

## SOMMAIRE

Actualités	1
Séminaire Theia-Geosud	4
Programme de valorisation thématique d'AllEnvi	5
Pôles thématiques	6
Filière institutionnelle nationale de télédétection	9
Etude du cycle de l'eau et du carbone	12

## Mot des directeurs scientifique et technique

Theia se porte bien.

Deux nouveaux partenaires, le Cereira et l'Onera, ont rejoint les 9 partenaires institutionnels fondateurs. Le premier confirmant l'extension de la cible des utilisateurs de Theia au-delà de la communauté scientifique, vers les acteurs en charge des politiques publiques, et le second apportant à Theia la composante aéroportée des données de télédétection mais aussi de l'expertise scientifique et technique.

Les Centres d'expertise scientifique (CES) consolident leur existence, certains passeront en phase pré-opérationnelle dès l'an prochain. Les CES régionaux changent de nom et deviennent les ART (animation régionale Theia).

Une filière institutionnelle de télédétection se met graduellement en place, dont la première composante, fondée par 6 partenaires de Theia, concerne l'exploitation de données Spot 6/7 en utilisant l'antenne de réception Geosud à Montpellier. La réflexion inter-organismes continuera avec la mise en valeur conjointe des images Pléiades, du programme Spot World Heritage, et du satellite Sentinelle 2 à venir.



Nicolas Baghdadi



Marc Leroy

## ACTUALITÉS

### Lancement de Sentinelle 2

Le lancement tant attendu du premier satellite Sentinelle 2 de l'ESA a eu lieu le 22 juin 2015, et un second satellite sera lancé à l'automne 2016. Lorsque qu'elle sera au complet, la mission fournira pour la première fois des images optiques réunissant les 4 caractéristiques suivantes :

- Résolution : 10 à 20 m selon les bandes
- Couverture : toutes les terres émergées
- Répétitivité : chaque pixel est observé tous les 5 jours sous un angle constant
- Spectral : 13 bandes, de 450 à 2200 nm

La distribution des premières données devrait débuter fin 2015, et celles-ci seront gratuites et librement accessibles. La disponibilité de ces données devrait révolutionner l'utilisation de l'imagerie optique, puisque l'utilisateur pourra compter dans la plupart des cas sur la disponibilité d'observations sans nuages au moins une fois par mois. Dès début 2016, le pôle Theia mettra à disposition des utilisateurs des **produits plus avancés** que ceux disponibles à l'ESA : des données corrigées des effets atmosphériques (N2A) et des synthèses mensuelles de réflectances de surface (N3A).

Oliver Hagolle (Cesbio / Cnes)

### Réunions du CS de Theia

Une première réunion du Comité Scientifique Theia (CS) s'est tenue le 13 mars 2015 à Montpellier (Maison de la Télédétection). Les échanges ont été nombreux sur les points stratégiques pour le pôle Theia : la gouvernance, les produits images, l'avancement du programme Spot World Heritage (SWH), les corrections atmosphériques des données Sentinelle 2, les centres d'expertise scientifique et les produits thématiques associés, la composante Spot 6/7, et la composante données in situ et aéroportées. Les principales recommandations du comité sont :

- Le CS souhaite que l'ouverture de l'archive Spot concernée par le programme SWH s'étende aux images de plus de 3 ans au lieu de 5 ans actuellement.
- Le CS demande une accélération dans la mise à disposition des images Pléiades.
- Le CS salue le rapprochement ISIS - composante Spot 6/7 pour proposer aux utilisateurs un guichet unique de demande d'images.
- Le CS recommande l'élaboration d'un appel d'offre pour le choix des zones sur lesquelles les images Sentinelle 2 seront corrigées des effets atmosphériques.



Première image de Sentinelle 2A sur le nord ouest de l'Italie et le sud de la France ©ESA

- Le CS confirme l'intérêt des données in situ pour Theia et recommande au pôle d'articuler le lien avec les Soere et AllEnvi.
- Le CS salue la volonté de Theia d'initier une réflexion sur l'intégration des données aéroportées dans l'infrastructure de Theia.

Une seconde réunion du CS Theia a eu lieu le 13 mai 2015 au Cesbio à Toulouse pour analyser le degré de maturité des produits CES et leur intérêt pour la communauté des utilisateurs. Les CES jugés mûrs sont :

- Occupation des sols : Jordi Inglada (Cnes / Cesbio)
- Paramètres biophysiques de la végétation : Frédéric Baret (Inra / Emmah)
- Surfaces enneigées : Simon Gascoin (CNRS / Cesbio)
- Cartographie de la dégradation en zone forestière à partir de données Sentinelles 1 : Thuy Le Toan (CNRS / Cesbio)

Nicolas Baghdadi (Tetis / Irstea)

### Couverture Spot 6/7 2014 et campagne d'acquisition 2015

La couverture France métropolitaine de 2014 est en ligne depuis janvier 2015 et a fait l'objet d'un tirage de 9 x 9 m<sup>2</sup> sur dalles plastifiées pour un assemblage au sol déployé récemment au festival de géographie de Saint-Dié-des-Vosges.

La campagne 2015 s'est déroulée sous les nouveaux auspices de la station de réception Geosud et l'implication des membres du consortium a permis de rattraper un démarrage de la campagne retardé à début avril au lieu de début mars comme initialement prévu.

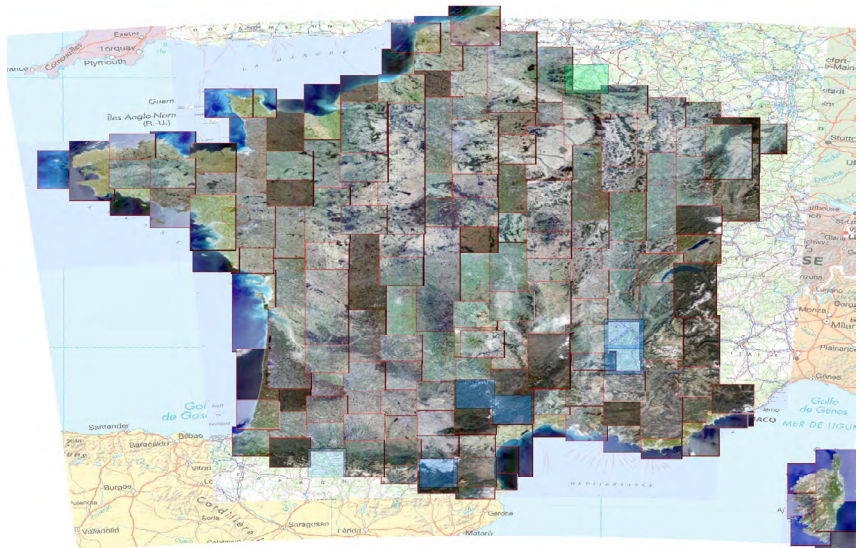
### Campagne d'acquisition Pléiades 2015 de l'Equipex Geosud

La campagne 2015 s'est orientée sur quatre axes principaux :

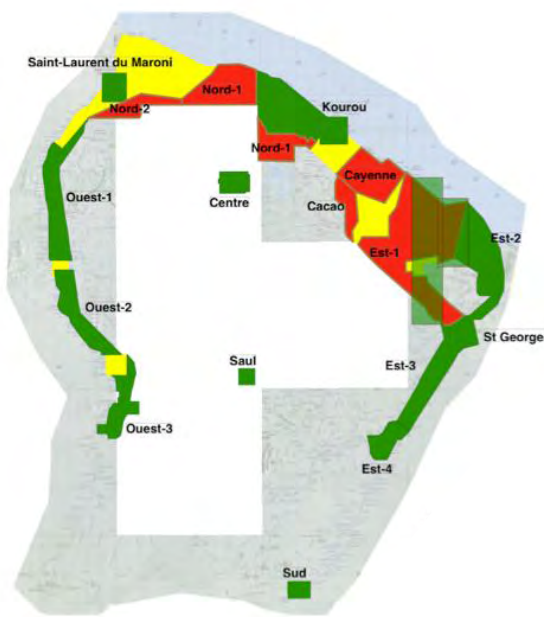
- Compléter la couverture des zones Guyane lancée en 2013.
- Couvrir pour la deuxième année consécutive les littoraux sableux en stéréoscopie pour permettre la profondeur temporelle nécessaire au suivi.
- Acquisitions stéréoscopiques pour les applications urbaines et la mise à jour de BD vecteur.
- Acquisition stéréoscopiques pour le suivi de grands ouvrages (lignes LGV).

La campagne Pléiades 2015 a souffert de la concurrence de la couverture Copernicus et le programme ne sera couvert qu'à 90%.

Jean-Paul Sempère (IGN)

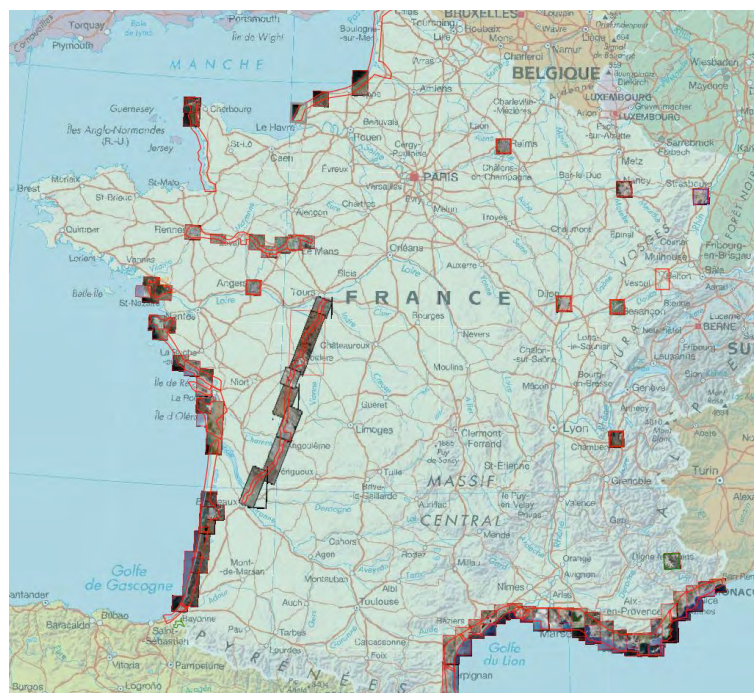


Campagne d'acquisition 2015 : 230 mailles sur 237 acquises en 174 segments au 21/10/15



Légende :	
Images disponibles	
WorldView 2011	Pléiades 2012-2013-2014
En programmation	

Couverture Pléiades des zones de Guyane



Couverture Pléiades au 28/09/15

## Spot 5 (Take 5)

Pour aider les utilisateurs à se familiariser avec les séries temporelles de Sentinelle 2, le Cnes, avec un fort soutien de l'ESA, et sur proposition du Cesbio, a renouvelé l'expérience Take 5 avec le satellite Spot 5, du 8 avril au 15 septembre 2015. Début avril, l'altitude du satellite Spot 5 a été abaissée de 2 km pour le placer sur une orbite avec un cycle de 5 jours (tous les 5 jours, Spot 5 est exactement au même endroit). Depuis cette orbite, des séries temporelles d'images optiques aux caractéristiques proches de celle de la mission Sentinelle 2 ont été acquises sur **150 sites**. Les 150 sites ont été observés tous les 5 jours, à une résolution de 10 mètres, sous des angles de vue constants, dans 4 bandes spectrales.

Les données corrigées des effets atmosphériques et accompagnées d'un masque de nuages sont accessibles sur le serveur de données de l'expérience : [www.theia-land.fr/fr/produits/spot-5-take-5](http://www.theia-land.fr/fr/produits/spot-5-take-5)

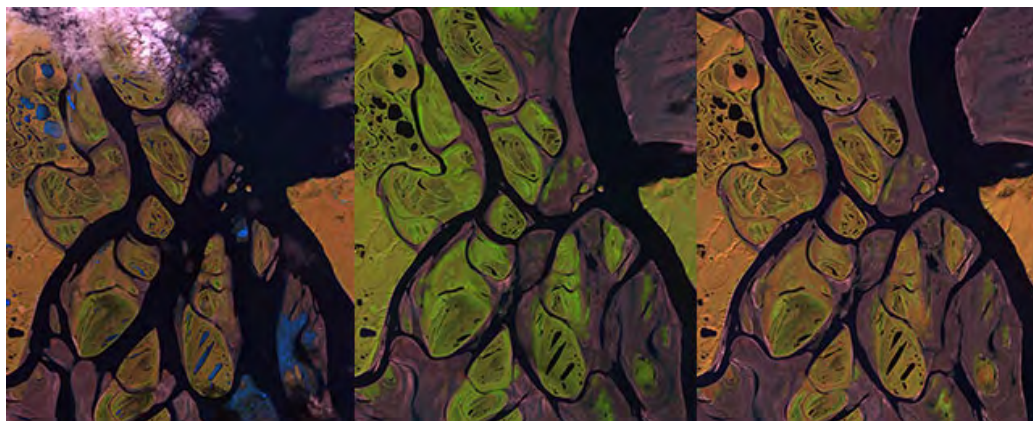
Oliver Hagolle (Cesbio / Cnes)

## Création de l'ART Bretagne

L'Animation régionale Theia (ART) de la région Bretagne nouvellement créée est portée par le Groupement d'Intérêt Scientifique Bretagne Télédétection (BreTel) qui se compose de 9 entités académiques et institutionnelles dont les travaux scientifiques sont pluridisciplinaires (Capteur - Méthodologie - Thématique) et plurithématiques (Terre - Littoral - Mer). Aussi, ce GIS BreTel souhaite porter la voix du pôle Theia en région à travers trois volets.

Le premier volet, piloté par **Laurence Hubert-Moy** (Costel), concerne l'animation de la communauté scientifique qui appuiera les activités existantes du GIS BreTel et dynamisera les synergies avec d'autres entités potentiellement intéressées par les thématiques Theia.

Le second volet, en relation avec le Regional Contact Office (RCO) Bretagne pour lequel le GIS BreTel assume le rôle d'expert scientifique, concerne « l'échange avec les acteurs de la gestion du territoire » et sera piloté par **Nicolas Bellec** (Telecom Bretagne). Il aura pour but de faire la promotion des applications issues du spatial auprès de ces acteurs ainsi que faire le recensement des services disponibles.



Extrait de la série temporelle d'images acquise en août et septembre 2015 par Spot 5 lors de l'expérience Take 5 - Delta de la Lena (Russie) © CNES

Enfin, **Hervé Nicolas** (Agrocampus Ouest) supervisera le volet consacré à la formation qui s'appuiera sur l'initiative du GIS de créer un Master multi-site et pluridisciplinaire autour du thème « télé-détection et environnement ». Un projet de formation continue est également en réflexion afin de compléter cette initiative et de s'orienter vers les utilisateurs avérés et potentiels.

Nicolas Bellec (GIS BreTel)

## Création de l'ART PACA



Depuis avril dernier, ART PACA (Animation régionale Theia en Provence-Alpes-Côte d'Azur), est animée par **Philippe Rossello** (GeographR), ingénieur en analyse spatiale et prospective, qui a notamment travaillé à l'UMR EMMAH de l'Inra.

Dans un premier temps, il est prévu de mobiliser les acteurs régionaux pour présenter de manière détaillée le pôle thématique surfaces continentales Theia, mais aussi le potentiel de la télédétection à travers des exemples d'applications. Un premier rendez-vous est programmé en mars 2016 au technopôle de l'Arbois à Aix-en-Provence. Il est organisé en partenariat avec le CRIGE-PACA, le centre régional de l'information géographique en PACA, afin d'encourager l'usage des images spatiales couvrant les surfaces continentales, mais aussi de lancer une dynamique régionale au service des producteurs et des utilisateurs de données.

Les laboratoires de recherche, les entreprises, les collectivités territoriales et les associations seront invités à participer activement à cette journée et à exprimer leurs besoins (acquisition de données, usages, accompagnement technique et scientifique, formations...).

L'objectif d'ART PACA est de créer une synergie entre les acteurs régionaux, de rendre accessibles les techniques de trai-

tement d'images et de créer un espace d'échanges et de partage à l'échelle régionale. Des partenaires hors PACA seront également sollicités pour renforcer les actions et les connaissances.

Philippe Rossello (GeographR)

## Séminaire de restitution du CVT AllEnvi

Le 14 octobre 2015, le séminaire de restitution de l'étude de valorisation prospective sur les technologies d'observation environnementales pour l'agriculture et les risques naturels menée par le Consortium de Valorisation Thématique de l'Alliance pour l'Environnement (CVT AllEnvi) a été organisé, à Montpellier sur le site Agropolis.

Cette journée s'adressait aux fournisseurs de technologies et de services pour l'agriculture, gestionnaires d'infrastructures de transports, chercheurs académiques, coopératives, concessionnaires de machinisme agricole, industriels de l'agro-alimentaire, producteurs, négociants agricoles, institutions et administrations, fournisseurs d'intrants et semenciers, assureurs, services de secours, services déconcentrés de l'État, SATT, pôles de compétitivité, Instituts Carnot, IRT, SRP...

Le programme détaillé est accessible sur la page [www.cvtallenvi-observationenvironnementale.fr/programme](http://www.cvtallenvi-observationenvironnementale.fr/programme) ; 6 posters ont été présentés lors de cet événement.

Les présentations ont été fournies aux participants. Le rapport sera diffusé dans les prochaines semaines : inscrivez-vous sur [contact@cvt-allenvi.fr](mailto:contact@cvt-allenvi.fr) pour en être informé personnellement.

François Christiaens (CVT AllEnvi)



### Les données spatiales au service de la Recherche et des Politiques publiques

Le pôle thématique surfaces continentales Theia et l'Equipex Geosud ont organisé le 1er et 2 juin 2015 à Montpellier leur premier séminaire conjoint sur le thème « Les données spatiales au service de la Recherche et des Politiques publiques ». Le but de ce séminaire était de présenter le potentiel de l'utilisation des images satellites à travers l'offre de produits et de services issus de l'Infrastructure de données et de services (IDS) Theia, qui inclut celle de Geosud.



Ce séminaire fût un grand succès avec 150 participants pour chacune des deux journées dont 57% de scientifiques, 18% d'institutionnels et 11% d'industriels. De nombreux organismes ont été fortement représentés par leur direction et leurs chercheurs. Il y avait également une forte présence de nombreux services de l'État (DREAL, DRAAF, DDTM, DDT...), de la région Languedoc-Roussillon et des ministères (MESR, MEDDE, MAAF), ce qui témoigne de l'intérêt et de la forte attente des communautés des scientifiques et des acteurs publics.

Lors de ce séminaire, les produits et services disponibles à ce jour (Couvertures nationales, Spot 6/7, Pléiades, Landsat, Archives Spot du programme SWH ...) ou à venir très prochainement (Sentinelle 2) ont été présentés. Des produits à valeurs ajoutées en développement dans les centres d'expertise scientifique de Theia ont été présentés et des ateliers thématiques autour de l'occupation du sol, le modèle économique, l'agriculture / eau, et la végétation / forêt ont été organisés.

De nombreuses applications de l'imagerie spatiale présentées sous forme de présentations orales ou des posters ont bien illustré les retours d'expériences des différentes communautés. Devant les différents besoins d'accompagnement des communautés utilisatrices, l'offre de formation en télédétection et en traitement d'images ont été débattus par Marie Christine Bois (AgroParisTech) et Jean Paul Rudant (Université Paris Est Marne La Vallée).



Une table ronde sur le modèle économique a été organisée par Yves Riallant (Afigeo). Comme l'an dernier, la table ronde et le débat qui a suivi ont été fort animés. Les défis sont de parvenir à pérenniser les efforts déjà entrepris, et à ouvrir au monde du privé les dispositifs conçus jusqu'à présent pour le secteur public uniquement. Il est apparu que les lignes de force du futur seront de pérenniser le fonctionnement d'une Infrastructure de Données et de Services, avec des fonds publics, en même temps que celui d'un écosystème d'innovation fonctionnant en réseau entre des acteurs d'origine variés, acteurs publics, prescripteurs, acteurs privés, scientifiques ... La question du curseur à établir entre la gratuité des données (signifiant une prise en charge amont par les pouvoirs publics) et la tarification des coûts complets a été largement débattue.



Enfin, le bilan de l'enquête initiée auprès des utilisateurs de l'imagerie satellitaire pour mieux cibler les attentes actuelles et potentielles a été présenté lors de ce séminaire. Il ressort de la centaine de réponses au questionnaire d'enquête que les usages de la télédétection sont à la fois bien installés chez les usagers, et très diversifiés en termes d'application et en termes de niveau de technicité des traitements. Les résultats mettent en évidence un écart persistant entre les possibilités techniques offertes par la télédétection d'une part et les usages effectifs qui sont faits des images d'autre part. Cet écart conforte le projet Geosud et le dispositif Theia dans la poursuite de leurs efforts en matière d'information, de communication et de facilitation de l'accès aux traitements. Ceci va de pair avec la nécessité de développer une offre en matière d'assistance technique avec, sans doute, l'opportunité de développer une offre de services privée.

**L'équipe d'organisation du séminaire Theia-Geosud**  
N.Baghdadi, P.Maurel, M.Leroy, S.Ayoubi,  
C.Tailleferie C.Martignac et E. Bappel



## Analyse stratégique collective sur les technologies d'observation environnementale pour l'agriculture et les risques naturels

L'Alliance pour l'Environnement (AllEnvi) fédère les forces de la recherche publique française pour programmer et coordonner la stratégie scientifique française sur les questions environnementales. Son action doit permettre de relever les grands défis scientifiques de l'alimentation, de l'eau, du climat et de la qualité environnementale des territoires.

Lancé en 2013 avec un financement du Fonds National de Valorisation – Action Valorisation du Programme Investissements d'Avenir, le Consortium de Valorisation Thématique (CVT AllEnvi) intervient dans le domaine de l'intelligence économique. Le CVT AllEnvi anime et produit des études qui analysent les paysages de la recherche et économique dans les domaines d'AllEnvi, afin d'identifier des axes stratégiques pour la recherche des membres d'AllEnvi. La perspective des études du CVT AllEnvi est le transfert et la valorisation des résultats de recherche à l'échelle 5 – 10 ans. Constitué d'une équipe de six personnes dédiées et appuyé par le soutien des experts thématiques et métiers des membres d'AllEnvi, le CVT AllEnvi dispose de compétences et d'outils spécifiques qui lui permettent de conduire des études originales associant recherche et innovation, technologie, évolutions sociétales et marchés. Ces études s'adressent aux acteurs de la recherche publique, à leurs structures de valorisation et de transfert, ainsi qu'aux acteurs de la recherche privée, pour favoriser la mise en place de projets partenariaux.

Depuis un an, une équipe d'experts d'AllEnvi pilote une étude dédiée aux technologies d'observation environnementale pour l'agriculture et les risques naturels. Le contexte spécifique relatif à cette étude provient à la fois des programmes Copernicus (3,7 G€ d'ici 2030, études d'impact 50.000 emplois en Europe) qui donnent accès aux données d'observation de la Terre aux acteurs en dehors de la recherche scientifique ; en particulier des satellites Sentinelle et des drones qui permettent une étude dynamique des milieux ; et enfin du fait qu'un nombre croissant de pays accèdent à l'espace et développent et/ou intègrent des technologies liées à l'observation environnementale.

### Enjeux

Au niveau d'AllEnvi, il s'agit de stimuler les partenariats entre le public et le privé et d'orienter ces collaborations vers des segments à fort potentiel d'innovation.

Au niveau de l'étude, l'enjeu consiste à promouvoir la maîtrise des technologies d'observation de la Terre, essentielle à l'étude scientifique et au développement de services. Le transfert de technologies doit permettre de pérenniser et développer des compétences et savoir-faire utilisés pour les risques naturels et l'agriculture.

### Méthodologie

Les phases suivies lors d'une étude consistent à :

1. Etudier les marchés cibles, en croisant études de marché, interviews d'acteurs industriels, d'experts académiques et en animant des groupes de travail constitués de scientifiques et d'experts sectoriels. Pour l'étude en particulier, les marchés de l'agriculture de précision et celui de l'assurance entre autres ont fait l'objet de focus ;



2. Identifier et analyser les laboratoires de recherche et les acteurs industriels, leurs compétences et technologies à partir d'études bibliométriques et/ou brevets ;
3. Synthétiser ces informations de manière à produire un benchmark en termes de partenariats industriels et de thématiques de recherche et développement.

Pour l'étude, les domaines technologiques impliqués sont celui des capteurs et méthodes associées, le traitement des données et l'aide à l'interprétation.

### Ateliers

Les études du CVT AllEnvi sont notamment l'occasion de confronter les besoins des acteurs socio-économiques (industriels, pouvoirs publics,...) et les axes de recherche portés par les chercheurs des membres d'AllEnvi. Dans le cadre d'un atelier le 3 avril 2015, le CVT AllEnvi a réuni 20 personnes (autant de chercheurs que d'acteurs économiques) autour des technologies d'observation pour les risques naturels.

Partant d'une description du double contexte des risques naturels d'une part et de l'observation de la Terre d'autre part, le débat a été introduit sur le secteur de l'observation pour la prévention et la gestion des risques naturels : loin de constituer un domaine homogène, la chaîne de valeur se trouve atomisée en une multitude de secteurs ayant des besoins spécifiques. Un certain nombre de besoins génériques sont cependant identifiables, que ce soit dans le domaine de l'eau ou de la surveillance des infrastructures ; dans le domaine de l'assurance, une analyse plus fine est nécessaire mais le marché reste peu demandeur de données d'observations en particulier satellitaires.

La dynamique de la recherche française, située dans le top 3 au niveau européen (avec l'Allemagne et l'Italie) et dans le top 5 au niveau mondial (derrière la Chine et les États-Unis), est à la fois bien positionnée sur des axes forts (géosciences, sciences météorologiques et atmosphériques...) mais également sur des thèmes identifiés comme montants (ressources en eau, géographie physique...).

Un autre atelier a été organisé le 9 septembre, focalisé sur l'agriculture de précision. Les gains et les coûts liés à la modulation des intrants ont été précisés et les freins à l'adoption discutés. Ce marché croît et continuera de croître fortement et les besoins des acteurs ont été synthétisés : interprétation des mesures pour des applications spécifiques, amélioration des modèles. Ces besoins ont été exprimés en paramètres techniques.

François Christiaens (CVT AllEnvi)

### Les pôles nationaux de données évoluent

Les pôles nationaux de données pour les géosciences, tels que Theia, sont des dispositifs fournissant un ensemble de services et d'informations basés sur des observations acquises depuis l'espace (par des satellites ou autres vecteurs) ou in-situ. Ils s'adressent en priorité à la communauté scientifique française, mais peuvent aussi servir d'autres utilisateurs (communautés scientifiques internationales, acteurs de politiques publiques, secteur privé, éducation et formation, etc.).

Un groupe de réflexion, mandaté par le Cnes et le CNRS, a proposé en 2014 un nouveau schéma directeur pour les pôles nationaux de données.

Cette évolution est principalement motivée par des considérations :

- scientifiques : les géosciences s'appuient sur des approches de plus en plus intégrées du système Terre et de ses compartiments, qui requièrent des informations multi-sources et multi-variables ; de nouveaux systèmes d'observation sont ou seront en place, qui répondent aux besoins de continuité des observations, notamment pour la surveillance environnementale ;
- techniques : la forte croissance des volumes et la grande diversité des observations imposent de redéfinir les moyens associés de traitement, d'accès et d'archivage de ces données, ainsi que la fourniture et le partage de l'expertise ;
- institutionnelles : les logiques programmatiques et les gouvernances ont évolué en France (approches inter-organismes, alliances), en Europe (programme Copernicus et « infrastructures de recherche » de l'UE, logiques de co-développement mises en place par l'ESA ou EUMETSAT) et à l'international (coordinations assurées par le GEO, l'OMM, etc.).

Par ailleurs, il est nécessaire de maximiser l'utilisation des infrastructures institutionnelles d'observation et des informations dérivées, et d'aller au-delà des experts travaillant sur la donnée (en physique de la mesure) pour toucher de nouveaux utilisateurs travaillant avec la donnée.

Les propositions issues de cette réflexion incluent :

- des éléments d'organisation, dont :
  - la définition d'une stratégie européenne pour les pôles nationaux de données, prenant en compte ce que les dispositifs français peuvent apporter à l'Europe, et vice versa ;
  - la mise en place de 4 pôles nationaux de données pour l'atmosphère, les océans, les surfaces continentales et la terre solide, bâtis sur l'existant et intégrant de manière cohérente les données acquises depuis l'espace et in-situ ;
  - une gouvernance et des fonctions d'exécution plus simples et plus lisibles pour les pôles de données, ainsi qu'une coordination inter-pôles pour traiter les questions d'interface et mutualiser fonctions et développements ;
  - la mise en place d'une approche de transfert des pôles de données vers les services opérationnels nationaux ou européens, en s'assurant que ces transferts n'induisent pas de dégradation de qualité pour les besoins de recherche ;
  - la clarification du rôle des structures privées, que ce soit pour contribuer aux activités des pôles ou en tant qu'utilisateurs des informations et services des pôles ;
  - la valorisation des informations des pôles pour la formation et par la diffusion au grand public, en prenant en compte les nouvelles technologies de l'information et de la communication ;
- des aspects techniques, et en particulier :
  - l'importance d'une simplification de l'accès aux données, conforme aux standards, notamment européens, principes et usages ;
  - la mise en place d'une approche nationale pour l'archivage des données, en prenant en compte des échéances à court/moyen et long termes (pérennisation) ;
  - l'utilisation des nouvelles technologies liées au Big Data (cloud, web sémantique, etc.), qui vont permettre une mutualisation des systèmes de traitement et d'archivage des données, ainsi que l'activation déportée de certaines fonctions par les utilisateurs.

Il est prévu que ces propositions soient mises en place à moyen terme (typiquement avant 2018), à partir d'une phase de définition actuellement en cours.

Alain Podaire (Mercator / Cnes)

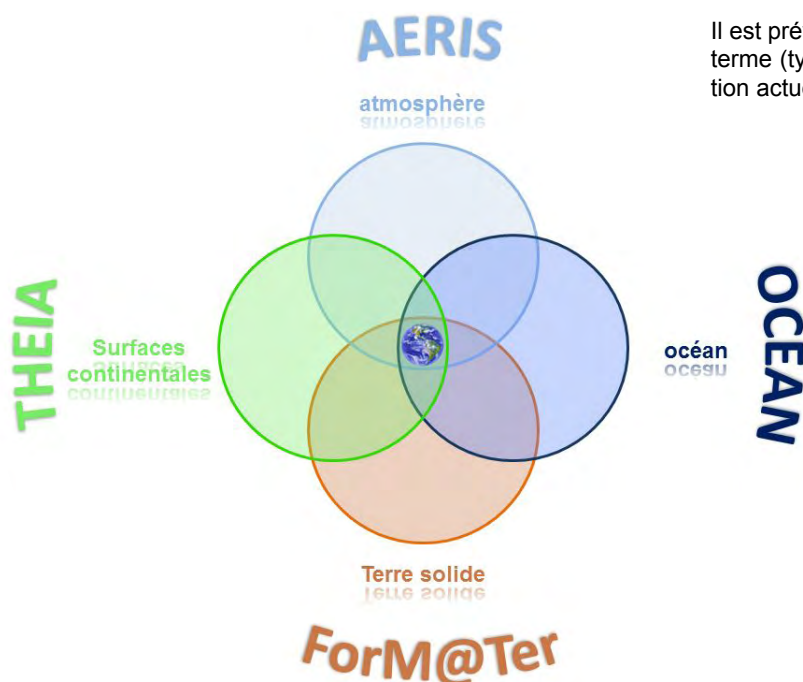
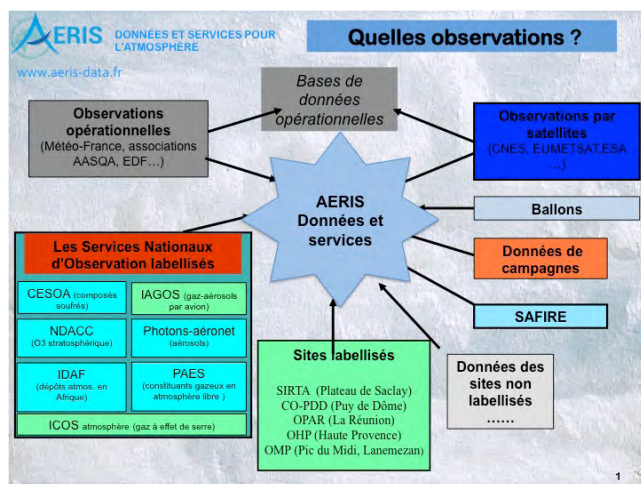


Schéma conceptuel des 4 pôles de données : Atmosphère, Océan, Surfaces Continentales et Terre Solide ©CNES

## Pôle Atmosphère Aeris

Le pôle de données et services atmosphère est créé depuis le 16 décembre 2014. Son équipe de direction avec les responsables des centres de données et services est au complet et opérationnelle. Il regroupe et gère toutes les données relatives à l'atmosphère (données in situ, campagnes, satellites, sorties de modèles hors GCM). L'enjeu principal de la création du pôle est d'être plus visible au plan européen et national. Il est soutenu par les organismes suivants : le Cnrs le Cnes, Météo - France, l'Université de Lille1, la région Nord Pas de Calais, l'Université Paul Sabatier, le CEA, l'Université Pierre et Marie Curie ( TBC) et l'Ecole Polytechnique, l'IGN, l'IRD.

Les recherches dans le domaine atmosphérique concernent principalement la dynamique atmosphérique, la météorologie et la chimie atmosphérique. Elles incluent des travaux plus orientés vers l'étude de l'évolution du climat. Cette communauté est assez fortement structurée : regroupée au sein de laboratoires de taille souvent importante, eux-mêmes acteurs ou parties prenantes de structures communautaires comme les OSU et fédérations. Elle disposait de deux pôles de compétences thématiques (Icare et Ether) qui ont plusieurs années d'existence. En outre, les données de campagnes sont gérées par le Sedoo (OMP) et par le service Climserv au sein du projet Esfri de l'IPSL. Les Services d'Observations labellisés dans les années 1990, sont liés à des réseaux internationaux pour 60% d'entre eux. Les données sont le plus souvent traitées dans les laboratoires, transmises et intégrées dans des bases des données internationales en plus de leur site de diffusion national. Cette organisation a permis le rassemblement de chercheurs et d'ITA en nombre significatif, souvent de métiers et de compétences variés et complémentaires.



La création de pôle de données et services atmosphère permet de renforcer ce dispositif. Il est constitué autour de quatre centres ou services de données qui sont définis comme ayant les moyens de gestion collective des données. Icare, Esfri IPSL (Ether et Climserv), le Sedoo, le Service d'Archivage et de Traitement Météorologique des Observations Satellitaires (Satmos). A cela s'ajoute des laboratoires, des réseaux de laboratoires (Soore) ou des centres d'expertise, éléments indispensables d'un pôle de données pour les développements algorithmiques, les prototypes.

Ainsi toutes les missions d'un pôle de données sont remplies, cela permet d'avoir un point d'entrée unique, un respect des normes et des standards (cette homogénéisation des pratiques se fera progressivement et constitue l'un des enjeux forts du pôle) et, une mise en valeur de toutes les données (données in situ, campagnes, satellites, modèles).

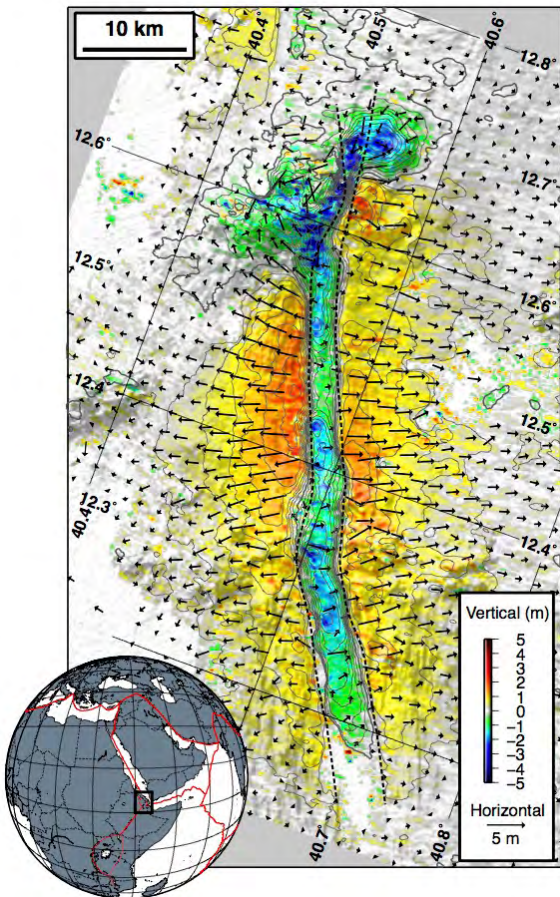


Pour arriver à cela, une évolution importante par rapport à l'existant est d'avoir une gouvernance effective qui ne se résume pas à une simple coordination. Outre un Comité directeur dont les membres permanents sont les organismes et institutions apportant des moyens humains et financiers au pôle, le pôle est piloté par une équipe de direction comprend 4 personnes : N.Papineau (direction), A.Lifermann (chargée de mission espace), B.Legras (chargé de mission scientifique), F.André (directeur technique). A cette équipe s'ajoute un chef de projet Cnes pour le suivi des activités Cnes. Il s'appuie sur un bureau exécutif, organe de décision qui comprend outre les personnes ci-dessus, les responsables techniques des quatre centres de données et services : C.Boone (Esfri IPSL), D.Boulangier (Sedoo OMP), J.Descloitres (UMS Icare), D.Levailant (Satmos CMS). Pour aider le pôle à définir sa stratégie vis à vis des données, un conseil scientifique du pôle, présidé par B.Legras, est composé de scientifiques ayant une vision des besoins des utilisateurs et pouvant définir des priorités stratégie. Les membres, une dizaine de personnes, sont choisis en fonction de leurs compétences dans le domaine des sciences de l'atmosphère et du climat.



En conclusion, le pôle de données et services atmosphère est une réalité qui se met en place. Outre la continuation des activités des 4 centres, il coordonne les actions multi-centres et développe des outils communs. Cela permet en toute première priorité de répondre aux enjeux de visibilité au niveau national et européen que cela soit dans le projet Actris ERI dans le cadre Esfri ou pour le projet Copernicus du service atmosphère ou services climatiques. Et nous n'oublions pas les missions spatiales à venir telles que Earthcare, sentinelles, de plus en plus de produits multi satellites. N'hésitez pas à contacter la direction du pôle.

Nicolas Papineau (IPSL)



Exemple de déformation en Ethiopie obtenue à partir d'une analyse InSAR et corrélation d'images optiques © R.Grandin

## Pôle Terre solide Form@ter



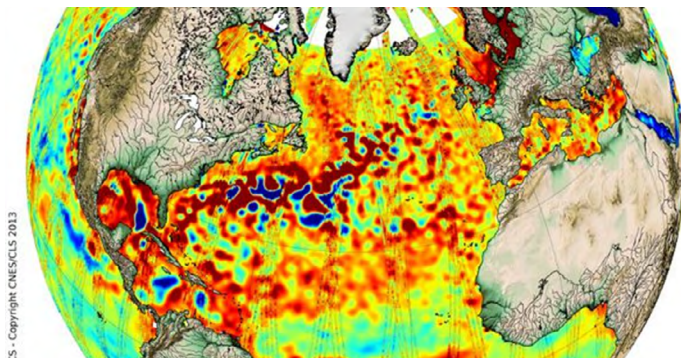
L'étude du « Système Terre », du milieu physique allant du noyau aux confins de l'atmosphère et des interactions et rétroactions entre celui-ci avec le milieu vivant, est indispensable pour répondre aux défis auxquels nous faisons face au 21ème siècle. Pour cela, la recherche s'appuie sur l'observation, l'expérimentation et la modélisation. Nos connaissances progressent grâce à l'analyse de données, notamment spatiales. Exploiter au mieux l'afflux sans précédent de données nécessite de les traiter, archiver et distribuer. Pour cela, quatre pôles nationaux correspondant à chacun des grands compartiments du système Terre (Terre solide, océan, surfaces continentales et atmosphère), se mettent en place. Ces pôles, héritant et tirant profit des cultures et approches de chacun des domaines, sont dans des états de maturation et d'évolution différents.

Pour sa part, le pôle Terre solide est en construction. La première brique se monte autour de ForM@Ter (poleterresolide.fr) en synergie avec les infrastructures de recherche nationale Resif et européenne Epos, et s'appuie sur les structures existantes de diffusion de données. La mission de ForM@Ter est de faciliter l'accès aux données et l'usage de produits pour des études sur la forme et les mouvements de la Terre. Il s'adresse à la communauté scientifique Terre solide et aux autres étudiant le système Terre ayant besoin de ses produits pour leurs objectifs propres. Dans une première phase, il se focalise sur les mouvements du sol, via l'accès à des données d'imagerie optique, d'interférométrie radar, d'observations GNSS et à la mise à disposition de champ de vitesses et d'outils de calcul.

Michel Diament (IPGP / Université Paris-Diderot)

## Pôle Océan

Le Pôle Océan a pour objectif général de promouvoir et faciliter l'utilisation des observations réalisées dans l'océan ou à son interface avec les autres milieux, à partir de mesures in-situ et de télédétection (radar, aéroportées et spatiales). Le Pôle Océan contribuera à décrire, quantifier et comprendre l'océan dans sa globalité en particulier en ce qui concerne la dynamique de l'océan, l'évolution de ses propriétés physico-chimiques, les cycles bio-géo-chimiques et le fonctionnement des écosystèmes marins. Il traitera aussi des thèmes spécifiques au littoral (incluant les estuaires, lagunes et lagons) que sont l'évolution morpho-dynamique du littoral, le trait de côte et le niveau de la mer, les pollutions et eutrophisations, l'évolution des écosystèmes littoraux.

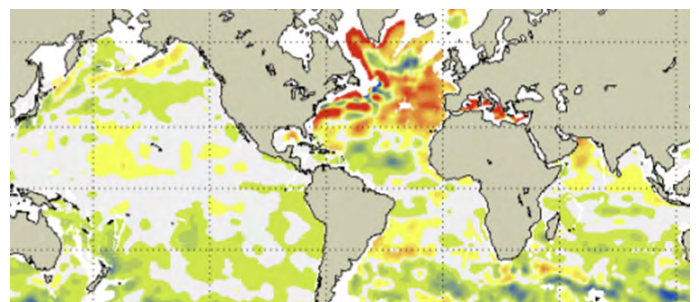


Deux approches de la circulation océanique à réunir au sein d'un même volet thématique du Pôle Océan. L'anomalie de hauteur des mers issue de l'altimétrie produite par Aviso (figure ci-dessus) traduit les variations du courant de surface, le réseau de flotteurs ARGO permet de reconstituer les champs tridimensionnels de température et de salinité (figure ci-contre) qui renseignent sur l'évolution des masses d'eau ainsi que sur la structure verticale des courants. Réunir ces deux informations au sein du pôle Océan donne accès à l'ensemble des variables décrivant les propriétés des masses d'eau et leurs déplacements.

Les centres de données partenaires sont identifiés et la phase de mise en place de ce pôle va s'achever par la constitution de la structure de gouvernance. Les équipes ainsi définies pourront commencer leur travail. L'objectif est de s'affranchir des limites spatiales, temporelles et disciplinaires, par la mise en œuvre de méthodes permettant l'interopérabilité des jeux de données. Les inventaires effectués permettront de définir les grandes familles de données pour lesquelles on établira des vocabulaires et des normes communes. La mise en œuvre de ces règles de base permettra de gérer les bases de données distribuées sur le territoire. Un effort sera fait sur le développement d'outils permettant l'accès aux jeux de données afin de favoriser l'utilisation combinée des observations de différente nature (in-situ/satellite) ou origine (réseaux hauturiers/côtiers).

En parallèle à cette activité de fond sur la mise à disposition des jeux de données nationaux et l'accès aux bases internationales, le pôle développera des volets thématiques rassemblant données, informations et produits relatif aux sujets mobilisateurs pour la communauté. Les premiers volets thématiques identifiés sont : le niveau de la mer, la circulation et les masses d'eau, le cycle de l'eau, le cycle du carbone, les impacts du changement global sur les écosystèmes côtiers, les habitats, le littoral.

Fabienne Gaillard (LPO / Ifremer)





## Composante Spot 6/7

Nous avons présenté dans le dernier bulletin Theia de décembre 2014 la mise en place de la Station de Réception Directe (SRD) satellitaire Geosud, installée sur le site Irstea de Montpellier et opérée avec l'IRD. Cette SRD est composée d'une antenne de réception, d'un premier terminal permettant de recevoir les satellites Spot 6/7 et d'une salle des opérations pour la gestion de la station et le pilotage des programmations avec Airbus Defence & Space (ADS). Cette composante de l'Infrastructure de Données et de Services de Theia a beaucoup progressé au cours de l'année 2015.

## Marché de télémétrie et expression des besoins

Six organismes (Cirad, Cnes, Cnrs, IGN, IRD et Irstea) ont décidé d'unir leurs ressources au sein d'un consortium piloté par Irstea pour assurer pendant une période de 5 ans l'achat d'un volume de base de télémétrie Spot 6/7 auprès d'ADS afin de fabriquer et diffuser des images et des produits dérivés. Le marché et l'accord de consortium ont été signés le 18 juin lors du salon du Bourget en présence de Ségolène Royal, ministre de l'environnement. Ce marché repose sur un mécanisme de crédits de télémétrie qui servent à payer soit des tentatives de programmation dans ou en dehors du cercle de visibilité de la SRD Geosud, soit des images Spot 6/7 d'archive déjà disponibles au catalogue d'ADS. Le volume de 600 crédits du marché de base peut être étendu par des tranches supplémentaires de 50 crédits à condition de disposer des budgets correspondants. Le consortium reste quant à lui ouvert à l'arrivée de nouveaux partenaires.

Une fois le marché signé, nous avons pu alors démarrer l'instruction des demandes Spot 6-7 et Pléiades exprimées par des utilisateurs lors d'un premier recensement des besoins au printemps 2015 puis au fil de l'eau à l'aide d'un [formulaire en ligne](#). IGN s'est chargé des demandes des acteurs publics et de la couverture nationale 2015, le Cnes de celles de la communauté scientifique pour les images Pléiades au titre du programme Isis, et la Maison de la Télédétection à Montpellier de celles de la communauté scientifique pour les images Spot 6/7.

Ce travail a mobilisé plusieurs personnes pour l'instruction des demandes, le groupe de planification pour la synthèse et des arbitrages, les deux opérateurs de la cellule opérationnelle de la SRD Geosud pour les programmations et la fabrication des produits en lien avec le service de programmation d'ADS, du personnel d'IGN Espace pour l'acquisition de la couverture annuelle 2015. Des échanges avec les demandeurs ont souvent été nécessaires pour mieux cerner leur besoin et adapter les réponses, voire pour réduire les volumes demandés afin de gérer au mieux la consommation des crédits. Pour cette année de démarrage, des développements provisoires sous Excel ainsi qu'une gestion structurée des fichiers des demandes (formulaires Excel, kml) et des mails ont permis de faciliter leur traitement.

## Le bilan provisoire de la campagne 2015 globalement très positif

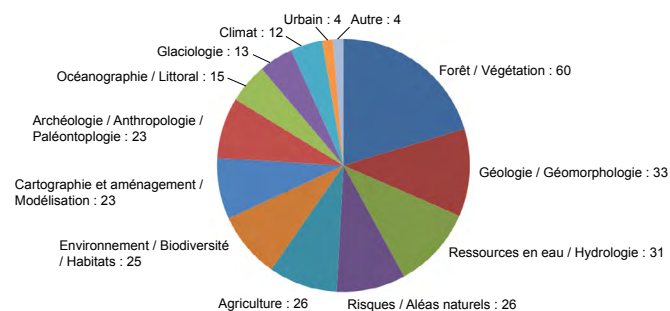
L'acquisition des 238 mailles de la couverture nationale 2015 (métropole + Corse), gérée par IGN, ADS et la cellule opérationnelle de la SRD Geosud sur la base de spécifications établies par IGN, s'est achevée avec succès le 2 novembre après avoir relâché à 2 reprises les contraintes angulaires. L'orthorectification des segments acquis a été menée en continue par IGN Espace afin de rendre accessible la mosaïque nationale avant la fin 2015, comme cela avait été fait pour la couverture 2014. Les segments unitaires orthorectifiés seront disponibles sur l'IDS V1 Geosud début 2016. Des acquisitions supplémentaires sur certains Rom-Com seront réalisées fin 2015 - début 2016.

De nouveaux référentiels planimétriques et altimétriques plus précis, fabriqués par IGN dans le cadre d'un partenariat avec ADS, ont été implantés dans le terminal Spot 6/7 à l'automne.

Au 15 novembre 2015, plus de 220 demandes d'acquisition à la carte ont été reçues et traitées, dont 205 pour des images Spot 6-7. Ces dernières proviennent très largement (93 %) de la communauté scientifique, le reste (7 %) venant d'acteurs publics. Plus des 2/3 de ces demandes ont pu être satisfaites par l'achat d'images Spot 6/7 déjà disponibles dans les archives ADS, le reste par des programmations spécifiques. 2/3 également de ces demandes ont porté sur des zones situées en dehors du cercle de visibilité de la SRD Geosud.

Les demandes scientifiques d'images ad-hoc Spot 6/7 (programmation ou archives) faites dans le cadre de la campagne 2015 se répartissent de la manière suivante entre les 3 pôles thématiques.

	Nb total de demandes ad-hoc Spot 6/7 en 2015	Nb demandes sans suite	Total crédits estimés	Nb moyen de crédits par demande déjà livrée au 15/11/2015
Theia	131	16	192.8	2.7
Form@ter	44	5	96.7	5.9
Océan	13	4	8.5	1.5
Total	188	25	298	3.4



Ventilation des demandes par type d'application

En matière de mutualisation, il ressort qu'une trentaine de demandes de 2015 ont pu être satisfaites avec des images des couvertures nationales Geosud (2010 à 2015), soit une économie de l'ordre de 50 à 65 crédits par rapport à des acquisitions via des programmations spécifiques des satellites en 2015.

De plus, les bénéfices de la mutualisation grâce à la licence « tous acteurs publics » jouent désormais à plein en ce qui concerne la réutilisation des couvertures nationales. A titre d'exemple, 1809 images de la couverture 2014 et 4700 dalles de sa mosaïque en 8 bits ont déjà été téléchargées par 196 utilisateurs différents via le portail Geosud et le Géoportail d'IGN, ce qui représente respectivement des facteurs de mutualisation de 12 pour les images et de 20 pour la mosaïque 8 bits.

Enfin, l'analyse des demandes en 2015 pour des images des couvertures nationales de 2010 à 2013 montre qu'il y a toujours un intérêt pour ces jeux de données pour des applications visant à mesurer des changements sur plusieurs années.

Le trimestre à venir va être consacré à la mise en ligne des produits issus de la campagne 2015 sur la nouvelle version de l'IDS Geosud et de la couverture nationale 2015 sur le Géoportail. La campagne 2016 pourra alors démarrer en travaillant cette fois en étroite coopération avec les pôles ForM@Ter et Océan pour arriver le plus rapidement possible à un dispositif national unifié d'accès à l'imagerie Spot 6/7 et Pléiades.

Pierre Maurel (Tetis / Irstea)

## Spot World Heritage

Spot 1 - 5 est un programme du Cnes dont le dernier satellite a fini son exploitation commerciale. Une nouvelle phase commence pour ce programme, appelée Spot World Heritage (SWH), dont l'objectif global est de rendre disponible les images présentant un intérêt pour le public.

Environ 25 millions de données Spot ont été acquises en 30 ans, entre 1986 et 2015.

- Environ 7 millions sont archivées au Cnes à Toulouse.
- Environ 13 millions sont archivées dans les stations de réception directes à travers le monde et sont en cours de transfert au Cnes à Toulouse.
- Environ 5 millions sont archivées dans les stations de réception directes à travers le monde mais ne seront pas facilement transférables à Toulouse (compatibilité de format, perte de données, ...)

Les données archivées à Toulouse ou dans les stations de réception ne peuvent pas être exploitées directement, elles doivent dans un premier temps être converties en données brutes ou en images orthorectifiées. L'objectif global de SWH est de rendre disponibles au public les données dans un format d'image approprié.

### Principes de SWH

SWH est un programme du Cnes considéré comme une contribution du Cnes aux pôles thématiques nationaux inter-organismes tels que Theia pour les surfaces continentales et Form@ter pour la terre solide.

Le Cnes a fait l'annonce de l'ouverture du Programme SWH le 17 janvier 2014 devant l'assemblée plénière annuelle du GEO à Genève. L'annonce faite est celle du démarrage du traitement d'un premier lot de 100 000 images à un niveau orthorectifié et de leur mise à disposition gratuite pour le public pour un usage non commercial.

Au même moment, un appel aux institutions internationales intéressées a été lancé pour contribuer au programme à travers le traitement d'un grand nombre d'images hébergées par les stations de réception à travers le monde. L'IRD a manifesté son intérêt et pourrait traiter les données des stations de la Guyane, La Réunion et celle de Geosud à Montpellier. Des discussions sont en cours avec la SANSa (Agence spatiale nationale sud-africaine) qui pourrait traiter les données Spot hébergées par leur station. D'autres stations de réception, comme par exemple en Australie, ont également manifesté leur intérêt.

### Statuts de production de SWH

Le Cnes a jusqu'à présent organisé le traitement de 200 000 images en collaboration avec Airbus Defence and Space (ADS). La répartition du travail est la suivante :

- Le Cnes spécifie les zones à traiter
- ADS produit les données de niveau 1A (images radiométriquement corrigées) à partir de la télémétrie brute archivée à Toulouse
- Le Cnes produit les images de niveau 1C (orthorectifiées)
- Le Cnes distribue les données sur le site Theia

Les images conformes à l'accord Cnes - ADS suivent les spécifications suivantes :

- Images multispectrales uniquement de Spot 1 à Spot 5
- Datant d'au moins 5 ans
- Archivées uniquement à Toulouse
- Quand la zone est spécifiée, l'ensemble de la série

temporelle est traitée si possible, avec un maximum de 50% de couverture nuageuse

- Distribuées pour un usage non-commercial uniquement.

La distribution des premières images SWH a commencé le 23 juin 2015 sur le site Theia. A ce jour, environ 45 000 images sur la France métropolitaine, issues de de Spot 1 à 5 de 1986 à 2010, sont disponibles sur ce site.

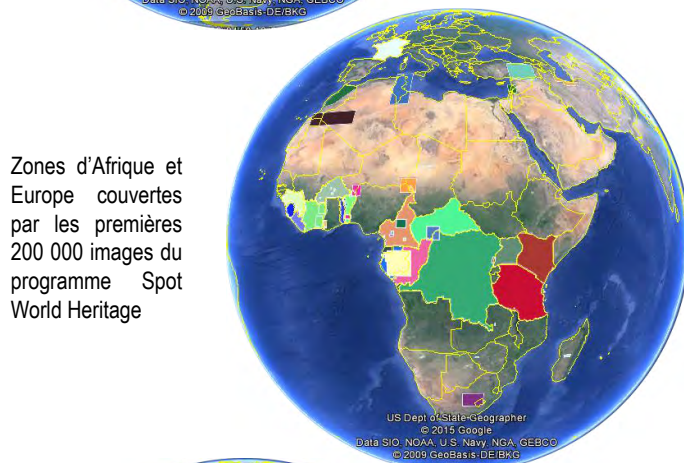
Les zones pour les images restantes du lot de 200 000 images ont été spécifiées avec l'aide de la communauté scientifique nationale et dans le cadre de programmes internationaux tels que Global Forest Observing Initiative à travers le groupe de travail du Ceos (Comité sur les satellites d'observation de la Terre) sur les catastrophes par exemple. Les zones couvertes sont présentées dans la figure ci-dessous : elles couvrent une petite partie de l'Europe (France et Danemark), des parties de la Tunisie, le Maroc, le centre de l'Afrique, la Turquie, l'Amérique centrale et d'autres sites à travers le monde.

A ce jour, 200 000 images ont été traitées au niveau 1A, le traitement au niveau 1C est en cours. Nous espérons avoir 200 000 images disponibles vers la fin du premier semestre.

Marc Leroy et Steven Hosford (Cnes)



Zones d'Amérique couvertes par les premières 200 000 images du programme Spot World Heritage



Zones d'Afrique et Europe couvertes par les premières 200 000 images du programme Spot World Heritage



Zones d'Asie et d'Océanie couvertes par les premières 200 000 images du programme Spot World Heritage

## PEPS la plateforme d'exploitation des produits Sentinelles

Dans le prolongement des missions Sentinelles contribuant au programme européen Copernicus, le Cnes, représentant de la France, a conclu le 18 mars avec ESA l'accord relatif à l'établissement du « site miroir » français : PEPS, la Plateforme d'Exploitation des Produits Sentinelles.



PEPS non seulement permettra de relayer au niveau national la diffusion des données pour les Sentinelles 1, Sentinelles 2, Sentinelles 3 des satellites récurrents A et B mais à terme « d'inviter » les traitements des utilisateurs près de ces données.

Ainsi PEPS contribue aux objectifs de Copernicus, notamment à la mise en place et au suivi des politiques sur l'environnement et la sécurité et satisfait les besoins d'accès aux échelles locale, nationale et globale.

PEPS offre aux utilisateurs institutionnels et scientifiques mais aussi industriels PME/PMI, des services innovants d'accès aux données des missions Sentinelles, afin de favoriser le développement industriel et la compétitivité des entreprises du secteur aval en observation de la Terre.

Sur la base des attentes exprimées par les utilisateurs, le Cnes, sur moyens propres, définit et met en œuvre PEPS en s'appuyant sur les capacités de son centre informatique doté des dernières technologies.

A terme, cette plateforme précurseur est appelée à évoluer vers un système européen intégré, coordonné au niveau européen et impliquant les industriels du Cloud.

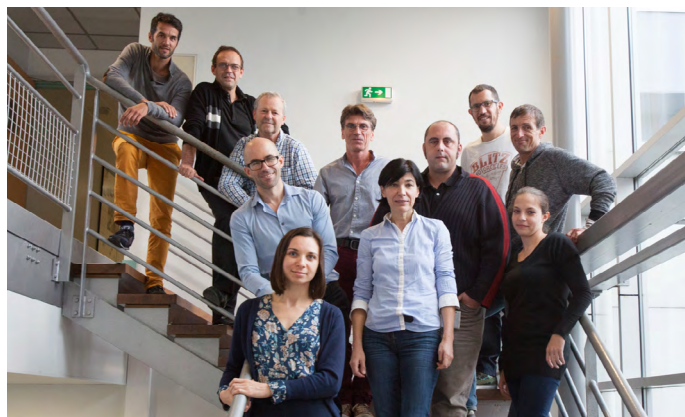
La communauté Theia profitera de PEPS, directement pour accéder à toute l'archive de données, via notamment la chaîne de traitement Muscate du Cnes qui accédera directement aux données Sentinelles 2 hébergées dans PEPS pour opérer les traitements de correction atmosphérique (niveau 2A) et les synthèses mensuelles (niveau 3A) sur les zones choisies par la communauté Theia. Ces nouveaux produits seront diffusés par le pôle Theia qui dispose d'espaces dédiés par incréments capacitaires sur l'infrastructure PEPS.



Salle d'exploitation PEPS © CNES/Frédéric MALIGNE, 2015

### PEPS met les produits Sentinelles 1A à votre disposition et bientôt Sentinelles 2A

Aujourd'hui PEPS est opérationnel et donne l'accès à la totalité de l'archive temporelle des produits Sentinelles 1A. Ces images radar des terres et des océans par tous temps, aussi bien de jour que de nuit, avec une résolution de 5 m, sont actuellement utilisées par une communauté en progression (250 comptes



Equipe PEPS © CNES/Frédéric MALIGNE, 2015

d'utilisateurs enregistrés à présent). Trois heures après l'acquisition, les produits Near Real Time sont disponibles sur PEPS. Vous pouvez effectuer des recherches, visualiser et télécharger les produits avec une interface « user friendly ».

Très prochainement, PEPS distribuera aussi les produits Sentinelles 2A et alimentera ainsi directement le centre Muscate permettant de générer des produits Sentinelles 2 corrigés des effets d'atmosphère et de nuages dans le cadre de Theia. La version suivante de PEPS démontrera sa capacité à réaliser des traitements « pré-câblés ». Dans un second temps des traitements plus conséquents s'exécuteront sur l'infrastructure Haute Performance du centre de calcul du Cnes.

Mireille Paulin (Cnes)

### Au cœur du HPSS

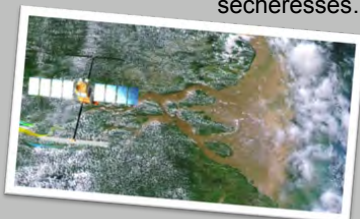
Une armoire de 1,7m x1,2m concentre 7 Pétaoctets de données correspondant à l'ensemble des données traitées des Sentinelles-1, -2 et -3 jusqu'en 2017. Les données sont stockées sur disque pour 2 Pétaoctets et sur bande sachant que cette capacité peut évoluer jusqu'à 20 Pétaoctets.



Afin d'optimiser les ressources, cette infrastructure de stockage, sera adaptée progressivement aux besoins et mutualisée à court terme pour répondre aux besoins de stockage de Theia.

## Deux missions dédiées à l'étude des cycles de l'eau et du carbone: Swot et Biomass

On cherche à évaluer les conséquences du changement global, comme à étudier les possibilités d'adaptation. On cherche à réduire les impacts environnementaux des systèmes de production intensifs, à proposer de nouveaux systèmes, innovants, durables et garantissant la sécurité alimentaire. On cherche de nouvelles voies de gestion environnementale des milieux, visant à limiter les risques de pollution ou de dégradation (qualité de l'eau, pollution et érosion des sols, émission de gaz à effet de serre, dispersion des pesticides...). On cherche à mieux gérer les ressources (eaux continentales, usage des sols, aménagement des paysages, maintien de la biodiversité) et les crises (inondations, incendies, tempêtes, sécheresses...).



Les cycles de l'eau et du carbone sont une cible privilégiée des efforts de recherche, dans la mesure où autour d'eux se dessine l'évolution (1) d'une ressource fondamentale dont la disponibilité ou l'absence régit la satisfaction directe des besoins humains et les conditions de la production agricole ; (2) d'un élément majeur dans la problématique du changement global, dont le bilan et la dynamique dans la biosphère terrestre (réservoirs et flux) sont encore très mal évalués.

## Swot et le cycle de l'eau

La dynamique des eaux continentales constitue un régulateur du fonctionnement des écosystèmes terrestres, aquatiques et côtiers, ainsi que des activités économiques des sociétés humaines (irrigation, industries, énergie, transport). Elle est très fortement impactée par le changement global : en premier lieu par les activités anthropiques et à moyen et long terme par le changement climatique. Le suivi de la dynamique des eaux continentales est donc un enjeu scientifique majeur pour la recherche sur le fonctionnement hydrologique des bassins et des réseaux hydrographiques, pour la recherche sur le cycle de l'eau global et le climat, et pour l'étude des relations entre hydrologie et écosystèmes. A terme vient s'ajouter un enjeu opérationnel pour la gestion des ressources en eau.

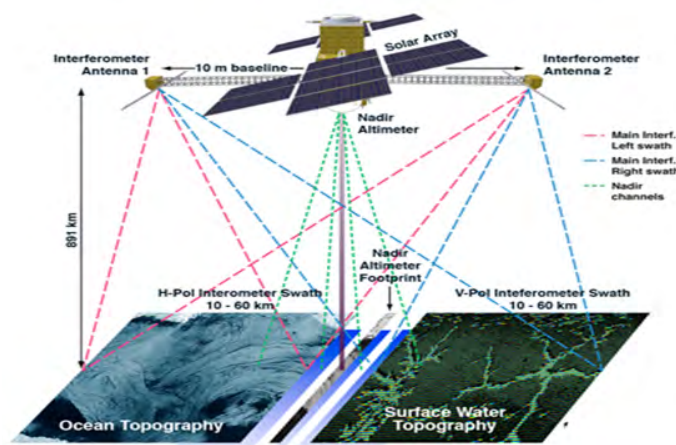
Moins de 0.1% de la totalité de l'eau de la planète est accessible à la consommation humaine via les rivières, ruisseaux, réservoirs et lacs.

Il existe plus de 300 millions de lacs qui ont une superficie supérieure à 0,001 km<sup>2</sup>. Seuls une dizaine de lacs ont une superficie comprise entre 10000 km<sup>2</sup> et 100000 km<sup>2</sup>. Or ce sont les petits lacs qui contribuent le plus à la variation globale du volume des lacs.

### Une mission ambitieuse et innovante

La mission Swot a pour objectif d'accéder à une nouvelle observable de la dynamique des eaux continentales : le **champ spatialisé des niveaux d'eau des fleuves, lacs et zones d'inondation**. Sur la base de l'héritage de l'altimétrie radar nadir, l'interférométrie spatiale à large fauchée en bande Ka (**instrument KaRIN**) devrait permettre de mesurer les niveaux d'eau continentaux sur une fauchée de 100 km de large (bande aveugle au nadir de 20 km de large) à une résolution (100 m) et avec une précision meilleure que décimétrique (centimétrique sur les océans), ainsi que de quantifier les pentes à une précision meilleure que le cm/km. Les données de la mission Swot doivent renseigner sur les variations temporelles de stock d'eau dans les hydrosystèmes de surface et sur les dynamiques d'écoulements.

Couplées à des modèles de géoïde de précision (Goce) et à des modèles numériques de terrain précis, elles doivent permettre une amélioration radicale des modèles hydrodynamiques fluviaux menant, selon des méthodes à fiabiliser, à des estimations des débits.

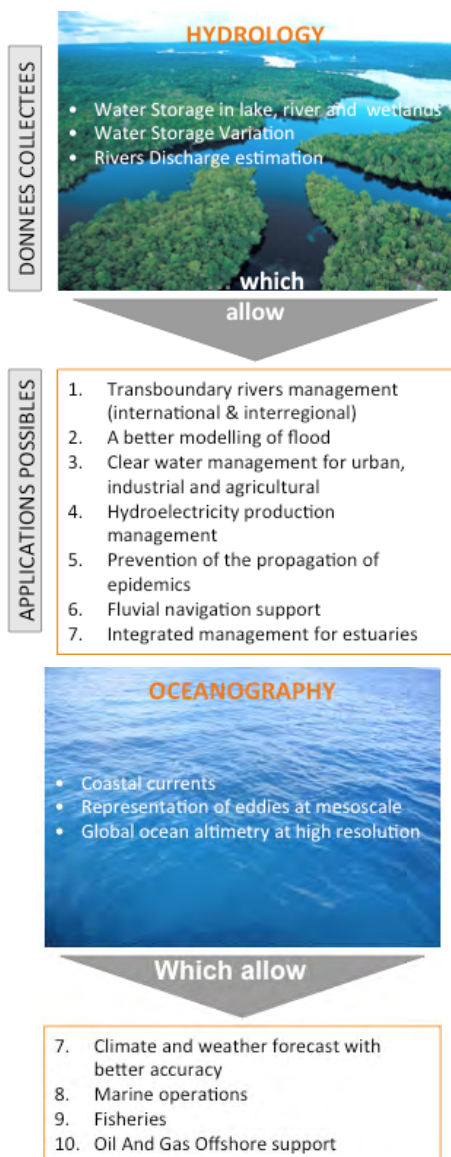


Mode de fonctionnement de Swot

Swot fournira un inventaire global de toutes les surfaces en eau continentales dont la surface est au moins de 250 m x 250 m (lacs, zones humides, réservoirs) et des rivières d'une largeur minimale de 100m (50m en objectif). Swot permettra de mesurer les variations de stock d'eau et de débit de fleuves à des échelles mensuelles, saisonnières et annuelles. Swot caractérisera la circulation mésoéchelle et sub-mésoéchelle des océans à des résolutions spatiales de l'ordre de 15km et plus.

La mission permettra à la communauté scientifique des hydrologues et hydrauliciens fluviaux de franchir un cap dans l'approche spatialisée des dynamiques fluviales, des échelles locales à l'échelle globale. Elle requiert au niveau national une collaboration étroite entre spécialistes des techniques spatiales radar et spécialistes de l'hydrodynamique fluviale, et une animation adaptée de cette double communauté. En effet, de par le caractère très innovant de cette mission – l'altimétrie à large fauchée –, des efforts importants en termes de développement algorithmique sont nécessaires pour accompagner la communauté dans la réalisation de produits hydrologiques complètement nouveaux.

La mission Swot présente également des intérêts spécifiques pour la communauté des océanographes pour l'étude de processus à fine résolution. Les interactions entre les deux communautés « hydrologie » et « océanographie » se concrétiseront particulièrement sur les zones côtières et sur l'estimation des exports d'eau douce des fleuves vers les océans.



## Mission Biomass : une première dans les mesures de la biosphère

La connaissance des flux de carbone entre l'atmosphère et la biosphère reste largement insuffisante, dans la mesure où les estimations associées à la partie continentale du cycle du carbone présentent d'énormes incertitudes. Pour mieux comprendre cette composante essentielle du cycle, il est important d'évaluer avec précision le stock de carbone des surfaces émergées ainsi que sa dynamique, et ce à l'échelle du globe, avec une méthodologie uniforme.

C'est l'objectif principal de la mission Biomass, de la mission Earth Explorer de l'ESA sélectionnée pour un passage en phase A suite au « User consultation meeting » de Lisbonne en janvier 2009.

### Evaluer les sources et puits de CO2

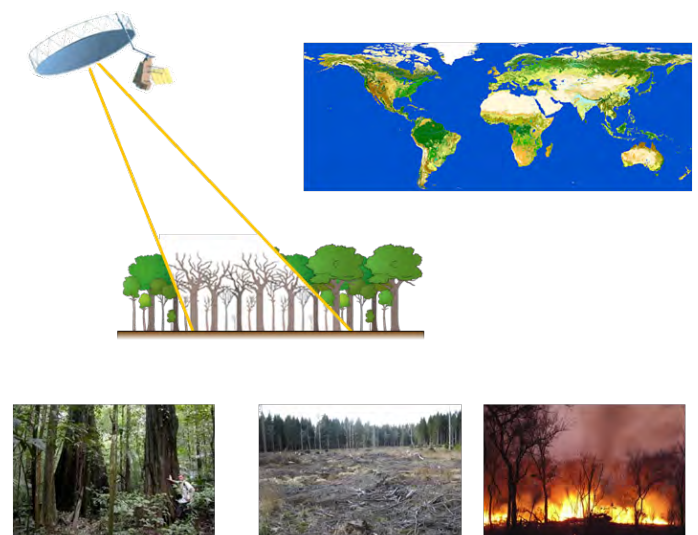
Le cycle du carbone a été fortement altéré par les activités humaines qui reposent, pour leur production d'énergie, en grande partie sur l'exploitation de ressources fossiles. Si les concentrations des différents gaz à effet de serre et leur évolution au cours du dernier siècle sont bien connues, la connaissance que nous avons des stocks de carbone que représentent les biomasses terrestres et océaniques est entachée d'une forte incertitude. De même, les sources et puits de ces gaz à effet de serre, et du CO2 en particulier, sont très difficiles à localiser et à quantifier. Bien évidemment, ces incertitudes qui pèsent sur l'évaluation des stocks, des sources et des puits est très pénalisante pour prédire l'évolution future des concentrations de ces gaz à effet de serre et donc du climat.

Il y a aussi derrière cette évaluation des sources et puits de CO2 des enjeux économiques et politiques importants, en particulier dans le contexte des taxes carbone et il est stratégique pour l'Europe de se doter d'une capacité à conduire ces propres évaluations si elle souhaite disposer d'éléments solides et indépendants dans les négociations qui ne manqueront pas de venir.

La mise en place du processus Redd (Réduction des émissions dues à la déforestation et à la dégradation) annexé à la convention Climat de l'ONU, est un enjeu économique fort des années à venir. Pour les pays de la ceinture tropicale, c'est un enjeu d'autant plus important qu'ils abritent de vastes massifs forestiers.

La déforestation participe fortement aux émissions de gaz à effet de serre, responsable du réchauffement climatique en cours. Ainsi, 17% des émissions mondiales de dioxyde de carbone, résultent de la déforestation et des changements apportés à l'occupation des sols.

En plus de l'impact de la déforestation sur le cycle du carbone, la transformation de la forêt tropicale humide en cultures et prairies



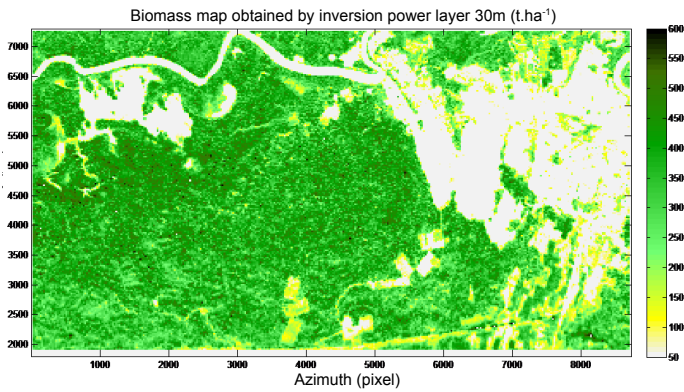
### Des enjeux applicatifs

Côté français, Swot a reçu un financement du PIA (Programme d'Investissements d'Avenir) en raison de son potentiel applicatif important et un programme préparatoire Swot aval a été mis en place pour préparer l'utilisation de ces données. Les enjeux applicatifs identifiés sont bien entendu sous adjacents aussi aux efforts scientifiques qui sont menés dès le début du développement de la mission.

Au-delà de la contribution scientifique à une meilleure compréhension du cycle de l'eau, bien que Swot soit avant tout un satellite scientifique qui va utiliser une nouvelle technologie jamais testée, il offre un fort potentiel de développement de nouvelles applications et services à impact économique et sociétal important.

Dans ce cadre, le Cnes, avec l'appui des finances publiques et du PIA, a mis en place un programme d'accompagnement, le programme préparatoire Swot Aval, visant à élaborer des produits adaptés aux besoins utilisateurs s'intégrant dans les services existants ou à venir, mais aussi à préparer les acteurs de l'eau à l'utilisation de ces données issues du spatial.

La dynamique nationale va se poursuivre et s'amplifier avec de nouveaux projets et un élargissement de la communauté à d'autres composantes et laboratoires. En effet, La nouvelle Science Team (ST) pour la période 2016-2019 a été sélectionnée en septembre 2015 suite à l'évaluation des projets par un comité d'experts conjoint avec des représentants de la Nasa. Plusieurs échéances importantes en 2016 pour le projet en particulier le passage en phases C et D.



Première carte de biomasse validée de la forêt tropicale (D. Ho Tong Minh et al., 2011)

diminue l'évapotranspiration et donc l'humidité de l'air, et modifie ainsi le climat régional.

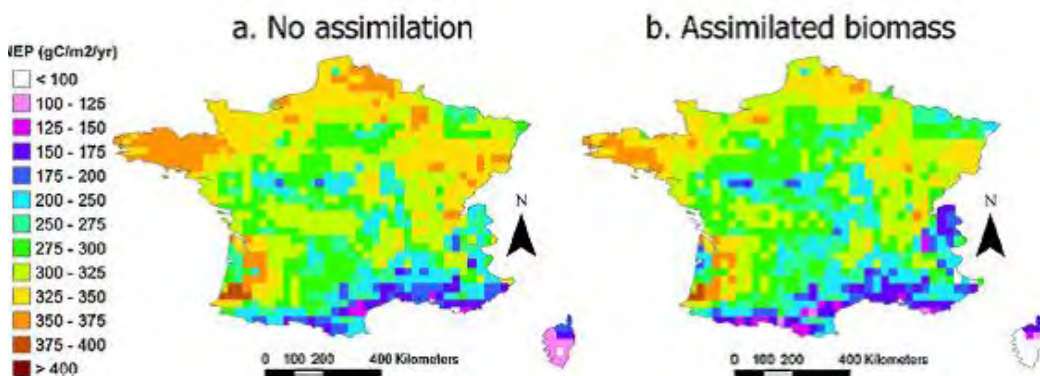
Le suivi de la couverture forestière et de sa biomasse à l'échelle du globe devient un défi important que seuls les satellites d'observation de la Terre puissent relever. Détecter la dégradation des forêts requiert les capteurs à haute résolution spatiale tels que Pléiades. Suivre l'avancée de la déforestation dans les forêts tropicales demande des systèmes à haute résolution temporelle tels que Sentinelle 1 et Sentinelle 2.

### Biomasse à l'horizon 2021

Cartographier la biomasse et la hauteur des forêts afin d'estimer les quantités de carbone stockées, et de suivre leurs variations, telle sera la mission du satellite Biomass à partir de 2020. Un objectif capital pour comprendre le rôle des forêts dans le cycle du carbone, leurs interactions avec le climat, et aussi leurs impacts économiques à l'échelle mondiale.

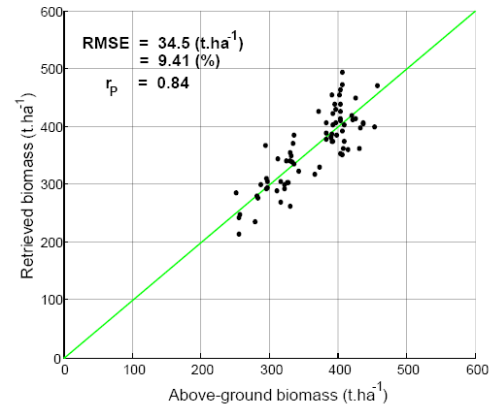
Le lancement de Biomass en 2021 a été instigué par le Cesbio (Centre d'Etudes Spatiales de la Biosphère) et son PI Thuy Le-Toan.

Biomass est la septième mission du programme Earth Explorer de l'ESA approuvée par les États membres de l'ESA, l'Agence spatiale européenne, ont donné leur feu vert à la réalisation de Biomass le 18 février 2015 au PB-EO de l'ESA. La mission embarquera un radar à synthèse d'ouverture à basse fréquence (bande P, de longueur d'onde de 70 cm). Il offrira une résolution spatiale de 50 à 100 mètres et une répétitivité de l'ordre de 17 jours. Ce type d'instrument, qui n'a encore jamais été mis en



Exemple de travaux de préparation : assimilation des produits Biomass dans le modèle ORCHIDEE (LSCE) pour le calcul des puits et sources de carbone

orbite, et les techniques innovantes telles que la tomographie radar, développées pour sonder la structure 3D des couverts, afin de mesurer leur biomasse et leur hauteur, constituent une avancée technologique sans précédent.



Une précision jamais atteinte par d'autres systèmes

### Engagement du Cnes pour Biomass

Lors du séminaire de prospective scientifique du Cnes en mars 2009, le CPS a recommandé un soutien fort du Cnes pour Biomass.

Soutenues par le Cnes depuis 2009, de nombreuses équipes en France ont été impliquées jusqu'à la phase B1 (définition de la mission) et continuent à se préparer à l'exploitation de ces nouvelles observations pour améliorer notre connaissance du cycle de carbone terrestre et son impact sur le climat.

Le support et la contribution du Cnes se sont situés à plusieurs niveaux :

- Campagnes de mesures (TropiSAR, TropiScat, AfriSAR, AfriScat) : Cesbio, EDB, Onera, Inra, Cirad
- Développement d'algorithmes (L2): Cesbio, Onera, IETR, Amap, OTIG, EDB, I.Fresnel, Tetis et en phase 0 Inra, IRD-Espace, LMTG, BRGM, Latmos
- Concepts d'exploitation de biomasse aux flux de carbone (L3,L4): LSCE, EDB, Cesbio

La communauté continue à se mobiliser en s'élargissant pour être au rendez-vous à l'horizon 2021 sur cet enjeu vous l'aurez compris ô combien important pour l'appréhension du changement climatique !

Selma Cherchali (Cnes)

D. Ho Tong Minh, T. Le Toan, F. Rocca, S. Tebaldini, M. M. d'Alessandro, and L. Villard, "Relating P-band SAR tomography to tropical forest biomass", IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol. 52, No. 2, pp. 967-979, Feb. 2014

### Bulletin Theia

Directeurs de publication : N.Baghdadi (Irstea) - M.Leroy (Cnes)

Conception - réalisation : S. Ayoubi (Theia)

Ont contribué à ce numéro : N.Baghdadi (Irstea), N.Bellec (GIS BreTel), S.Cherchali (Cnes), F.Christiaens (CVT AllEnvi), M.Diament (Université Paris-Diderot), F.Gaillard (Ifremer), O.Hagolle (Cnes), S.Hosford (Cnes), M.Leroy (Cnes), P.Maurel (Irstea), N.Papineau (IPSL), M.Paulin (Cnes), A.Podaire (Cnes), P.Rossello (GeographR), J.P.Sempère (IGN)

