

Les applications satellitaires au service du développement durable

Comment les technologies spatiales peuvent-elles faciliter la mise en œuvre des politiques du ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement ? Le Plan 2011 sur les Applications Satellitaires apporte une réponse à cette question en se positionnant comme l'outil stratégique et opérationnel du ministère pour améliorer la réalisation de ses missions par le recours à des méthodologies utilisant des données issues de l'espace. Il identifie les contributions que les applications satellitaires peuvent apporter à l'horizon 2015 sur les champs d'intervention du ministère.

De la conquête spatiale aux applications satellitaires

Le premier lancement d'un satellite artificiel autour de notre planète, le 4 octobre 1957, a ouvert une nouvelle ère technologique. D'abord réservée à des programmes orientés vers l'exploration de l'espace et la sécurité, l'utilisation de satellites s'est ensuite focalisée sur l'observation de notre planète, d'abord dans un contexte scientifique, puis, de plus en plus, dans une perspective d'applications à vocation commerciale.

Aujourd'hui, trois domaines technologiques constituent le cœur des applications spatiales : les communications électroniques, le positionnement (GPS, Glonass, et bientôt le programme européen Galileo), l'observation de la Terre (notamment, en Europe, avec GMES).

Des technologies en évolution constante

Les technologies satellitaires évoluent fortement depuis une dizaine d'années bien qu'elles aient été adoptées par les États, les industriels et le grand public de manière très inégale. En Europe, le secteur spatial est particulièrement dynamique, et la France, troisième puissance spatiale historique, y joue clairement un rôle moteur.

Dans les cinq prochaines années, les programmes **Egnos** et **Galileo** apporteront à l'Europe de nouveaux services sur le positionnement et la sécurité. L'ambitieux programme **GMES** dotera l'Union européenne d'une infrastructure spatiale, de mécanismes d'accès aux données in situ et de services d'information environnementale mutualisés pour mieux garantir la sécurité et la gestion de l'environnement.

Un développement rapide sur les communications électroniques

Premier domaine où les applications spatiales se sont fortement développées, celui des communications électroniques. Ainsi, depuis le lancement du premier satellite intercontinental Early Bird (**Intelsat 1**), en 1965, les communications par satellite ont connu une croissance permanente. Elles ont très vite représenté un marché important : 50 milliards de dollars en 2000, 65 milliards en 2010.

Aujourd'hui, dans ce domaine, pour un euro dépensé dans les satellites (fabrication et lancement), 100 euros sont réalisés dans les applications et les services au consommateur alors que seulement dix euros sont nécessaires aux opérations du satellite (segment sol). Les télécommunications fonctionnent ainsi aujourd'hui sur un modèle économique dans lequel les bénéfices sur les applications justifient le financement sur fonds privés de l'outil satellitaire.

Un marché en forte expansion : le géo-positionnement

Le marché des produits et applications basés sur GNSS (systèmes de navigation globale par satellite) est mondial, en progression constante et rapide. Il s'élevait, d'après les documents publiés par le portail européen sur les GNSS, à près de 124 milliards d'euros en 2008 et pourrait atteindre 244 milliards d'euros en 2020. Il repose pour l'essentiel sur l'utilisation des signaux de positionnement et de datation et devrait profiter de l'introduction de l'authentification des signaux et de la certification du service.

La part de marché européenne, évaluée à 20% environ, reste bien en deçà des parts de marché



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable,
des Transports
et du Logement

détenues par l'Europe dans d'autres secteurs de haute technologie. Les études de marché disponibles montrent d'ailleurs que l'Europe pourrait prétendre à conquérir au moins un tiers du marché mondial.

Le plan d'action de la Commission européenne relatif aux applications basées sur GNSS indique par ailleurs que les bénéfices totaux des programmes GNSS de l'UE – qui incluent les bénéfices pour son industrie, ses citoyens et ses États membres devraient se situer entre 55 et 63 milliards d'euros sur les 20 prochaines années, les bénéfices les plus importants provenant des recettes indirectes dans l'industrie en aval (entre 37 et 45 milliards d'euros).

Si dans le positionnement par satellite, ce sont également 100 euros qui sont induits au niveau des applications spatiales pour chaque euro investi dans le satellite, le cycle économique est encore loin d'être aussi productif que pour les télécommunications, ce qui explique le fait que ce secteur soit encore aujourd'hui largement fondé sur des satellites lancés sur fonds publics.

L'initiative GMES de la Commission européenne, à laquelle s'est associée l'Agence spatiale européenne, est la déclinaison européenne du programme international GEOSS (Global Earth Observation System of Systems). Ses enjeux politiques, technologiques et sociétaux ont été décrits dans un avis du CGTI de juillet 2008.

Après une phase de développement et de démonstration mise en place en 2005, les premiers services pré-opérationnels, relatifs au milieu marin et à l'atmosphère, à la surveillance des terres, aux situations d'urgence et à la sécurité, sont déjà disponibles auprès des équipes de projet. GMES devrait devenir totalement opérationnel à partir de 2014.

Ainsi le projet MyOcean coordonné par Pierre Bahurel, directeur de Mercator Océan, est chargé du milieu marin. Ce projet regroupe 61 partenaires issus de 29 pays, ce qui confirme la pertinence de la démarche.

Outre MyOcean, cinq autres « services » sont prévus : Atmosphère, Intervention d'urgence, Surveillance des terres, Sécurité et Climat. L'ambition de GMES est non seulement de mettre en place ces services, qui fourniront des produits d'intérêt général financés par ses partenaires institutionnels (UE, pays membres), mais également le développement d'innovations par des sociétés de service.

L'observation de la terre, un marché d'avenir

L'observation et la mesure à partir des satellites offrent les moyens d'une mesure homogène des phénomènes, ce qui constitue un atout puissant pour une gestion durable de la planète. L'ambitieux programme GMES (projet de surveillance globale de l'environnement et de la sécurité) dotera notamment l'Union européenne d'une infrastructure spatiale, de mécanismes d'accès aux données in-situ et spatiales, et de services d'information environnementale mutualisés pour mieux garantir la sécurité et la gestion de l'environnement.

Les satellites **Sentinelle** de GMES viendront, à partir de 2013, enrichir l'offre en matière de surveillance environnementale. Ces satellites seront dédiés à l'observation de l'environnement continental, marin et atmosphérique, ainsi qu'à la gestion des risques et des crises.

L'imagerie de la Terre vue de l'Espace sera d'une très grande valeur en matière d'information sur les territoires. Ces données sont potentiellement utiles aux décideurs pour élaborer et mettre en œuvre des politiques publiques : maîtrise de l'utilisation des sols, notamment en bordure du littoral ; maîtrise de l'étalement

urbain ; détection des zones inondables face à la montée des mers etc. La résolution des images s'améliore d'année en année, tout comme la souplesse d'utilisation des satellites tels que **Pléiades** (successeur de **Spot**) dont les données de résolution submétrique seront disponibles dès 2012

L'offre industrielle est aujourd'hui mature, mais les applications et services satellitaires opérationnels peinent malgré tout à se déployer. C'est l'une des raisons d'être du plan d'applications satellitaires.

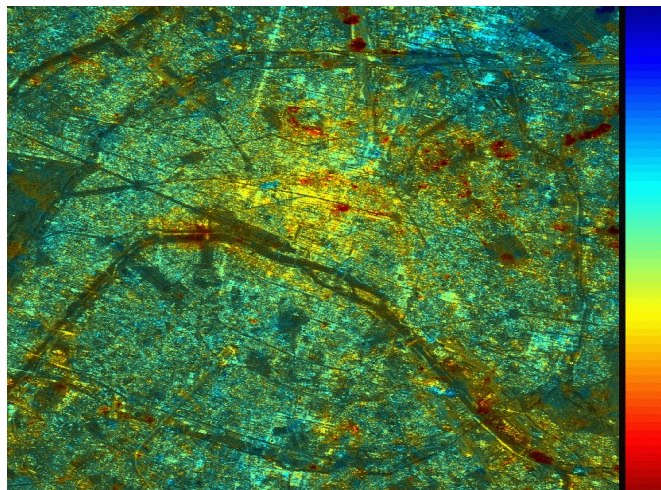
En effet, dans le domaine de l'observation de la Terre par satellite, les retombées économiques directes et les bénéfices socio-économiques attendus sont également de taille, principalement portés par les enjeux croissants de protection de l'environnement et de sécurité. Les recettes produites par le marché mondial des données spatiales d'observation connaît une forte croissance (les recettes des données commercialisées ont par exemple dépassé le milliard d'euros en 2009 et devraient quadrupler avant 2018). Cette croissance devrait être confortée par les programmes spatiaux gouvernementaux ou privés, notamment dans le domaine de l'imagerie optique et radar : plus de 200 satellites d'observation pourraient être lancés dans le monde dans les dix prochaines années contre 128 au cours de la décennie passée.

En Europe, l'initiative **GMES** donnera un accès facilité à une infrastructure d'observation spatiale d'une valeur de près de 3 milliards d'euros (15 missions et 40 satellites d'observation) et à un volume inégalé (8 téraoctets) de données satellitaires optiques et radar de haute et moyenne résolutions. Cette initiative ouvre la voie à la mise en place de services d'information plus performants (couverture géographique, mise à jour, économies d'échelle) aux bénéfices multiples. Les études d'impact réalisées pour l'Agence Spatiale Européenne évaluent les bénéfices induits par la mise en place de **GMES** à près de 0,2 % du produit intérieur brut de l'Union européenne pour la période 2006 – 2030.

Des applications déjà largement utilisées au sein du ministère

Depuis plus d'une décennie, de nombreux services du MEDDTL ou organismes sous sa tutelle utilisent très largement des applications basées sur les technologies spatiales. Ainsi, par exemple :

- la Direction Générale de l'Aviation Civile utilise les satellites **Inmarsat**, **GNSS**, **Cospas-Sarsat** et **Meteosat** à des fins de communication, navigation et surveillance ;



Cartographie des subsidences sur Paris - Copyright CNES
(échelle de +4mm à -4mm)

- Météo France s'appuie sur des satellites tels que **Meteosat**, **Metop** et **Jason** pour l'observation et la prévision météorologiques ;
- l'IGN utilise les satellites **GNSS** à des fins de géopositionnement statique ainsi que les satellites d'imagerie optique (**Spot**) et d'imagerie radar pour élaborer et mettre à jour des bases de données cartographiques ;
- l'IFREMER (CERSAT) utilise des données d'observation par satellites afin de cartographier la température de surface des océans, leur salinité et leur turbidité (programme PREVIMER) ;
- le BRGM collabore avec le LPC et l'IGN pour mesurer la subsidence urbaine et minière par interférométrie radar basée sur les données ERS (programme RESUM).

Ainsi, communications électroniques, télédétection, imagerie spatiale, météorologie, géopositionnement sont désormais la base de services satellitaires utilisés au quotidien pour les missions du ministère.

Les objectifs du plan d'applications satellitaires

La finalité du plan d'applications satellitaires est de créer les conditions de l'émergence ou du déploiement, dans les cinq années à venir, de nouvelles applications et services satellitaires qui contribueront aux objectifs du Grenelle de l'environnement et du Grenelle de la mer, ainsi qu'à la mise en œuvre des législations nationales et européennes.

Plusieurs domaines d'applications spatiales ont ainsi été explorés pour répondre aux enjeux portés par le MEDDTL :

- le positionnement, la datation et la radio navigation,
- les communications électroniques,
- l'observation de la Terre,
- l'imagerie de la Terre, dans le domaine visible ou des hyperfréquences.

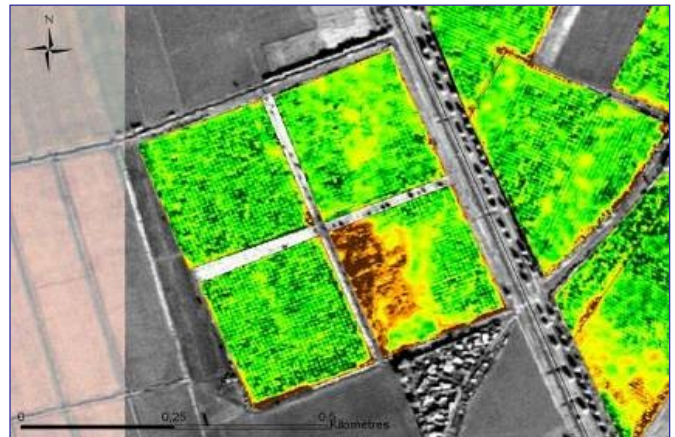
Le travail collaboratif mené dans le cadre de l'élaboration du plan a fait émerger plus de 100 applications importantes pour les directions générales du ministère. A partir de cette liste, le comité de pilotage du Plan d'Applications Satellitaires a identifié les actions les plus susceptibles de contribuer aux priorités du ministère, à la réussite du Grenelle de l'environnement et du Grenelle de la mer.

Les 7 axes horizontaux du plan

1. **Consolider** la mise en place du pôle de compétence et d'innovation «applications satellitaires et télécommunications» du ministère.
2. **Connaître** les réseaux d'acteurs et favoriser le développement et l'appropriation par les services du ministère des savoirs et bonnes pratiques.
3. **Favoriser** le développement des compétences internes aux services du MEDDTL.
4. **Doter** l'action publique de cadres réglementaire et normatif adaptés.
5. **Favoriser** l'innovation et l'émergence de projets par le développement d'un écosystème industriel.
6. **Conduire** une étude quantifiant le caractère éco-responsable des technologies spatiales.
7. **Faciliter** l'accès aux données spatiales, aux données dérivées et aux outils de traitement correspondants.

Les chantiers prioritaires

Sur la base de l'intérêt pour la mise en œuvre des politiques du ministère, de la faisabilité et de la maturité technologique, et des freins éventuels à débloquent, 17 applications ont été



État de santé des cultures d'agrumes en zone méditerranéenne
Photo Spot Image

sélectionnées et classées en quatre chantiers prioritaires : observation globale de la Terre, développement durable des territoires, gestion durable du littoral, mobilité durable.

Observation globale de la Terre

L'établissement de politiques nationales, européennes et internationales, tout comme l'évolution des comportements individuels et le pilotage des entreprises doivent s'appuyer sur des systèmes d'observation globaux. Ils permettent d'évaluer la pression sur les ressources rares, l'impact sur les écosystèmes et la biodiversité ainsi que les conséquences du changement climatique. Sur tous ces défis le recours aux satellites d'observation de la Terre est incontournable. Déjà très utilisée dans le domaine des prévisions météorologiques, l'observation environnementale à partir des satellites est appelée à prendre une nouvelle dimension grâce à GMES. Les satellites ne sont pas seulement nécessaires pour apporter une vision globale de phénomènes mais ils sont aussi très utiles pour appréhender les phénomènes locaux et leurs évolutions dans le temps. L'équipe projet a donc tout naturellement examiné l'apport du spatial pour une meilleure gestion des territoires et du littoral.

Développement durable des territoires

Les satellites contribuent à la territorialisation des objectifs du Grenelle de l'environnement. La lutte contre l'artificialisation des espaces, la protection de la biodiversité, l'initialisation de démarches d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre et d'adaptation au changement climatique passent par l'utilisation de la météorologie environnementale embarquée sur satellite. Par exemple, l'imagerie spatiale à très haute résolution aide à tracer une cartographie rapide des **trames vertes et bleues** que la radiométrie satellitaire vient compléter avec l'établissement d'indicateurs d'**étalement urbain** fiables, homogènes et mis à jour régulièrement. Des programmes intergouvernementaux permettront très prochainement de mettre au point des indicateurs de la qualité de vie basée sur la mesure de la biomasse, de l'indice foliaire, du stress hydrique de la végétation et des polluants atmosphériques. Des mesures précises des variations du champ de pesanteur (satellite **Goce**) vont fournir des indications sur le sous-sol (nature et morphologie des roches), voire le niveau global des nappes phréatiques.

Gestion durable du littoral

Le littoral apparaît comme un type de territoire particulier, concentrateur d'enjeux variés et parfois contradictoires, qui

mérite une approche spécifique. Alors qu'il est communément admis que la moitié de l'humanité vit à moins de 10 km de l'océan, le Grenelle de la mer a mis en exergue « l'abyssal besoin de connaissances » nécessitant un état de référence et une cartographie aussi précise que possible des fonds marins sous juridiction nationale. On pense d'abord à la **surveillance de la pêche et des cultures marines**, à la protection des zones Natura 2000, à la **gestion du trafic maritime**, à la détermination des cartes marines et des courants, puis au suivi de l'**évolution du trait de cote**, à la gestion du domaine public maritime, à la **maîtrise de l'urbanisme** en zone côtière et à la protection des paysages côtiers.

L'évaluation des risques dus à la **montée du niveau des océans** et à l'intensification des phénomènes de surcote implique une mise en cohérence des cartographies marines et terrestres pour l'ensemble du littoral. Le littoral se trouve aussi être un lieu très convoité pour l'implantation d'éoliennes ou d'hydroliennes.

L'imagerie satellitaire, optique ou radar, constituera le socle de base pour l'établissement et la maintenance d'un système d'information partagé indispensable à la gestion intégrée et durable du littoral.

Un projet de recherche dans le champ de la gestion durable du littoral : INFOLITTORAL

L'objectif du projet est le développement d'une offre de services pour la surveillance de l'environnement littoral à partir des technologies spatiales. En effet, les zones littorales sont particulièrement sensibles au dérèglement climatique. Ce projet répond à un besoin d'informations fiables et régulièrement mises à jour et de connaissance des interactions entre les différentes composantes de l'environnement littoral. Il vise à fournir aux gestionnaires et décideurs impliqués dans l'aménagement ou la gestion de l'environnement littoral, des outils efficaces d'aide à la décision prenant en compte des informations dérivées de mesures géo-spatiales.

Ce projet s'inscrit dans le plan d'action filières vertes (filiale métrologie/instrumentation) et réunit ASTRIUM SERVICES – GEOINFORMATION SERVICES, CLS, le CNRS, l'université de Bordeaux, l'IRD, l'ADERA et la société NEVANTROPIC.

Labellisé par le pôle Aerospace Valley, il a reçu un financement du Fonds unique interministériel (FUI).

Mobilité durable

Si la télédétection spatiale constitue un outil précieux pour l'élaboration et la conduite des politiques publiques la radio-navigation par satellite permet une mise en œuvre immédiate des décisions.

Le concept générique basé sur le triptyque « **Communication, Navigation et Surveillance** » se développe sur tous les modes de transport : aérien, maritime, fluvial, routier et ferroviaire. Il permet une optimisation des routes, une meilleure gestion des flottes et du trafic de marchandises et de voyageurs.

La généralisation d'un boîtier de positionnement et communication à tous les mobiles constitue la clef de voûte d'une mobilité véritablement intermodale visant à orienter la demande vers les modes de transport les plus écologiques.

L'internalisation des coûts externes conduit à envisager une **tarification écologique** de la mobilité des biens et des personnes. La taxe sur les poids lourds prévue par le Grenelle de l'environnement constitue une première étape. La souplesse du positionnement satellitaire permet d'envisager, à pression fiscale égale, une tarification de la mobilité qui incitera les conducteurs à privilégier les transports en commun. Le positionnement et la datation par satellite facilitent les changements de mode de transport et autorisent une tarification souple, sans barrières physiques tout en facilitant une grande interopérabilité entre les systèmes.

L'augmentation des coûts de l'énergie favorise l'apparition sur le marché de différents dispositifs d'**éco-conduite** basée sur la radio-navigation par satellite dont les plus évolués seront capables, à terme, de choisir l'itinéraire le plus économique tout en optimisant automatiquement la gestion du groupe moto-propulseur.

Projet Geofencing MD : améliorer la sécurité du transport de produits dangereux.

L'ambition du projet est de développer un outil efficace, ouvert, extensible, utilisable par tous les acteurs du transport des matières dangereuses, qui assurera une géolocalisation et une traçabilité en temps réel des transports de matières dangereuses et la mise à disposition d'informations accessibles à distance en utilisant les dernières technologies des communications.

Geofencing MD permettra de prendre en charge des situations d'incidents, de négligences ou d'erreurs, mais également de faciliter la gestion de crise en permettant de connaître exactement la localisation d'un camion, la nature de son chargement, d'avoir accès à la documentation dématérialisée relative à la marchandise

Le projet, labellisé par le pôle Lyon Urban Trucks and Buses a reçu un financement du FUI.

Sous la coordination de la PME lyonnaise E.RE.CA, il réunit les PME AddValentiam et Geoloc Systems, ainsi que Renault Trucks, le laboratoire G-SCOP et le CETE (Centre d'étude technique de l'équipement) du Sud-Est.



Présent
pour
l'avenir

le
point
sur

**Commissariat général
au développement
durable**

**Direction
de la recherche
et de l'innovation**

Tour Voltaire
92055 La Défense cedex
Tel. : 01.40.81.63.51
Fax : 01.40.81.63.96

**Directrice de la
publication**
Régine Bréhier

Imprimé
sur du papier certifié
écolabel européen.
www.eco-label.com

ISSN : 2100-1634

Dépôt légal :
novembre 2011

Alain GRIOT

Tél. : 01 40 81 82 95

Roger PAGNY

Tél. : 01 40 81 63 38

Raymond ROSSO

Tél. : 01 40 81 95 35