



Potentiel de la télédétection et sources d'images

Cadres institutionnels et accès à la donnée spatiale



Plan

Le cadre national

- Des acteurs
- Des cadres
- L'offre spatiale française
 - les plateformes SPOT (publics)
 - les plateformes SPOT (privées)
 - les plateformes Pléiades (publics)

Le cadre européen

- Le programme Copernicus
- une constellation de satellites : les Sentinelles
- les missions contributives Copernicus (Haute résolution)

Les accès aux données (images satellites)

- les Archives SPOT (1-3-4-5) -> SWH
- les images SPOT6-7
- Pléiades et la délégation de service public
- les images Sentinelles
- les missions contributives

(Les accès aux produits (l'information géographique))

L'observation de la Terre : une nébuleuse complexe



Le cadre national

Des acteurs

Des cadres pour l'accès à la donnée

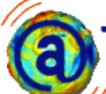
Des plateformes spatiales

Acteurs français

Les EPIC :

-  **cnés**
CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES
- 

Les pôles thématiques de données

-  **Theia** -> la surface
Pôle Thématique Surfaces Continentales
-  **ForM@Ter** -> la profondeur (Terre solide)

Les acteurs privés

- Airbus D&S-IT (Spot Image),
- THALES

Missions institutionnelles : servir : la recherche, les services de l'État, les collectivités, **les missions & besoins de service public**, mais aussi **développer les applications et le secteur marchand**

Constat de départ

- **Sous-exploitation** de l'imagerie spatiale par les acteurs publics et une partie de la communauté scientifique:
 - Coût
 - Formation
 - Accompagnement
 - Traitements
 - Peu de produits à valeur ajoutée disponibles à la communauté
- **Communauté scientifique peu structurée**

Une réponse : les pôles thématiques

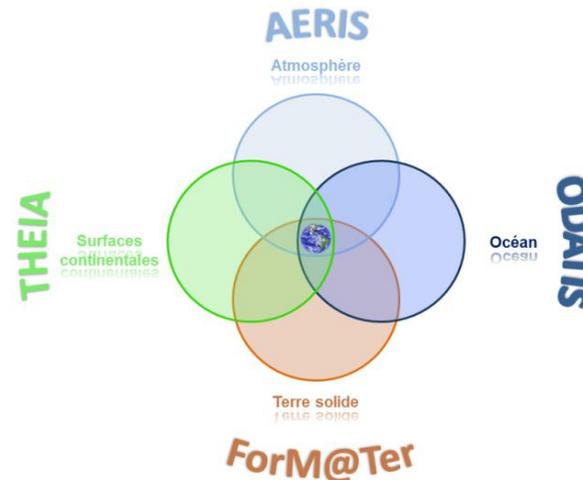
Le Pôle Thématique Surfaces Continentales

- Décembre **2012** : **naissance** du Pôle Thématique Surfaces Continentales Theia (une titanide fille du ciel et de la Terre)



- Structure **inter-organismes**, nationale, **scientifique et technique** : 11 institutions publiques françaises impliquées dans l'observation de la Terre et les sciences de l'environnement

- THEIA est l'un des **4 pôles thématiques nationaux**



Objectifs du pôle Theia

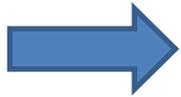
1. **Mettre en réseau et fédérer** les acteurs scientifiques
2. **Concevoir/valider des méthodes innovantes**, élaborer de produits thématiques
3. **Rapprocher scientifiques et utilisateurs** : rôle du Réseau d'Animation Régionale Theia
4. **Mutualiser bases de données / outils** : utilisation par une plus large communauté
5. **Promouvoir l'expertise nationale au niveau européen** :
 - Participation à des appels d'offre H2020
 - Positionnement de Theia comme collaborative ground segment (ESA)
 - Inscrire l'IDS Theia dans un réseau d'IDS européens

Contribuer à la construction d'une **filière institutionnelle nationale de télédétection spatiale** dans toutes les longueurs d'onde (traitement, distribution et accompagnement des utilisateurs)

Mise en œuvre de THEIA

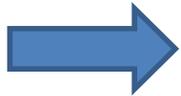
3 leviers

1. Les infrastructures de données et de services (IDS)



Les portails de données, de produits (services):
Geosud, PEPS, Géoportail IGN, (accès à la donnée)

2. L'offre de produits : coordonner et stimuler la recherche pour la réalisation de produits dérivés de l'imagerie spatiale :



Les Centres d'Expertises Scientifiques (CES)

3. Le travail en réseau : animer la communauté des utilisateurs au plan national



réseau d'Animations Régionales Theia (ART)



ART- Grand Est

Levier 3 : une animation nationale au travers du réseau d'Animation Régionale Theia (ART)

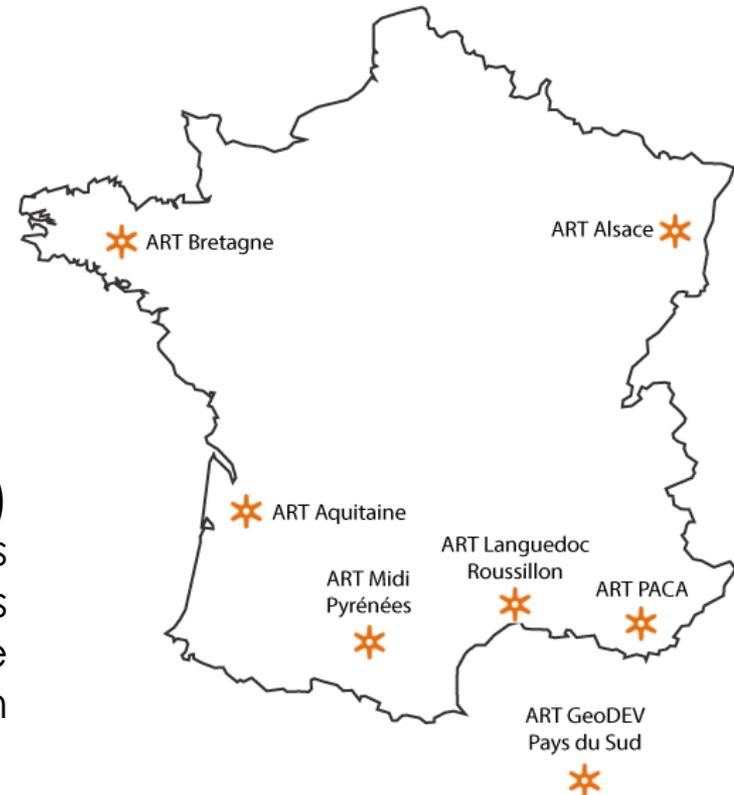
- **Mettre en réseau, fédérer et animer les utilisateurs** à l'échelle des régions, et participer aux efforts de **formation** de la communauté.
- **Promouvoir les ressources** Theia : images, données in situ, méthodes/algorithmes/produits thématiques et services issus des CES
- **Rapprocher scientifiques, acteurs publics et autres utilisateurs**
- **Accompagner** les utilisateurs
- **Remonter les besoins** des acteurs régionaux et leurs interrogations



Réseau d'Animations Régionales Theia (ART)

7 ART aujourd'hui

- ART Languedoc-Roussillon
- ART Midi-Pyrénées
- ART PACA
- ART Alsace -> **ART-Grand Est**
- ART Aquitaine
- ART Bretagne
- ART GeoDEV (IRD, CNES et CIRAD) s'adresse aux acteurs institutionnels français des ROM-COM, et des pays du Sud utilisateurs de ressources de l'Observation spatiale



Objectifs des ART

- Faciliter l'accès à la donnée image
- Renforcer les interactions entre CES et ART
- Développer la formation en régions

- Faire progresser l'analyse de besoins (retour terrain)
- Enrichir Theia par des données in situ collectées en régions

Développer les échanges entre les communautés :

- utilisateurs,
- chercheurs,
- développeurs de services



 **Discussion : quoi ? Comment ?**



Levier 2 : les produits dérivés des images i.e les Centres d'Expertise Scientifiques (CES)

- Un CES = **regroupements de laboratoires de recherche (et d'utilisateurs)** CES mono/multi-équipes, distribués sur une ou plusieurs régions
- Pour **développer des méthodes innovantes sur un sujet** du domaine «surfaces continentales»
- **Scientifiquement pertinent** : i.e basés sur méthodes validées
- **Opérationnellement pertinents** : i.e. validation utilisateur, ++

Objectif : des produits à valeur ajoutée avec éventuellement des services associés

www.theia-land.fr/fr/presentation/centres-d-expertie-scientifique-ces

Les services opérationnels : la finalité des Centres d'Expertise Scientifiques (CES)

CES → Service opérationnel si:

- ✓ Pertinent par rapport aux produits existants Copernicus/établissements/autres programmes structurants
- ✓ Intérêt pour la communauté des utilisateurs
- ✓ Degré de maturité suffisant
- ✓ Méthode employée généralisable
- ✓ Applicable à de grands territoires
- ✓ Intervention humaine limitée
- ✓ Ne nécessitant pas de données difficiles d'accès (licences, prix ...)
- ✓ Ressources disponibles

Production via: IDS THEIA ou Ressources de certains programmes internationaux ou Ressources organismes ou Fonds privé ou ...

Conclusion qui produit ?

Les 16 CES actuels

Amélioration de la mesure et paramètres biophysiques

- CES **Réflectance de surface**, intégrant les effets directionnels - *O. Hagolle et al.*
- CES **Albedo** - *Jean-Louis Roujean et al. / EMMAH (Oliosio, Baret, Courault, Weiss ...)*

L'eau dans tous ses états

- CES **Surface enneigée** - *S. Gascoin et al.*
- CES **Hauteur des lacs et rivières** - *J.F. Crétaux et al.*
- CES **Qualité des eaux continentales** - *J.M. Martinez et al.*
- CES **Humidité superficielle** - *Y. Kerr et al.*
- CES **Cartographie et suivi des surfaces en eau** - *H. Yesou et al.* <- A²S

La « chlorophylle » et sujets connexes

- CES **Variables végétales décamétriques** - *F. Baret et al.*
- CES **Evapotranspiration** : (1) basé sur le thermique - *A. Olioso / G. Boulet / D. Courault et al.*, (2) basé sur l'optique - *V. Simonneaux et al.*
- CES **Cartographie numérique des sols** - *Ph. Lagacherie et al.*
- CES **Biomasse forestière** - *Thuy Le Toan et al.*

Transverses (un peu (beaucoup) sur tout)

- CES **Occupation du sol** - *J. Inglada et al.*
- CES **Détection de changements à haute fréquence** - *P. Gançarski et al.* <- A²S

Les éléments anthropiques

- CES **Artificialisation-urbanisation des sols** - *E. Barbe / A. Puissant et al.* <- A²S
- CES **Surfaces irriguées** - *V. Demarez et al.*

Santé (épidémiologie)

- CES **Risques maladies à transmission vectorielle** - *A. Tran / E. Roux et al.*

Maturité des CES

CES déjà en phase production

- **Réflectance de surface Spot / Landsat / S2** : Olivier Hagolle (CNES/Cesbio) : positionnement européen Copernicus/ESA
- **Hauteur des lacs et des rivières** : Jean François Crétaux (Legos): positionnement européen COPERNICUS Global land service eau et neige (CLS)
- **Humidité superficielle SMOS** : Yann Kerr (CNES/Cesbio) et al.

CES mûrs pour prototypage et production

- **Occupation des sols** : Jordi Inglada (CNES/Cesbio)
- **Paramètres biophysiques de la végétation** : Frédéric Baret (INRA/Emmah)
- **Surfaces enneigées** : Simon Gascoin (CNRS/Cesbio)
- **Dégradation en zones forestières** : Thuy Le Toan (CNRS/Cesbio)

Exemple : le CES Occupation des sols (OSO)

OSO

- **Nomenclature** : de 15 à 20 classes (culture été, culture hiver, prairies, vignes, Forêt feuillus, forêt résineux, eau, vergers ...)
- **Résolution spatiale** : entre 10 et 20 m
- **Fréquence de mise à jour** : annuelle
- **Images d'entrée** : S1 et S2, Landsat, Spot 6/7, Pléiades
- **Gratuit, disponibilité rapide ...**

Comparaison

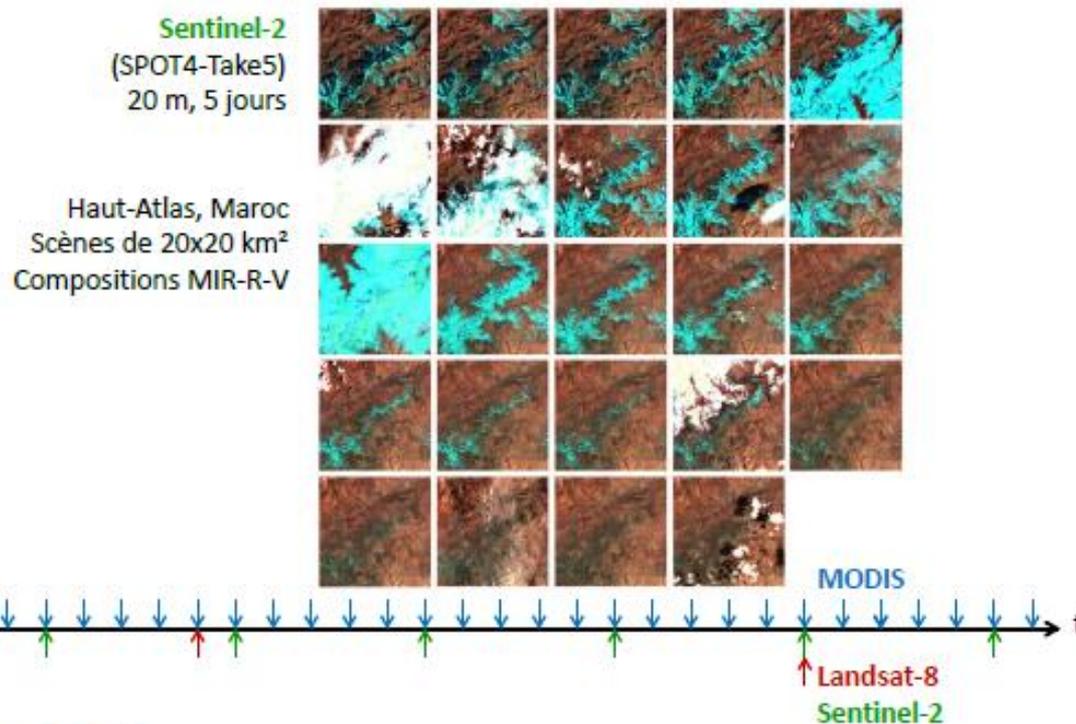
- **Corine LandCover** : résolution spatiale (25 ha) et fréquence de mise à jour plus faible
- **Produit Copernicus** : (1) Urban Atlas (0.25 ha) avec des étendues géographiques limitées; (2) high resolution layers avec nomenclatures simplifiées

Disponibilité (Beta)

- Cartes d'occupation des sols de la France métropolitaine de 2009 à 2011 sur la base de données Landsat 5.
- Début 2017: carte 2016



Exemple le CES surfaces enneigées



En 2017 cart

Résolution spatiale : 20 m

Fréquence de mise à jour : 5 jours

Images d'entrée : Sentinel-2,

Zone couverte : France Métropolitaine + autres sites S2 Theia

Levier 3 : Les infrastructures de données et de services (IDS) de THEIA

-> partie **accès aux données de l'exposé**
(pratiquement comment on fait)

Le pôle de données Terre Solide



- Plus récent que THEIA
- En cours de structuration
- Plus recherche
- Mais participe de la même logique : fédérer des chercheurs et aboutir à des produits et services pour les différentes communautés utilisateurs

Jean-Philippe Malet présente des exemples d'application dans le domaine des risques telluriques, ces développements relèvent du cadre ForM@Ter

Un « laboratoire » au service
de l'usage de la donnée spatiale

Une BD

- Des images satellite : PLEIADES, SPOT, Landsat8, Sentinels, Terrasar, Radarsat, Alos-2, Cosmo
- Des produits satellite intercomparables et superposables à la BD ortho IGN
- L'accès à des images satellites de catalogues externes
- Des données exogènes : MNT, mesures in-situ, GCP, shapefiles
- Des produits dérivés, élaborés par les acteurs des sites

Sur des sites sélectionnés

- ◆ Choix sur appel à propositions CNES
- ◆ Le CNES comme animateur et support : gestion de projet, expertise technique (méthodologie) et thématique

Avec pour objectifs

- ◆ De favoriser l'émergence de méthodes et d'applications novatrices
- ◆ De soutenir la recherche
- ◆ Promouvoir le développement d'usages par les acteurs publics

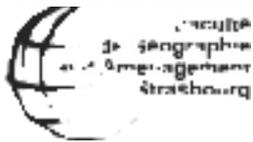
4 Sites sélectionnés : Bretagne, Alpes, **Alsace**, La Réunion

Site Kalideos Alsace

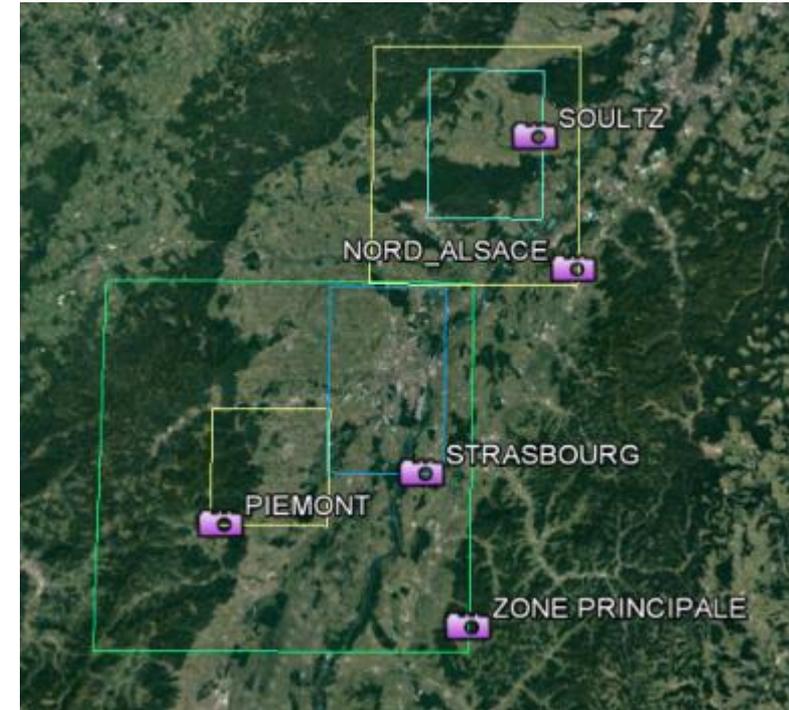
Thématiques

- Hydrologie
- Risques
- Ressources
- Cartographie et aménagement
- Forêt

Consortium



Site Kalidéos Alsace



30 images acquises sur les 5 sites en 2016

L'offre spatiale française

- les plateformes SPOT (publics)
- les plateformes SPOT (privées)
- les plateformes Pléiades (publics)

Les plateformes SPOT 1 à 5 (publiques)

Satellites civils

Instrument : optique, visible, plus proche infra rouge

Résolutions : de 10 m à 2,5 m

Fauchée: 60 km (dans une bande de 950 à 2000 km)

Capacités stéréo dès 1986, puis dédiée SPOT5

SPOT 5 désorbité en 2015



Financement

- les satellites : public (~2 Md€)
- le segment sol : privé

Distribution des images : exclusive Spot Image (Airbus Défense & Space -IT)

1986 -> 2015 : plus de 30 Millions d'images

Une formidable archive
1986 - 2015

Les plateformes SPOT 6 & 7 (privées)

Satellites civils

Instrument : optique, visible + proche infra rouge

Résolutions : 2 m (1,50 m)

Fauchée: 60km

Agilité, stéréo

Réactivité (instant tasking)

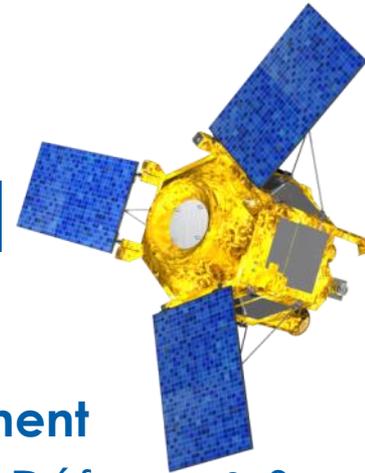
Revisite quotidienne

-> 6 Millions de km²/ jour

Disponibilité des produits : 1 heure après réception

SPOT6

2012



SPOT7

2014



Financement

- Airbus Défense & Space
- coût du programme

Distribution des images :

Airbus Défense & Space - IT

*Précision et large champ pour le suivi des territoires
une combinaison efficace*

Le système Pléiade (public)

Satellite civil & militaire (Dual)

Instrument : optique, visible + proche
infra rouge

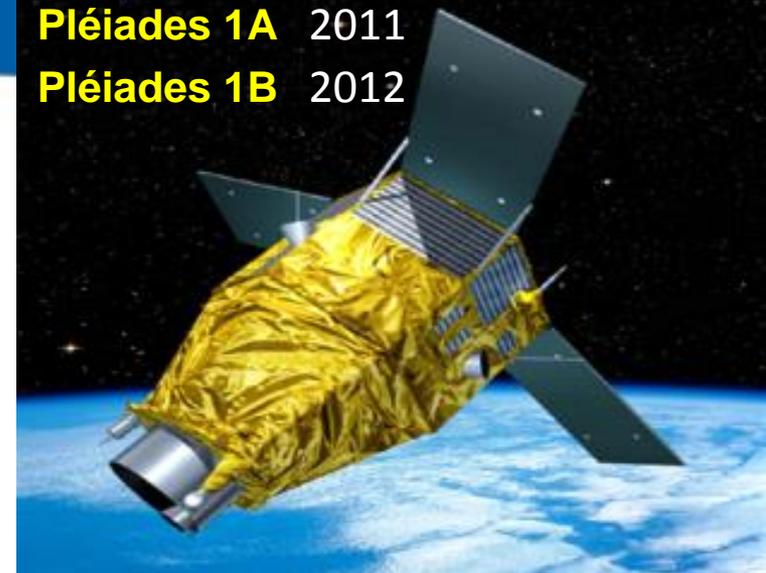
Résolutions : 70 cm (50 cm)

Fauchée: 20km (mosaïque 100 x
100km)

Sensibilité, agilité, capacité tri stéréo
réactivité (3 plans/jour)

Pléiades 1A 2011

Pléiades 1B 2012



Financement

- public
- coût du programme 750 M€

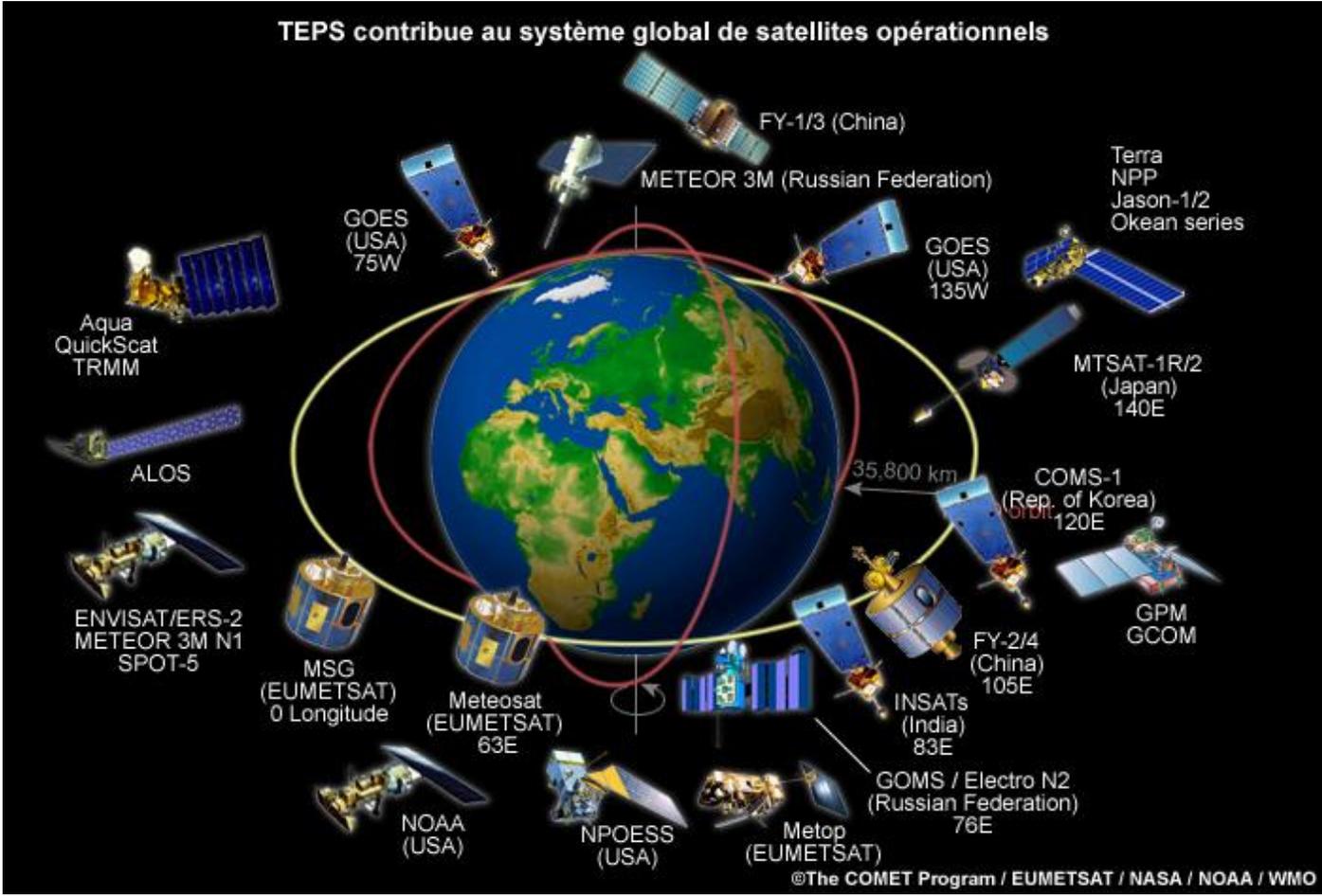
Distribution des images : exclusive
Airbus Défense & Space-IT



Le cadre européen

- Le programme Copernicus
- une constellation de satellites : les Sentinelles
- les missions contributives Copernicus (Haute résolution)

La surveillance – le monitoring continu une nécessité



Copernicus le cadre européen

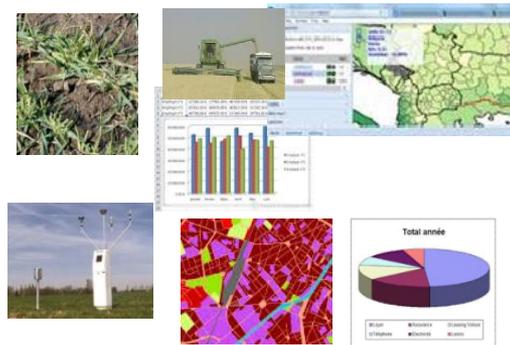
Des besoins globaux :

- gérer l'environnement
- réduire les impacts du changement climatique
- assurer la sécurité civile

4,3 Mds d'€ 2014-2020

Réponse européenne un système intégré de surveillance à 3 composantes

Composante in situ



athmosphère, terre, mer

Composante spatiale



Constellation Sentinelle

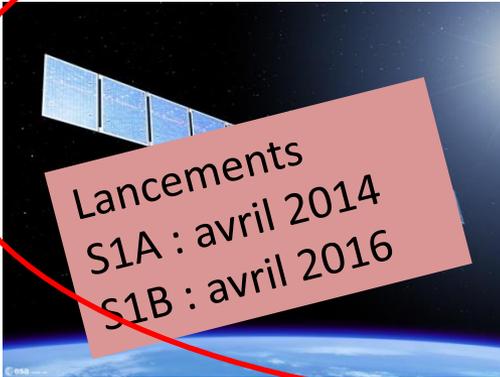
Composante services



Services Copernicus

Copernicus, la composante spatiale : le système Sentinelle

**Sentinel 1
radar**



**Sentinel 2
optique**



**Sentinel 3
spectro & altimètre**



Sentinel 4

chimie de l'atmosphère



Sentinel 5

chimie de l'atmosphère



Sentinel 6

Altimétrie - océanographie



Sentinelle 1 et Sentinelle 2

Sentinelle 1 (radar):

fauchée

résolution

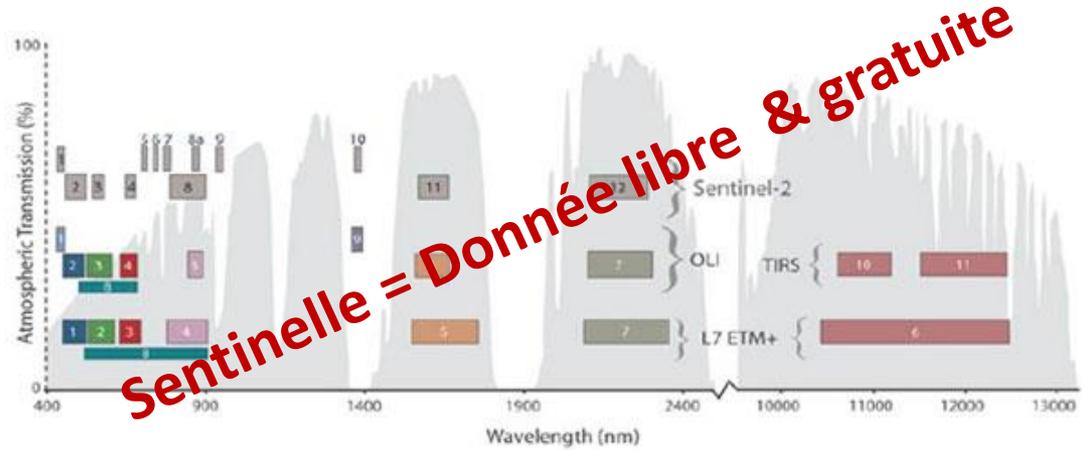
➤ Mode 1 = Strip Mode :	80 km	5 x 5m
➤ Mode 2 = Interferometric Wide Swath (Land)	250 km	5 x 20 m
➤ Mode 3 = Extra-Wide Swath Mode :	400 km	20 x 40 m
➤ Mode 4 = Wave Mode (Océans)	20 x 20 km	5 x 5 m

Revisite (2 sat.) : 6 jours, couverture mondiale (mode, format : IW L-SLC)

Sentinelle 2 (optique):

Multispectral : 13 bandes
 Résolution : 4 x 10 m (visible + PIR), 6 x 20m, 3+ 3x 60m

Revisite (2 sat.) : 5 jours, couverture mondiale des terres émergées)



Exploitation opérationnelle :
 il faut construire les outils automatisés de traitement de flux massifs d'image (A²S)

Copernicus : les missions contributrices

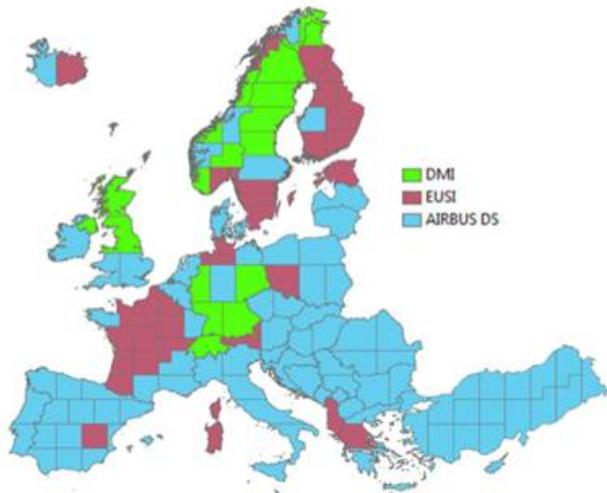
La couverture submétrique de l'Europe sur 3 ans

-> besoins EEA (Agence Européenne pour l'environnement)

- Première couverture 2015; sera reproduite en 2018 et 2021
- Accessible gratuitement à tous les institutionnels européens
- Données commerciales FR, US, UK, SP à 50 cm (plusieurs dizaines de M€)

Couverture Europe

DMI, EUSI, ADS



Couverture de la France

via EUSI



via ADS

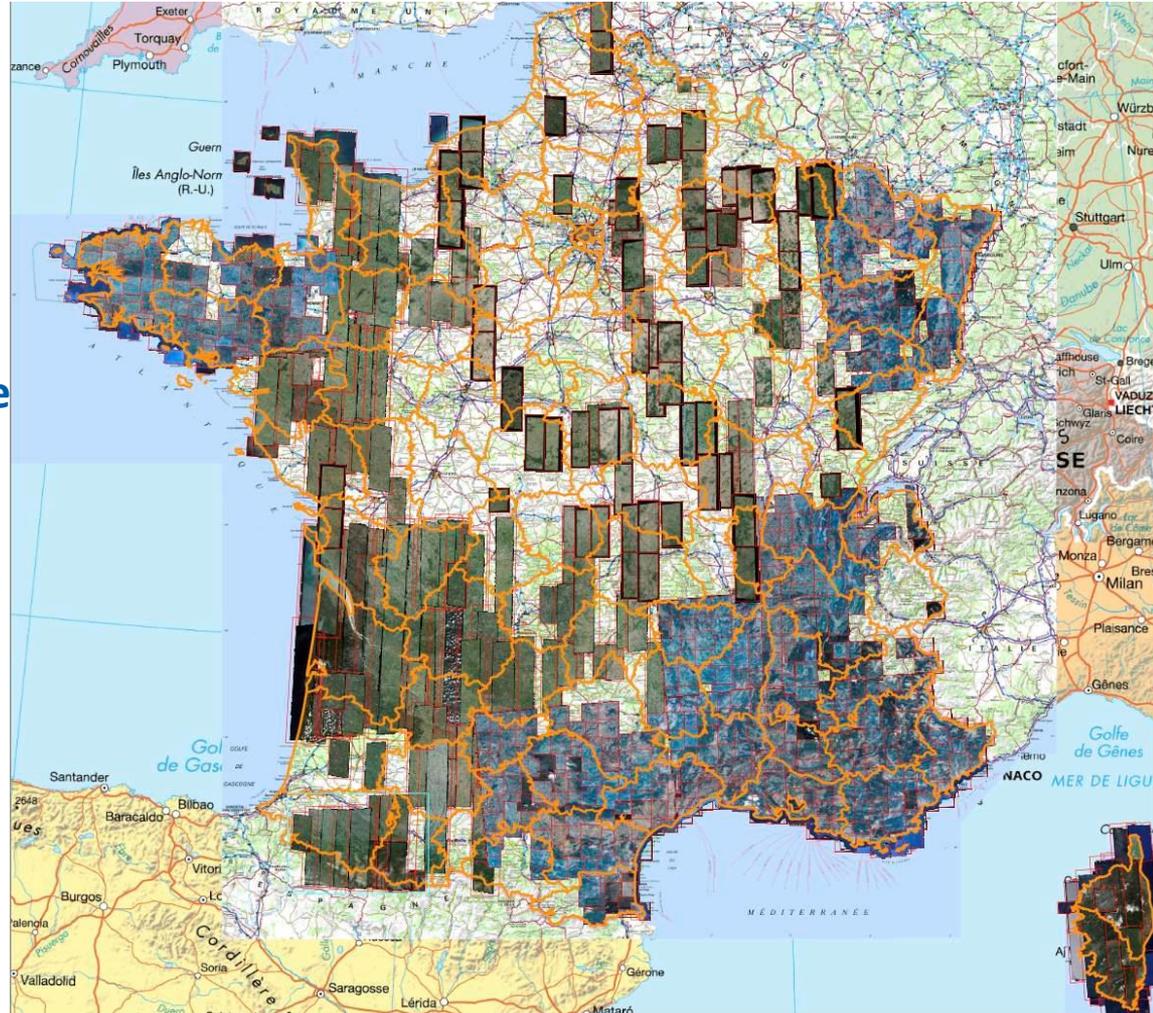


Zoom missions contributrices, état des lieux(hier) pour la France couverture 2015

Images bleutées : ADS
Images gris-beige : EUSI

La couverture complète est acquise

La carte montre ce qui est en ligne



Les accès aux données - images

- les Archives SPOT (1-3-4-5) -> SWH
- les images SPOT6-7
- Pléiades et la délégation de service public
- les images Sentinelles
- les missions contributrices

Accès aux archives SPOT : le programme SWH

Objectif : exploiter l'archive SPOT (30 ans)

Phase 1 dans le cadre de THEIA : 100 000 images 1A orthorectifiées disponibles sur Theia

- <http://www.theia-land.fr/fr/produits/spot-world-heritage>



Phase 2 à venir : retraitement de toute l'archive de télémétrie.

Projet à part entière, avec/sans les pôles thématiques ?, utilisation grille Sentinel-2

Accès aux couvertures nationales SPOT 6/7

Station de réception directe GEOSUD

- Antenne multi-missions (CPER/FEDER LR) + terminal multi-missions (Equipex)
- Décision multi-organismes de recevoir en premier SPOT 6-7 (complémentaire de Pléiades, Landsat, Sentinelle)
- Marché 2015-2019 d'un volume de base de télémétrie (consortium ouvert de 6 organismes, 600 K€/an) extensible via des contributions supplémentaires (CIRAD, CNES, CNRS, IGN, IRD, Irstea)
- Acquisitions France et monde entier (archives Airbus ou nouvelles programmations)



Couvertures nationales SPOT6/7

- Images brutes et orthorectifiées produites en 2 heures par GEOSUD/Theia
- Mosaïque couvertures nationales produites et diffusées par IGN (2014-2015-2016), dallage 3 x 3 km, accessibles en mode flux (WSM)
- Accès « gratuit » à tous les adhérents GEOSUD/Theia (scientifiques et acteurs publics Fr) et privés pour activités non commerciales dont R&D

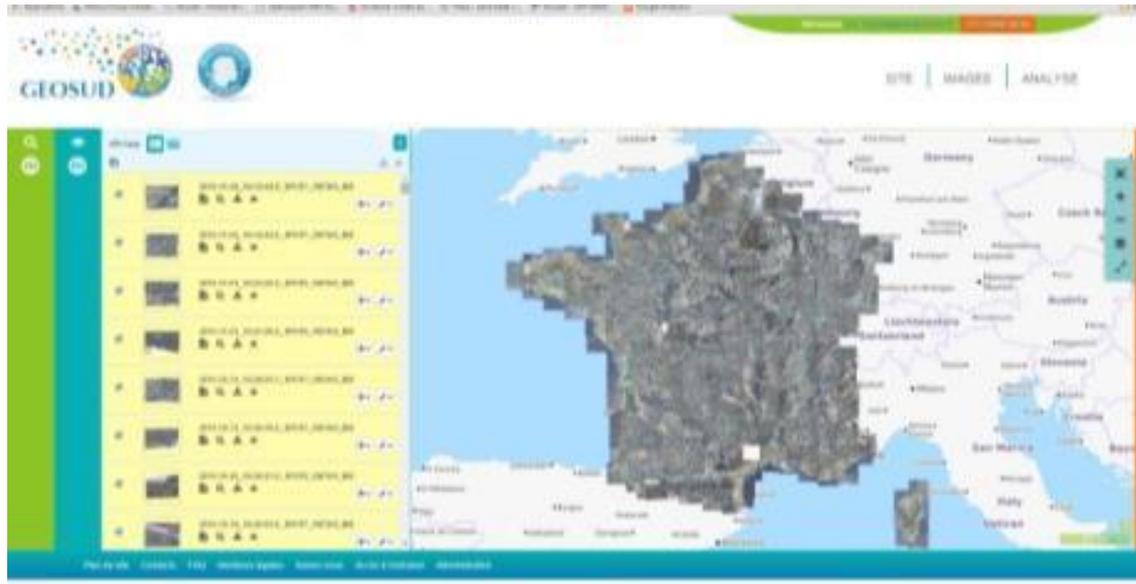


Hier : mise en ligne de la couverture annuelle complète orthorectifiée par l'IGN de la France métropolitaine de 2016 à partir d'images S6/7

Modalités d'accès aux images SPOT 6/7

Point d'accès SPOT 6-7 :

- www.satelliteimageaccess.teledetection.fr



À côté de la couverture nationale les demandes ad-Hoc
Traitement des demandes ad-hoc (= hors couverture nationale)

- Instruction des demandes SPOT 6/7
GEOSUD Montpellier pour Recherche

Pléiades et sa Délégation de Service Public

Délégation de Service Public CNES - ADS Intelligence

- 40% des ressources du système (acquisition, production) sont réservés en priorité aux Utilisateurs Institutionnels Autorisés (UIA)
- Prix coutant : tarif 2015 (archive : 4,05 €/km²; programmation : 5,22 €/km²)

Licence permettant la redistribution gratuite à tout organisme institutionnel français.

Prix commerciaux données très haute résolution : 10 à 50 €/du km²

UIA : un Utilisateur Institutionnel Autorisé est un utilisateur appartenant à une entité institutionnelle publique utilisant le système Pléiades pour des services non marchands.

Les entités institutionnelles publiques comprennent l'ensemble des services ou organismes rattachés aux différentes administrations centrales et locales : EPA, EPIC, EPST, EPLE, EPSCP, EPCS, EPCC, EPCI, SIVU, SIVOM, EPS, OPA, SDIS, SPL, SEM, GIP, GIS, UIA,

Instruction des demandes Pléiades

➤ **Soumission des demandes (ad-Hoc)**

- Formulaire de demandes d'images
www.satelliteimageaccess.teledetection.fr

➤ **Accord de partenariat CNES-IGN :**

- IGN recueille et mutualise les demandes des institutionnels nationaux sur le territoire national
- IGN géo-référence et met à disposition ces données

➤ **Points d'accès Pléiades :**

- Recherche d'archives et téléchargement : www.geosud.ign.fr
- Archives CNES : www.theia-land.fr
- Nouveau GéoPortail : rubrique fonds de carte « territoires et transports»

Accès aux données européennes



➤ Accès aux images Sentinelles :

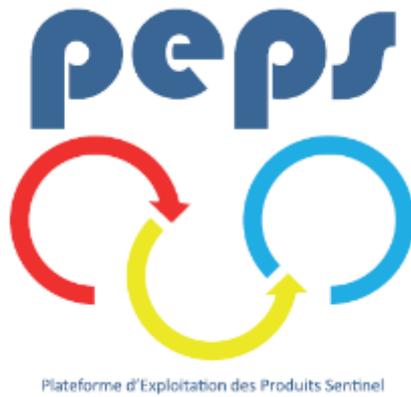
- **Politique de données libre et gratuite**
- Dissémination équitable et cohérente des données
- Site ESA : <https://spacedata.copernicus.eu>
- Initiative française: PEPS (Plateforme d'Exploitation des Produits Sentinelles) <https://peps.cnes.fr>



➤ Missions contributrices :

- accès gratuit aux acquisitions les plus récentes (à partir de 2015) pour les institutionnels, après authentification comme UIA
- Site ESA : <https://spacedata.copernicus.eu>

Remarque : IGN prévoit de produire une version superposable à la BD sous forme d'une mosaïque ortho à 50cm de résolution en 2017



42

la plate-forme française de distribution des données
Sentinelles 1, 2 et 3 de Copernicus
accès libre & gratuit, systématique, pérenne... pour les
acteurs publics et privés
→ développer la valeur ajoutée et le secteur (les
services...) aval

plate-forme intégrée européenne (IGS) prévue en
2018

...impliquant l'industrie du Big Data, du cloud

Résumé : les portails nationaux

GEOSUD et THEIA

Le projet EQUIPEX GEOSUD, sélectionné dans le cadre de l'appel à projets « Equipements d'Excellence » du Programme Investissements d'Avenir (2015) vise à développer une infrastructure nationale de données géospatiales accessible par les communautés scientifiques et de terrain, capable d'exploiter toutes les données géospatiales disponibles et de les intégrer de manière optimale, dans un objectif de « FAIR » et d'ouvrir le monde de la donnée géospatiale et de la cartographie aux acteurs du territoire.

L'INSTITUT

ACTIVITÉS

Géodésie et aèviement

IMAGERIE AÉRIENNE ET SATELLITAIRE

Theia Plateforme Nationale des Données Géospatiales

ACCUEIL
THEIA
PROJETS
PRODUITS
THÈMES
UTILISATEURS
LIRE D'INFORMATION

HYDROWEB
L'ALTIMÉTRIE DES LACS ET RIVIÈRES

PEPS

peps

Plateforme d'Exploitation des Produits Sentinel

Accueil Explorer A propos Aide Se connecter S'inscrire

Chercher...

Les accès aux produits (l'information géographique issue du spatial)

Pour mémoire : les Produits THEIA

CES Réflectance de surface, intégrant les effets directionnels - *O. Hagolle et al.*

CES Albedo - *Jean-Louis Roujean et al. / EMMAH (Oliosio, Baret, Courault, Weiss ...)*

CES Variables végétales décamétriques - *F. Baret et al.*

CES Occupation du sol (incluant cartographie physiologique de la végétation naturelle) – *J. Inglada et al.*

CES Surfaces irriguées – *V. Demarez et al.*

CES Evapotranspiration : (1) basé sur le thermique – *A. Oliosio / G. Boulet / D. Courault et al.*, (2) basé sur l'optique – *V. Simonneaux et al.*

CES Cartographie numérique des sols - *Ph. Lagacherie et al.*

CES Biomasse forestière - *Thuy Le Toan et al.*

CES Surface enneigée - *S. Gascoin et al.*

CES Hauteur des lacs et rivières - *J.F. Crétaux et al.*

CES Qualité des eaux continentales – *J.M. Martinez et al.*

CES Humidité superficielle – *Y. Kerr et al.*

CES Cartographie et suivi des surfaces en eau – *H. Yesou et al.*

CES Artificialisation-urbanisation des sols - *E. Barbe / A. Puissant et al.*

CES Détection de changements à haute fréquence - *P. Gançarski et al.*

CES Risques maladies à transmission vectorielle - *A. Tran / E. Roux et al.*

Les services publics européens

Suivi des compartiments du système Terre



Surfaces continentales



Océans



Atmosphère

Services transverses



**Situations
d'urgence**



Sécurité

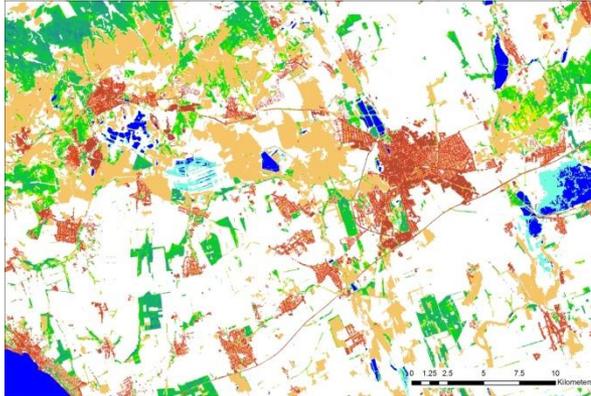
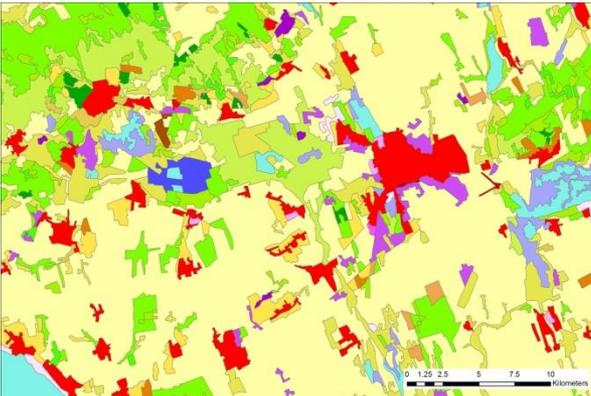
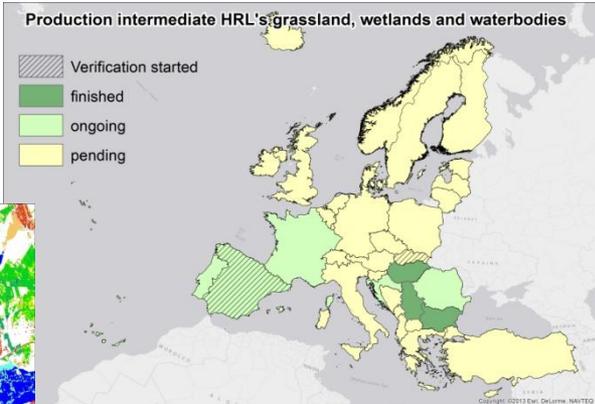
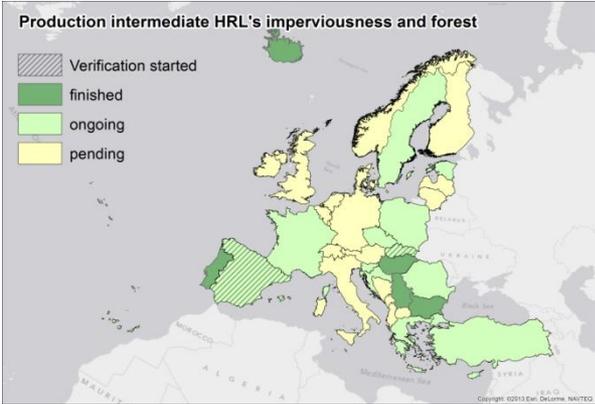


**Changement
climatique**

Gestion des territoires

Corine Land Cover

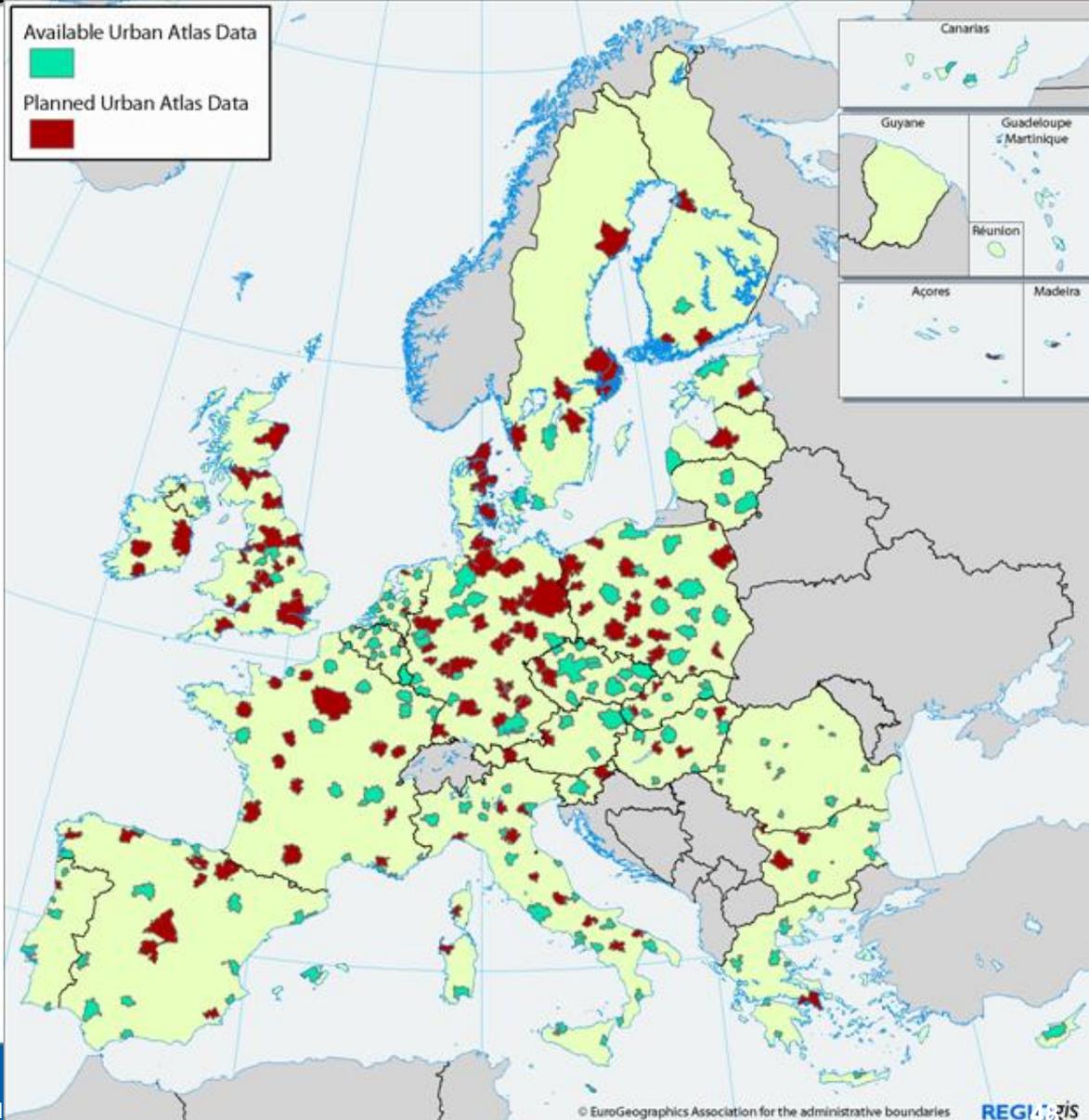
2012 après 1990, 2000 & 2006



Gestion des territoires

Urban Atlas

Plus de
200 agglomérations
européennes



Perspectives

Il y a beaucoup de données accessibles gratuitement

- il faut s'en saisir

L'accès aux images est en progrès, il reste de la marge de progression

- multiplicité des points d'accès ,cela reste complexe pour l'utilisateur
- financements actuels limités dans le temps (EQUIPEX -> 2019)

Les nouvelles constellations de satellites comme Sentinelle posent le problème de l' **accès - exploitation des flux massifs d'images** (en temps réel) :

- en termes d'outils
- en termes d'applications matures
- en termes de compétences

Merci pour votre attention