



APSEM2019 : éco-systèmes pour la science ouverte et recherche par les données

ENSEEIHТ Toulouse
vendredi 18 octobre 2019

Infrastructure de Recherche DATA TERRA Pôles de données et services pour le système Terre



Frédéric Huynh, directeur IR Data TERRA



Contexte et Enjeux

La Terre : un système complexe ...

La Terre, a fascinating but complex system:

- numerous geophysical, geodynamic and environmental processes,
- very variable spatial and temporal scales,
- many interactions, within and between its various compartments: *inner Earth, land surfaces, ocean, atmosphere, (and interactions with anthroposphere and also Universe...)*



After O. de Viron



Understanding these geophysical, geodynamic and environmental processes, demands analyzing numerous and very large datasets (*satellite, in situ, campaigns, long term observations but also experimentation results, model outputs, ...*)

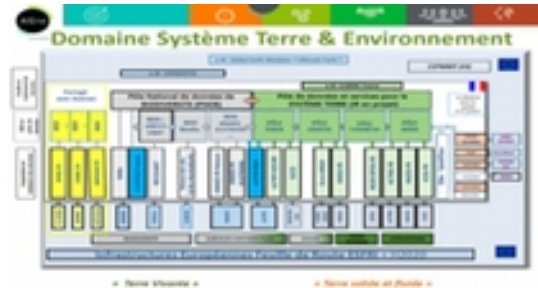
Pour comprendre et appréhender le système Terre dans toute sa complexité, les scientifiques ont besoin d'accéder à des données, produits et connaissances

Contexte de la création de l'IR Data TERRA

- **Groupe de réflexion** « pôles thématiques en Observation de la Terre » 2012-2014 – CNES-CNRS/INSU, ... - *nouveaux besoins et enjeux scientifiques ; fédérer et intégrer les pôles thématiques en pôles de données et de services au sein d'une infrastructure de recherche nationale*



- **Feuilles de route nationale IR/TGIR – MESRI** contribution domaine « système Terre et Env. »



ROADMAP 2018
ESFRI

- **Open science / open data**

- **Européanisation des infrastructures de recherche** (ESFRI...) et des **services d'accès** aux données spatiales et in-situ *EOSC, COPERNICUS, ...*



- **Internationalisation des dispositifs de partage des données et services** (GEO, GO FAIR, ...) autour des enjeux Changements Globaux et du Développement Durable



Positionnement par rapport aux grands enjeux scientifiques, économiques et sociétaux liés aux infrastructures de recherche du domaine **Système Terre et Environnement**

D'après Elisabeth Vergès, MENESR-DGRI-SSRI-A1

Atmosphère

Surfaces continentales

- Réchauffement climatique
- Pollution de l'air
- Usages et qualité de l'eau
- Dégradation des sols
- Submersion
- Risques (hydro-climatique, telluriques, ...)
- Pressions sur les ressources
- Acidification de l'océan
- Erosion de la biodiversité
- Gestion durable des forêts / déforestation
- ...



- Environnement
- Santé
- Ressources
- Risques naturels
- Sécurité
- Migrations
- ...

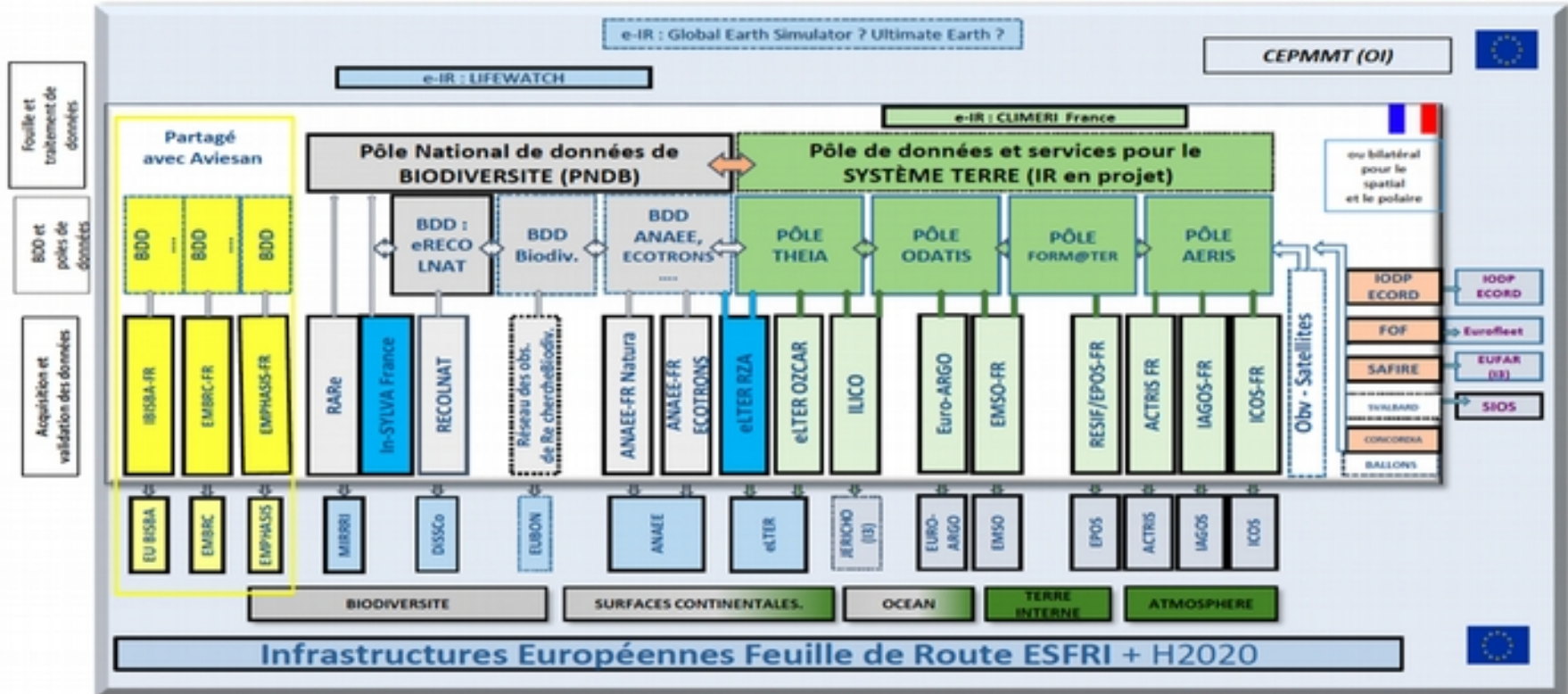
Océan

Terre solide

D'après Elisabeth Vergès, MENESR-DGRI—SSRI-A1



Domaine Système Terre & Environnement



« Terre Vivante »

« Terre solide et fluide »

Positionnement par rapport aux grands enjeux scientifiques, économiques et sociétaux liés aux infrastructures de recherche du domaine Système Terre et Environnement

sabeth Vergès, MENESR-DGRI—SSRI-A1

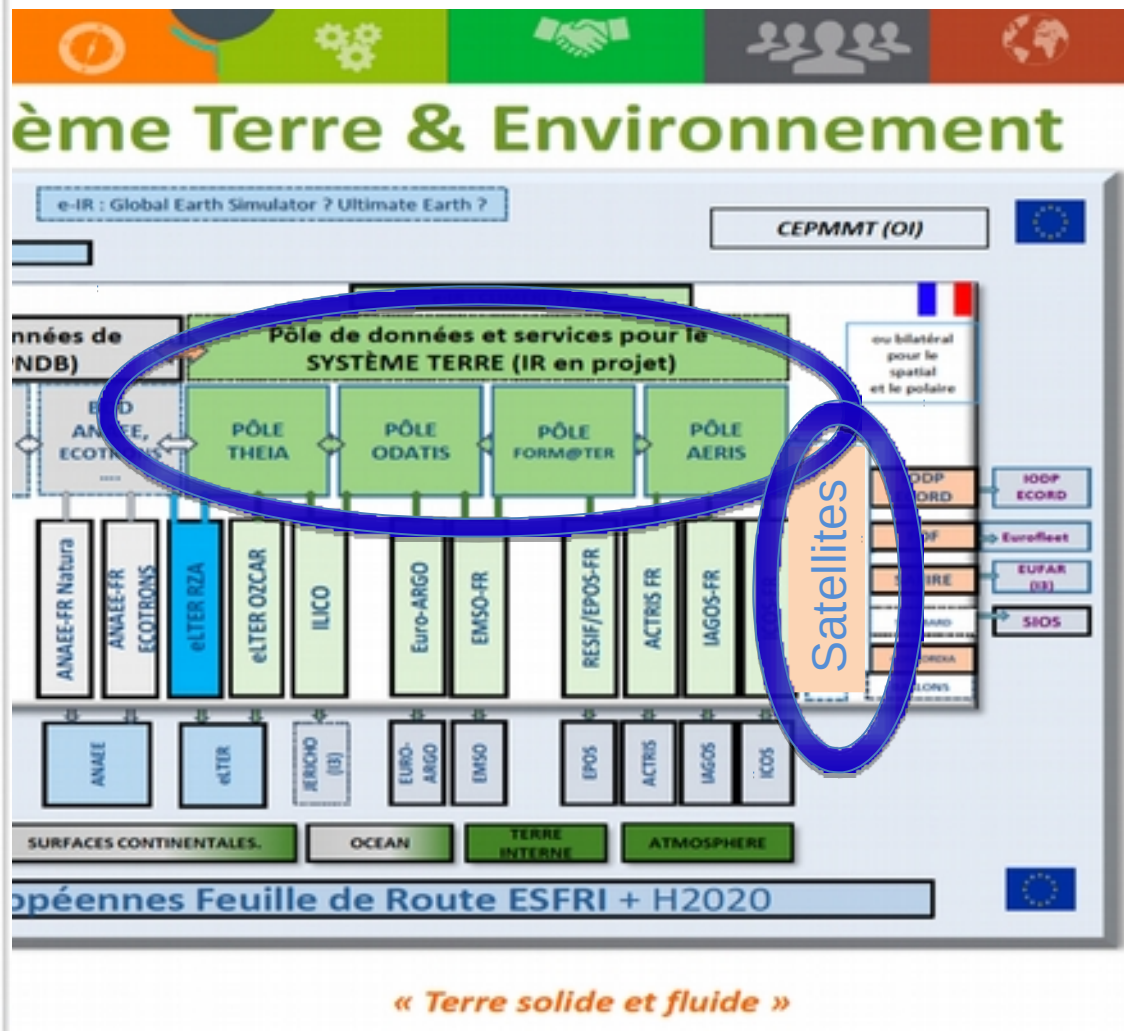
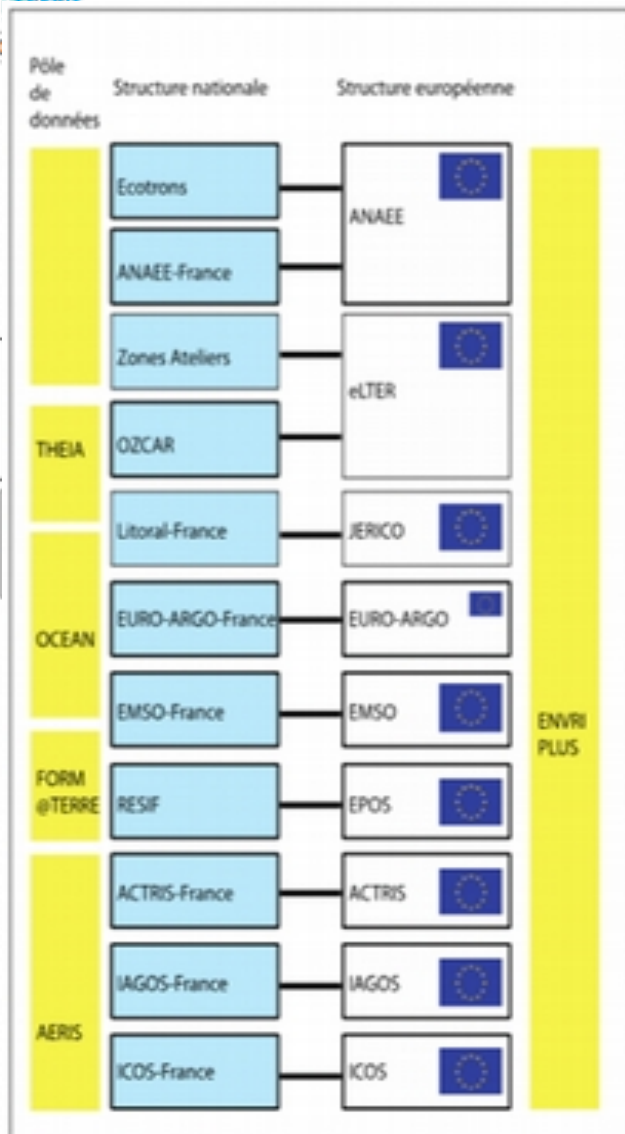
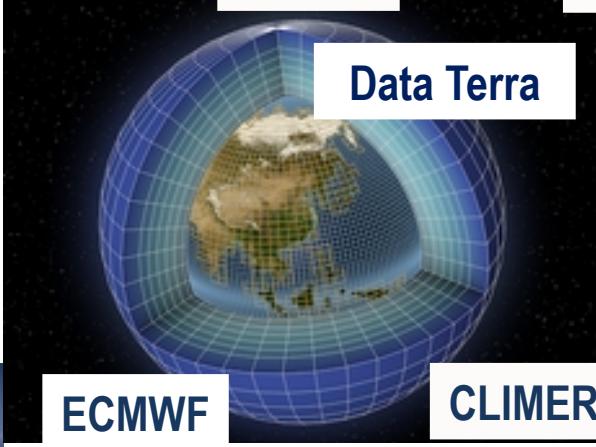
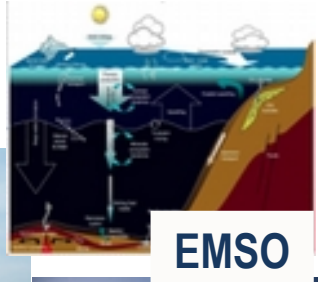


Figure 1: déclinaison de la structuration des infrastructures européennes au niveau français. Les contours gras indiquent un projet d'ESFRI inscrit dans le roadmap européenne ou alors au niveau français, une infrastructure de recherche officielle.

Positionnement au sein des IR et TGIR sous tutelle du CNRS - INSU



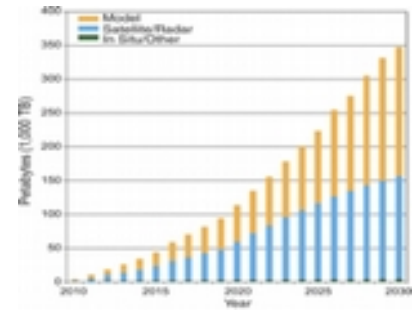
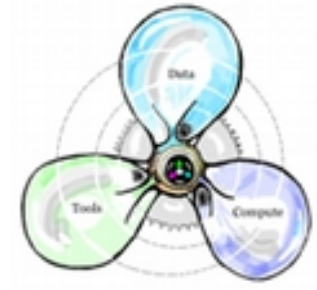
OHIS



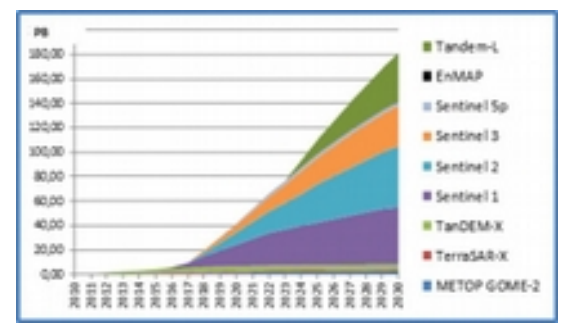
I-LICO

Contexte et Enjeux

- **Evolution des besoins des communautés scientifiques**
données multi-sources, multi-capteurs, services d'accès aux données, traitements, analyse/modélisation, IA, approches plus intégrées des interactions et complexité
- **Augmentation exponentielle du nombre de données, diversités des sources, complexités, ...**
Spatiales, in-situ, modèles => besoins d'analyse/réanalyse, traitements intelligents
- **Perspectives nouvelles** de recherche plus intégrées, transdisciplinaires facilitées par des données, produits, services **interopérables** et **accessibles à long terme**
- **Concilier** recherche d'**excellence** et développement de **partenariats avec les acteurs publics et économiques**
- **Structurer et organiser l'offre nationale** pour mieux se projeter au **niveau européen et international**

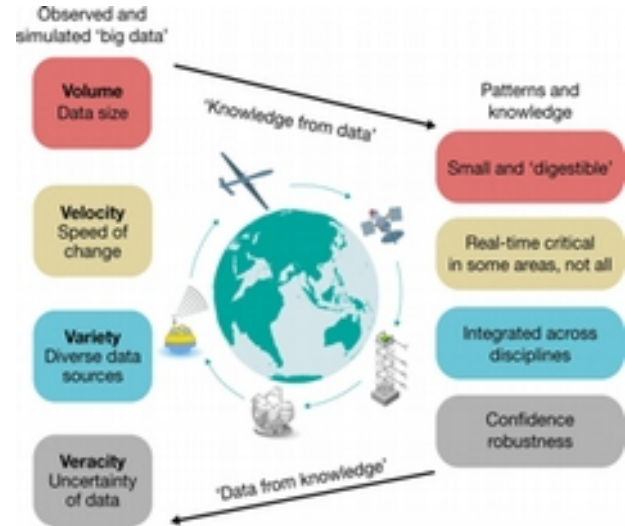


Projected increase in global climate data for climate models, remotely sensed data, and in situ instrumental/proxy data. From Overpeck et al. Science, 2011



Contextes et enjeux liés aux données

- Gérer & utiliser données multi-sources/domaines, multi-capteurs, multi-échelles spatiales, spectrales et temporelles
- FAIRisation des données & services
- Open data / Open Science
- Intégration du potentiel de l'intelligence artificielle
- Développer des approches plus intégrées & systémiques orientées par les recherches



The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship (Mark D. Wilkinson et al.#, www.nature.com/scientificdata)

Objectif général

Développer un dispositif global d'accès à des **données, produits et services** permettant **d'observer, comprendre et prévoir** de manière **intégrée** l'**histoire, fonctionnement et évolution** du système Terre soumis aux changements globaux.

- **faciliter l'accès** à des **données et produits** de qualité sur l'ensemble des **compartiments du système Terre**
- **favoriser mutualisation, interopérabilité, émergence d'approches multi- et inter-disciplinaires et l'innovation**
- **Servir communautés scientifiques, acteurs de l'action publique et l'innovation**
- **mettre en œuvre, au niveau national, européen et international, des approches intégrées** pour utilisation des **données d'Observation de la Terre** et informations dérivées



Objectifs spécifiques

- **Générer des données, produits et services** dérivés de **données spatiales et in-situ** au travers de **processus itératifs**, impliquant **laboratoires et utilisateurs**
- **Diffuser ces produits et services** aux niveaux **national, européen et international** via des plate-formes de services distribuées
 - réseau de plate-formes de données, services et de connaissances distribués, de l'acquisition aux usages, au travers d'un continuum d'infrastructures
 - *vers des observatoires virtuels du système Terre*
- **Coordonner, fédérer et optimiser**, au sein d'une même infrastructure de recherche, l'ensemble des **institutions, dispositifs et moyens existants**,
- **Porter une ambition européenne et internationale** dans le domaine
- **Contribuer aux missions spatiales, réseaux d'observation, partenariats en soutien aux politiques publiques de développement durable**

Structuration et Organisation

Infrastructure de Recherche Data Terra

- Inscrite feuilles de route nationale

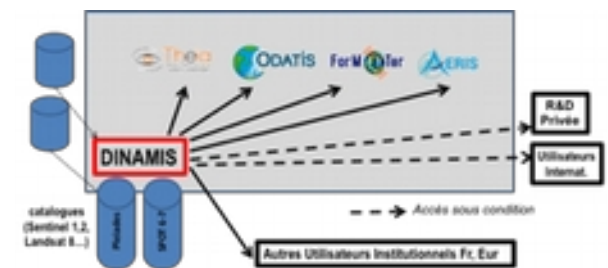
2016-2018, 2018-2020 IR/TGIR - MESRI

Pôles de Données et Services

- AERIS : Atmosphère
- Form@ter : Terre Solide
- ODATIS : Océan
- THEIA : Surfaces Continentales

Dispositifs transversaux

- DINAMIS : Dispositif Institutionnel d'Approvisionnement Mutualisé en Imagerie Satellitaire
- Groupe Technique Inter-Pôles
- GT Europe & International
- Chantiers transversaux



Structuration et Organisation

Gouvernance de l'IR Data Terra

- **Assemblée générale** (> 34 partenaires) : CNES, CNRS, IFREMER, IRD, IGN, IRSTEA, INRA, IPGP, Météo France, CEA, SHOM, BRGM, CEREMA, CIRAD, INERIS, ONERA, Observatoire Côte d'Azur, Observatoire Paris, École Polytechnique, Univ. marines, Univ. Lille-1, Univ. Féd. Toulouse, Univ. P&M Curie, Univ. Grenoble-Alpes, Univ. Clermont-Auvergne, Univ. Strasbourg, Univ. Mpl, Région Hauts de France, ...
- **Comité Exécutif** : CNRS, CNES, IFREMER, IGN, IRD, IRSTEA, Météo France et MESRI/DGRI
- **Comité d'Orientation Stratégique et Scientifique (COSS)** – 2019/2020 -
- Un **Directeur** et une **équipe de direction**
- **Comité de direction** : Directeur IR, directeurs des 4 pôles, directeur technique
- **Structure d'appui et de gestion** : UMS CPST (Coordination des Pôles de données système Terre ; **CNRS**, CNES, IFREMER, Météo-France, IGN, **IRD**, IRSTEA) ; UMS 2013 (2019 – 2023)

Gouvernances spécifiques à chaque pôle

- **Pôles** : 4 comités directeurs, conseils scientifiques, bureaux exécutifs, direction et équipes de dir.

Dispositifs transversaux

- **Dinamis** : comité directeur, secrétariat exécutif (poste ouvert)

L'infrastructure de recherche en quelques chiffres (2018)

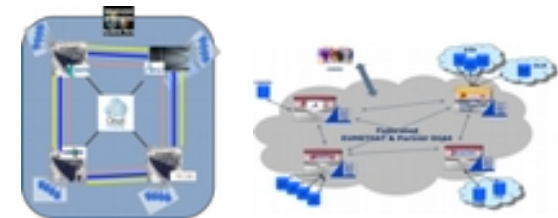
- ✓ 4 poles de données
- ✓ 20 Centres de Données et de Services (CDS) et Infrastructures de données spatiales (IDS)
- ✓ 30 Centres / Consortium d'expertise scientifique (CES)
- ✓ 170 ETPT / 400 scientifiques, ingénieurs et techniciens issus de plus de 25 organismes et universités
- ✓ 33 M€ (2016), 39 M€ (2017), 42 M€ (2018)
- ✓ 50 000 To (2018) - 100 000 To (2022)

IR Data Terra - Priorités 2019-2020

- Renforcer la stratégie scientifique, à partir des prospectives existantes (CNES, CNRS/INSU, ...), GT science => Comité d'Orientation Stratégique et Scientifique (2019-2020) / feuille de R.
- Contribuer aux défis scientifiques – approche intégrée du système Terre – et technologiques / numérique – open data / science – IA – HPC
- Renforcement des pôles et développement des dispositifs transversaux (DINAMIS, GT Inter-pôles, GT TECH, GT COM, GT Europe/Int., GT Science, Chantiers transversaux)
- Développer et formaliser les articulations/synergies avec les IR/TGIR
- Participations actives aux initiatives nationales (PIA, INFRANUM, ...), européennes (EOSC, Copernicus) et internationales (GEO, GO FAIR, ONU-Env, ...)
- Développement de partenariats et collaborations stratégiques : Ministères (MTES, AFB/OFB, ...), IR/TGIR, Centres nationaux (GENCI, CINES, ...), Observatoires, Régions (Occitanie, Bretagne, Haut de France, ...)
- Développement de collaborations avec le Pôle National de Données de Biodiversité (PNDB)
- Evolution des architectures des systèmes d'information : vers des plateformes de services distribués (stockage, traitements, outils, IA, Cloud, ...)
- Stratégie de communication coordonnée – GT COM – “usine à sites” -



The EOSC will allow for universal access to data and a new level playing field for EU researchers



ForM@Ter

Le pôle de données et de services pour la Terre Solide au sein de la future infrastructure de recherche « Pôle Système Terre »



*Michel Diament,
 Patrick Hayère,
 Olivier Jamet,
 Mioara Manda,
 Emilie Ostanciaux*

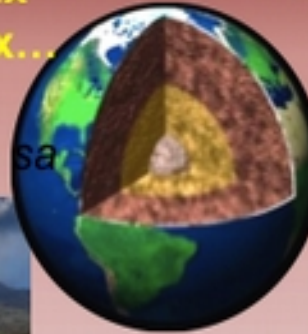


BRGM, CEA, CNES, CNRS, IGN, IPGP, IRD, Obs. Paris, OCA, SHOM, UCA, UGA, UStrasb., UToulouse

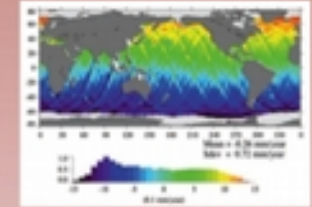
La Terre solide des enjeux scientifiques et sociétaux...

... et transversaux

La formation de la Terre, sa structure



Les ressources



Exemple: le niveau des mers

Les risques telluriques

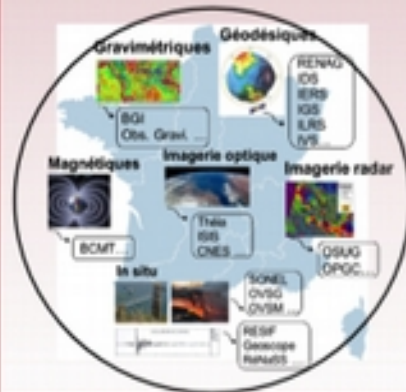


Les objectifs du pôle

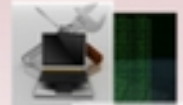
Fédérer les centres de données et d'expertise existants

Positionnement dans le paysage des infrastructures en Europe

Des services pour la communauté et non spécialistes



Accès aux données



Outils et logiciels



Animation de la communauté



Support aux laboratoires

Des services en cours de construction

Ground Deformation Monitoring

Service de calcul sur demande d'interférogrammes dans le cadre de l'infrastructure de recherche Européenne EPOS

GDM service

PROCESS DISPONIBLES LANCER INTERFÉROGRAMME PROCESS EN COURS PROCESS TERMINÉS

Processing services

- On demand SAR processing (see Doin et al. 2011, Grandin et al., 2016)
- On demand Optical processing (see Vallage et al. 2015, 2016)

Début : 01 Jan 2016
 Fin : 16 May 2017

Data products

Sentinel-1 IW Interferogram

- Wrapped Interferogram
- Unwrapped Interferogram

Horizontal surface deformation map (SPOTS data)

Grandin et al., 2016
 Vallage et al., 2016

EPOS
 EUROPEAN PLATFORM SERVING SYSTEM

COPERNICUS
 European Ground
 Motion Service

Projet Etalab

Initiation d'une plateforme pour la mise à disposition de produits à partir de données et de services de calcul répartis.

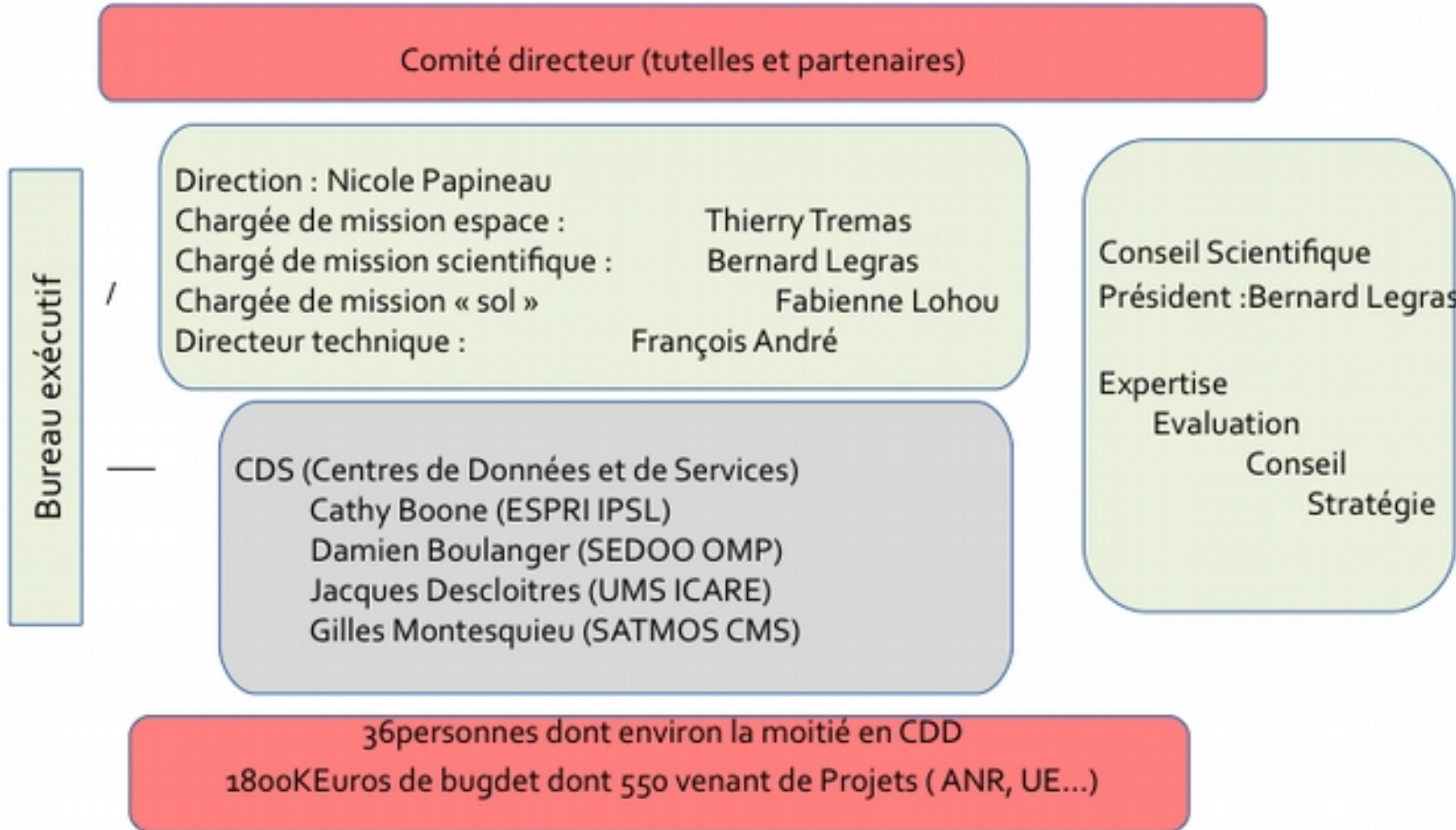


MUSCATE-SAR

Production systématique de séries d'interférogrammes sur quelques zones, à partir des données Sentinel-1 via la plateforme de calcul MUSCATE développée par le CNES

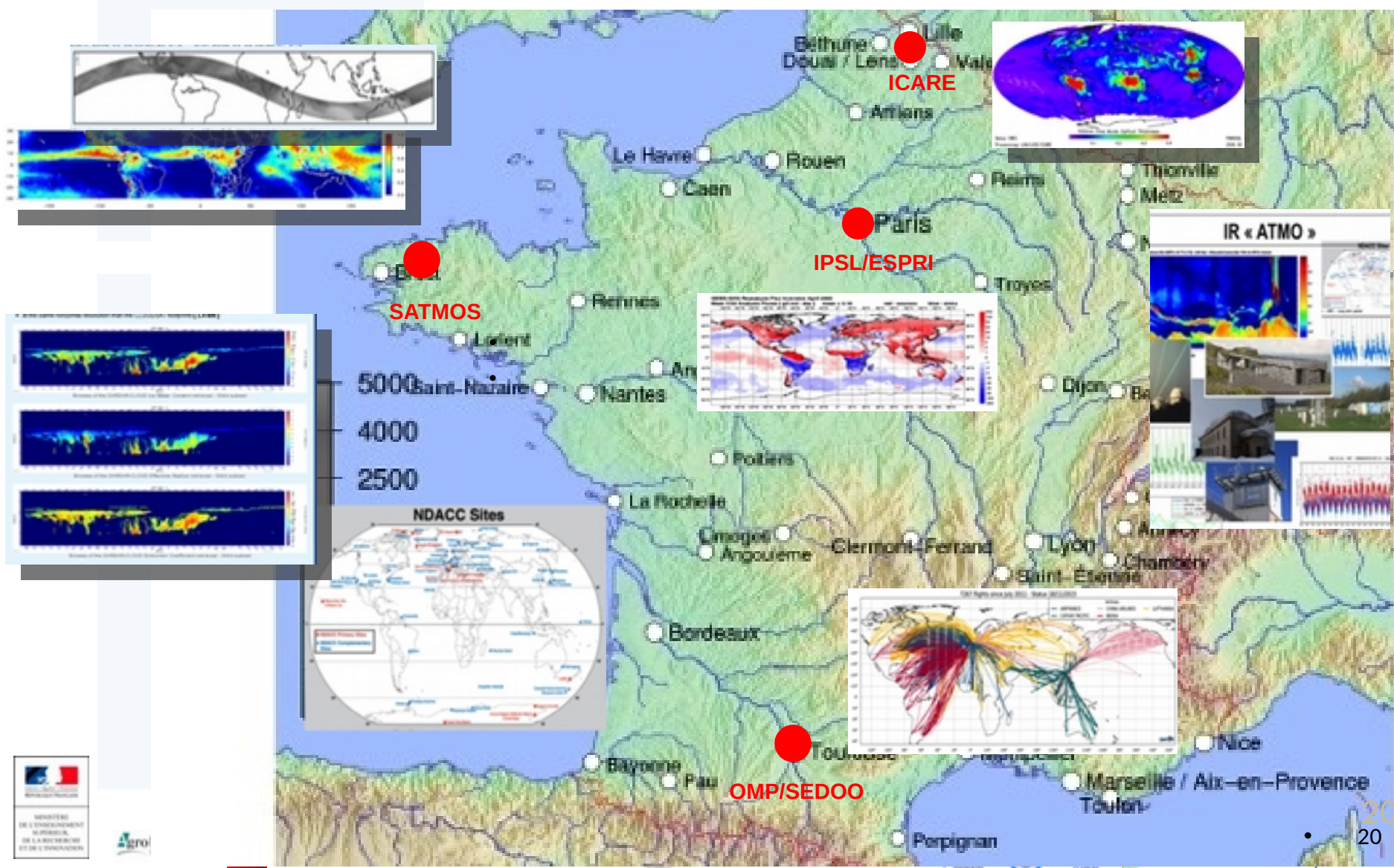


PÔLE DE DONNÉES ET SERVICES POUR L'ATMOSPHÈRE

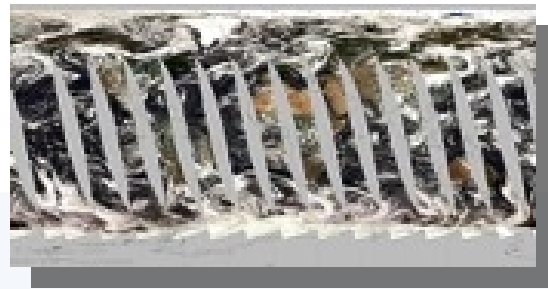
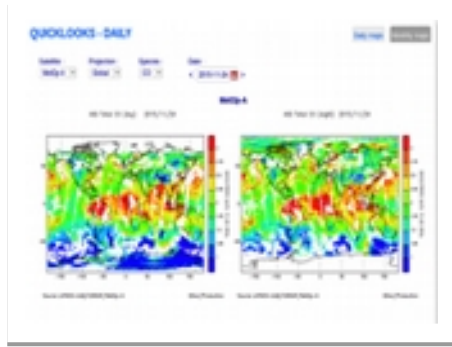


Centres AERIS

Tous Types de Données



Activités



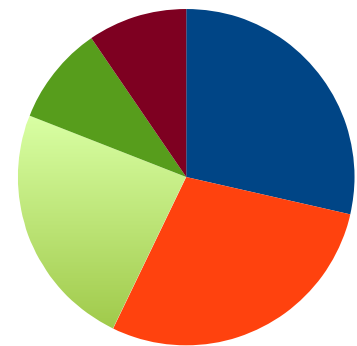
• Activités CDS

• Europe

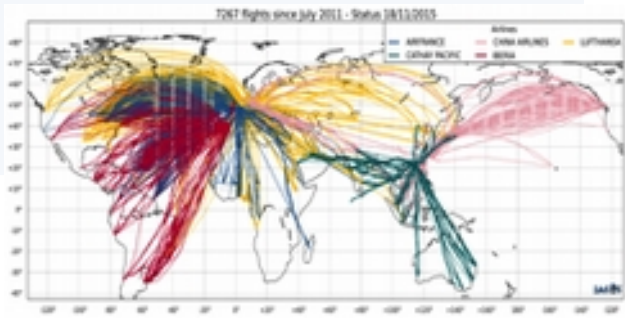
- ▶
 - ACTRIS Data Center , EUROCHAMP
 - Copernicus CAMS C3S
 - 3MI Earthcare.. Merlin ..

• Structuration Nationale

- ▶
 - Campagnes 6
 - AERIS-FR 6
 - Satellites 5
 - H2020 2
 - Autres 2



30 Nouveaux projets

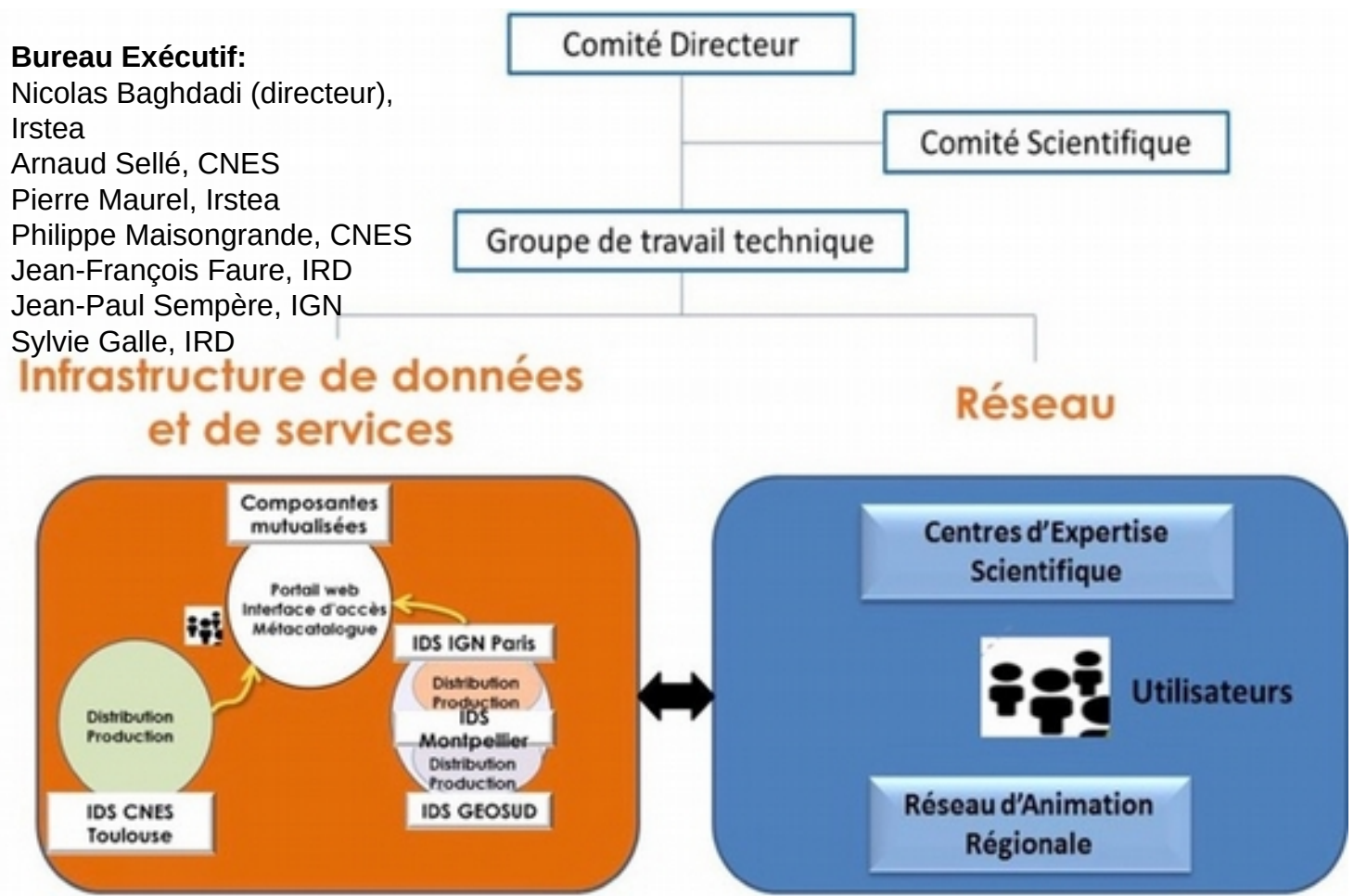


Activités Communes

- Chantiers techniques transverses
- AG de tous les personnels en 2016 et en 2017

THEIA : Pôle Surfaces Continentales

Bureau Exécutif:
 Nicolas Baghdadi (directeur), Irstea
 Arnaud Sellé, CNES
 Pierre Maurel, Irstea
 Philippe Maisongrande, CNES
 Jean-François Faure, IRD
 Jean-Paul Sempère, IGN
 Sylvie Galle, IRD



www.theia-land.fr

Dispositif dédié aux scientifiques et aux acteurs des politiques publiques : mutualisation de l'imagerie et de l'expertise

- **La gestion des données marines**
 - Du littoral au hauturier
 - De la surface au fond,
avec les interfaces : terre/mer, océan/atmosphère, sous-sol sous-marin
 - Physique, Chimie, Biologie
 - Dans différents compartiments : Eau, Sédiments, Biota
- **Un pôle de services**
 - Organisé autour de **Centres de Données et de Services**
 - en charge de la gestion des données au quotidien
(bancairisation, pérennisation, diffusion, ...)
 - Doté d'une expérience thématique et / ou géographique
 - Soutenus par les organismes fondateurs du pôle
 - Et des modules communs : **Portail web et Catalogue**
- **Collaboration étroite avec les IR d'observation et les missions satellites**
 - Flotte Océanographique Française, Illico (côtier), Argo, EMSO, ...

Organisation



Comité directeur (CD)
 Représentants des 6 partenaires:
 CNES, CNRS-INSU, Ifremer, IRD, SHOM, U.
 Marines



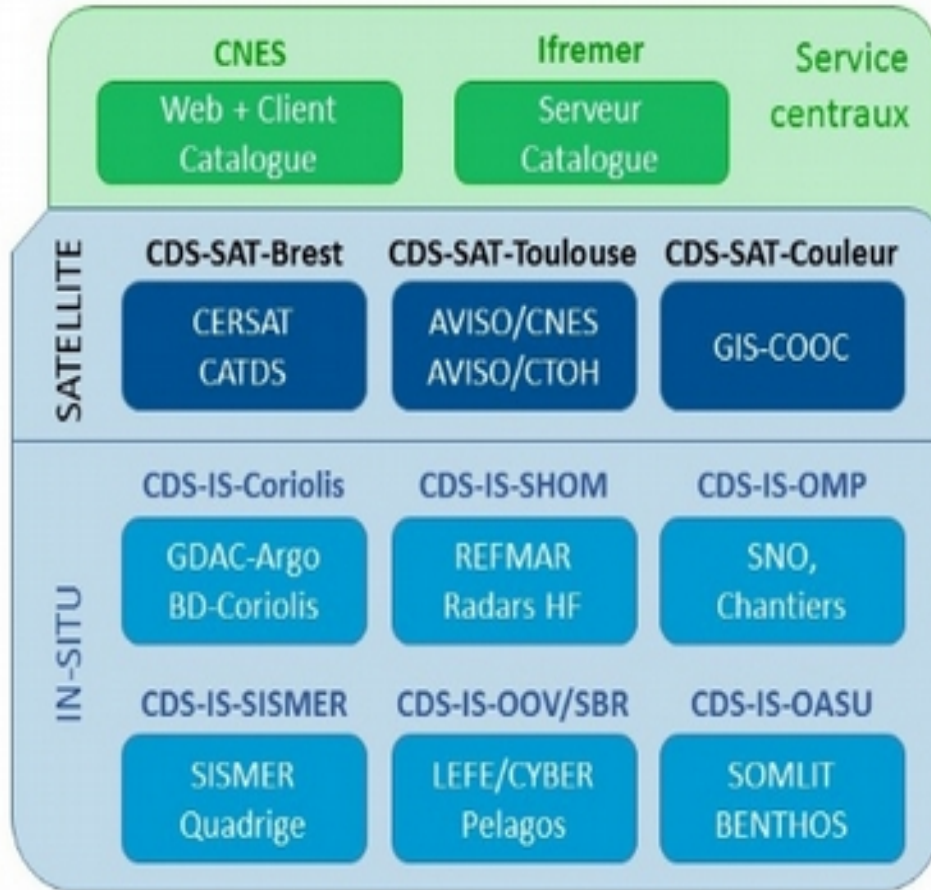
Bureau exécutif

Equipe de direction
 Direction: G.Maudire
 Direction technique: G.Dibarboure
 Direction scientifique: S.Schmidt
 2 chargés de mission : in-situ : J.Sudre,
 Satellite: T.Guinle

Représentants des centres de données et de services

Conseil scientifique
 Président:
 Sabine Schmidt
 22 membres





Actions thématiques

Océan global et changement climatique

- Circulation océanique, cycle de l'eau:
Inter-opérabilité globale des Bases de Données Hauturières in-situ & satellitaires (Altimétrie, SSS, ARGO, ADCP, ...).
- Cycles bio-géochimiques: **Prise en compte des données hauturières d'intérêt biogéochimique**

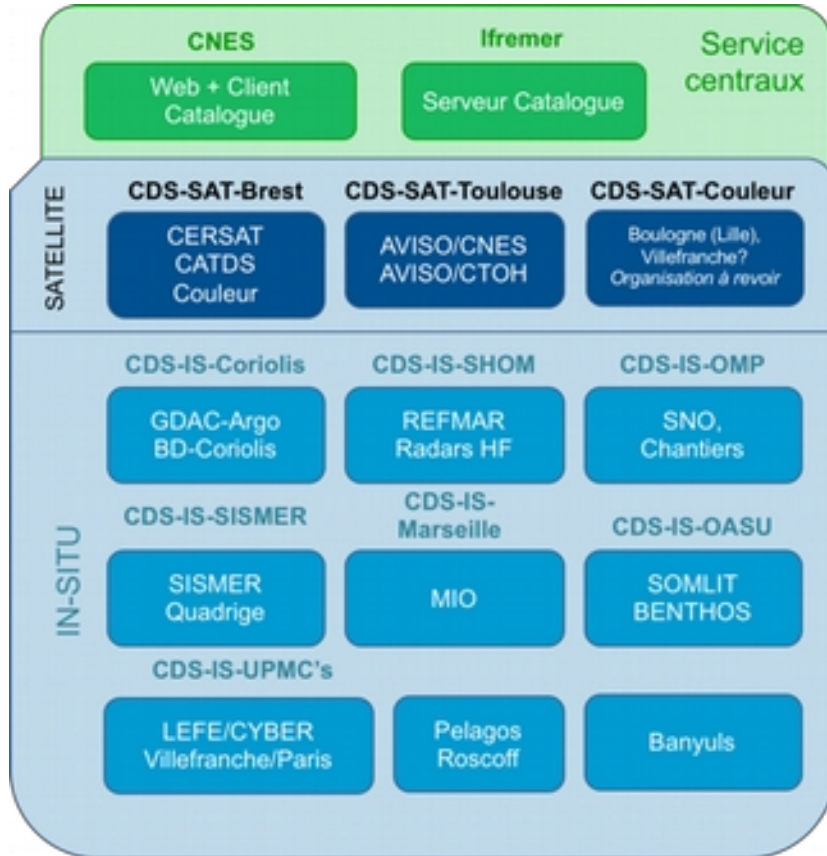
Zones côtières dans le changement global

Interopérabilité des bases de données côtières:
Quadrige, Benthos, Pelagos, SOMLIT, MOOSE (Basse et Haute Fréquence)

Couleur de l'eau et problématiques côtières

Insertion européenne:

SeaDataCloud, ENVRI+, Copernicus



9=>12 Centres de Données (2017-2019) :

- 3 pour Données satellites et
- 9 pour Données in-situ.

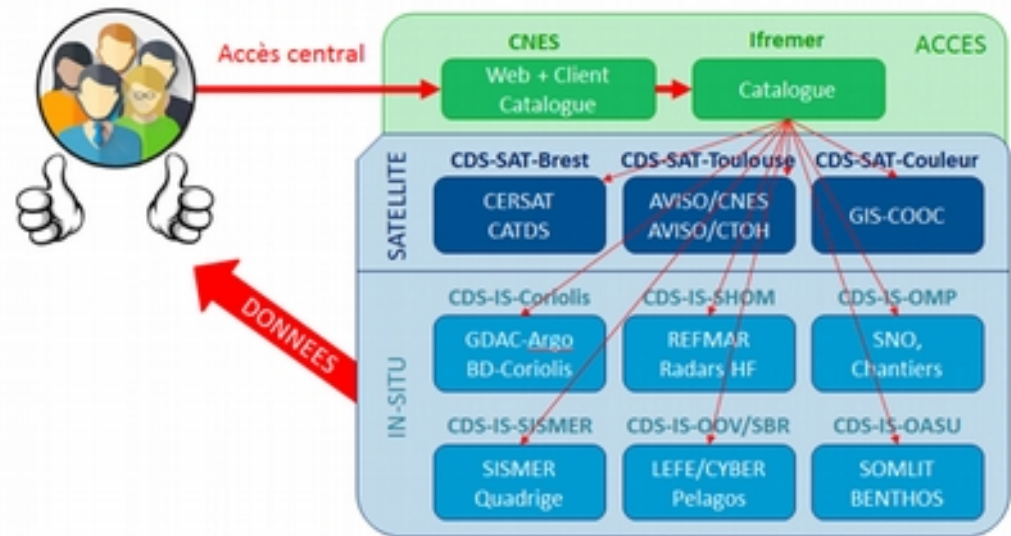
OMP et **OASU** disposent de CDS du pôle **ODATIS**

ODATIS interfacé, principal^t dans le domaine des données in-situ, avec plusieurs IR / TGIR :

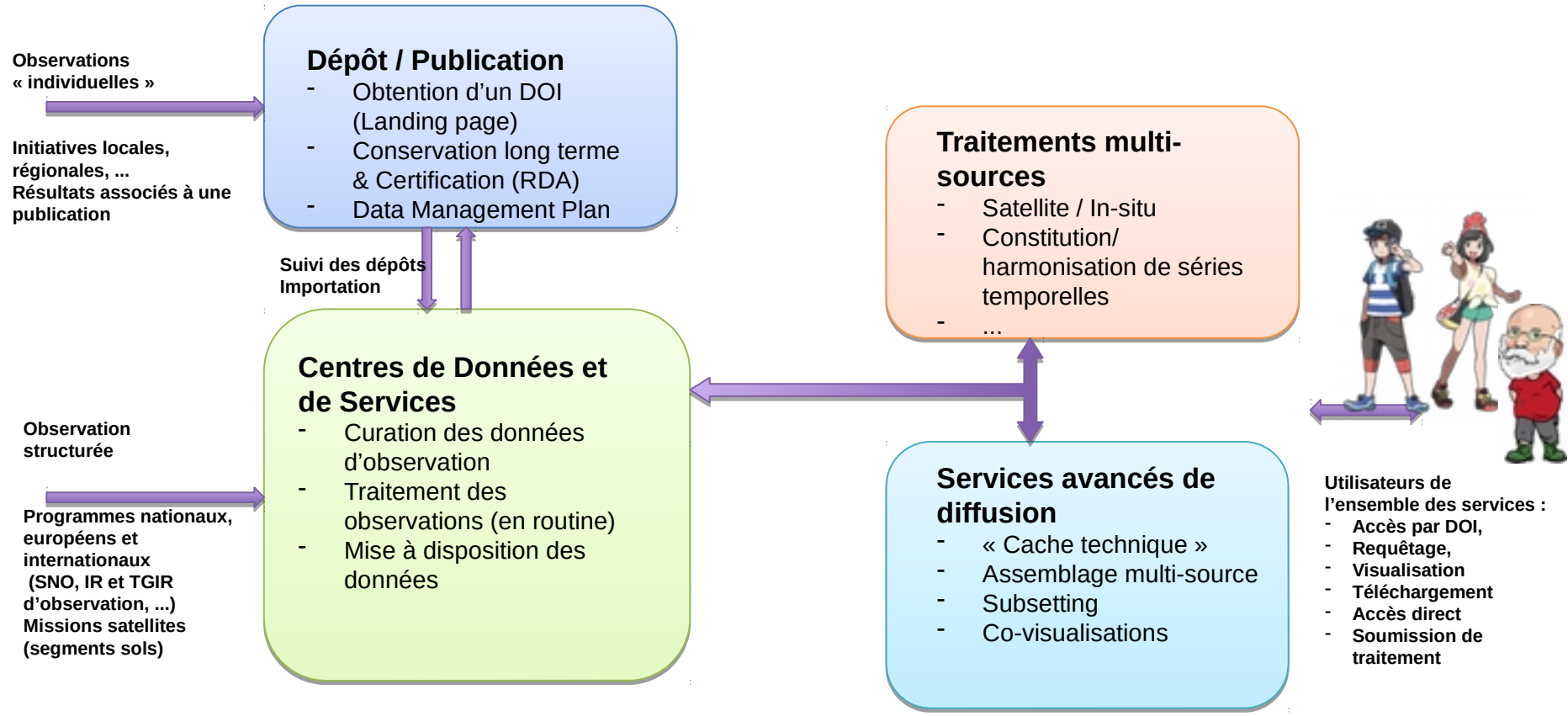
- **TGIR** : Flotte Océanographique Française
- **IR EMSO** : Observatoires fond de mer (ERIC),
- **TGIR ARGO** : Flotteurs Argo (ERIC, Euro-Argo)
- **IR I-LICO** : Observation côtière et littorale, lien avec Theia
- **IR O-HIS** (en projet) : observation hauturière hors Argo et hors navires océanographiques.

Web et catalogue ODATIS

<http://www.odatis-ocean.fr/>



Des services hiérarchisés



Services communs (de base)

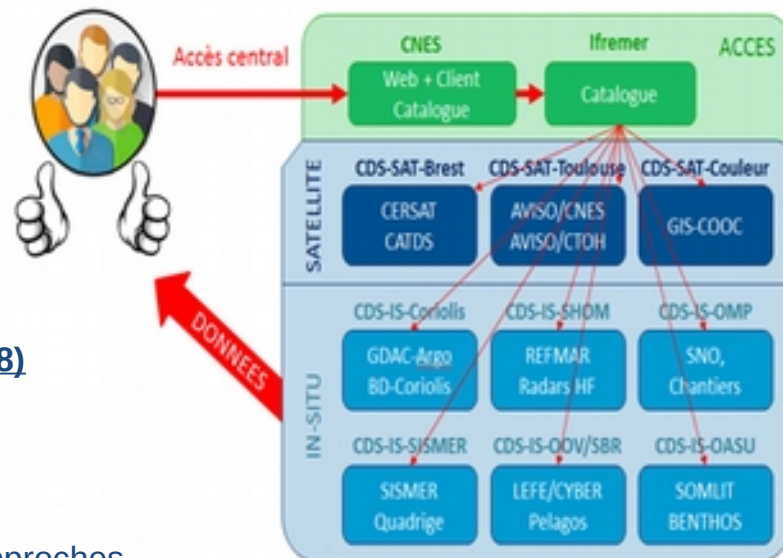
- Authentification / Autorisation des utilisateurs, sécurisation
- Catalogue(s)
- Serveurs de référentiels : vocabulaires communs (ontologies), fonds géographiques, ...
- Suivi des usages (analyses des logs des services, bibliométrie)

Aspects techniques



- **Catalogues + Services (Portail)**
(Architecture de type « Orientée Services »)
une première étape :

- Temps de réponse pour l'utilisateur
- Pas d'intégration / traitement inter sources
l'utilisateur doit télécharger avant de traiter
- Pas adapté aux volumes de données importants
- Complexe pour l'utilisateur
ex : PHYTOBS : bases Quadrigé+Pelagos+SOMLIT /
Portail Phytobs / Portail Odatis



- Permet un recensement de l'existant (objectif 2018)

- **Approches + intégrées programmées**

- Cloud
- Virtual Research Environment
- Une volonté politique de tendre vers ces nouvelles approches
 - au niveau français (MNESR)
 - Au niveau européen (EOSC, DIAS)
- Politique Nationale pour les Infrastructures Numériques
- A prendre en compte pour une réponse à un appel d'offre de type PIA 3

- **Quelle utilisation des infrastructures nationales ou thématiques**

- GENCI, IN2P3, CINES, ...
- Datarmor (Ifremer/SHOM)

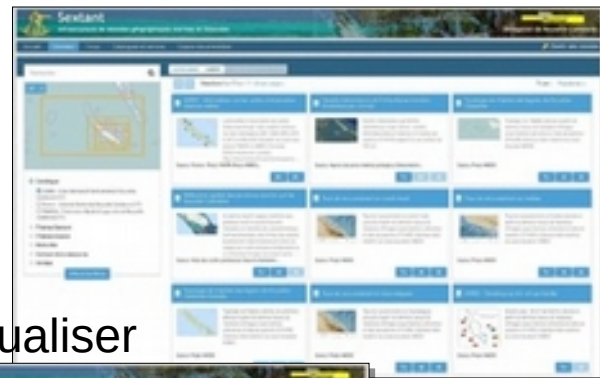


Infrastructure de données Spatiales

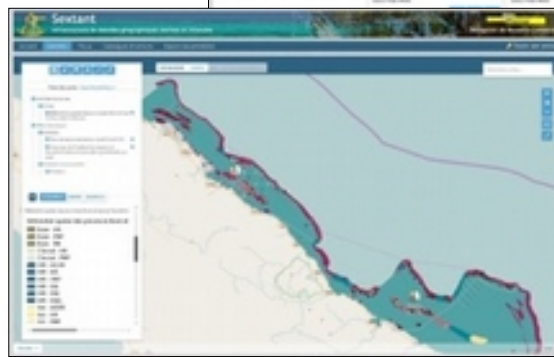


SEXTANT

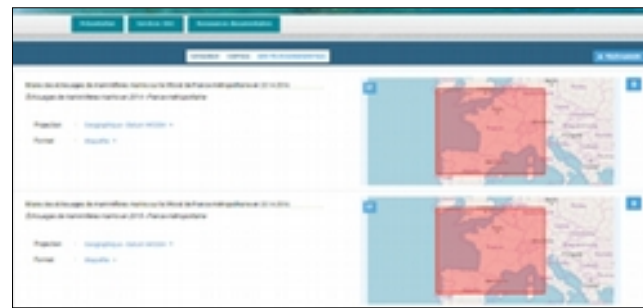
Découvrir



Visualiser



Télécharger



Fonctionnalités

- Le **catalogage**
- Le **stockage**
- La **diffusion de l'information géographique**

Services associés aux métadonnées:

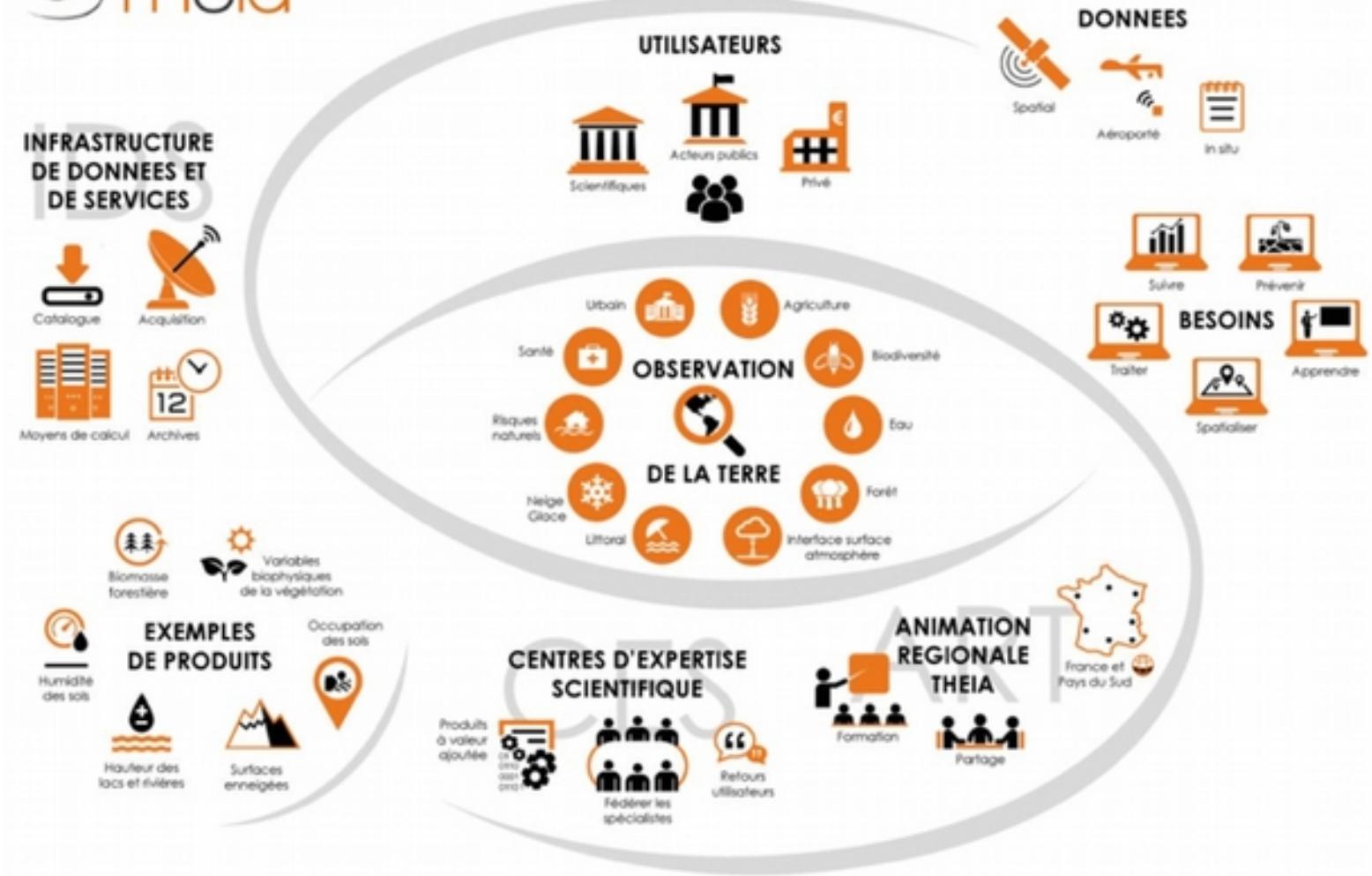
- **Catalogue Services for the Web (CSW)**
- **Web Map Services (WMS)**
- **Web Feature Services (WFS)**
- **Web Processing Services (WPS)**

Outil : GeoNetwork

Utilise des logiciels open source



Structure et organisation du pôle Theia



Portefeuille de produits

Classe	Produits	Zone	Période	Accès	Disponibilité
Produits à valeur ajoutée	Réflectance de surface Sentinelle 2	Europe occidentale et autres régions du monde	2015 présent	Tous utilisateurs	theia.cnes.fr
	Réflectance de surface Landsat	France	2005 2011 2013 présent	Tous utilisateurs	theia-landsat.cnes.fr
	Réflectance de surface Venùs	110 sites	2017 2019	Tous utilisateurs	theia.cnes.fr
	Occupation des sols (Globcover)	Global	2005 2006	Tous utilisateurs	theia-landsat.cnes.fr
	Occupation des sols (CES OSO)	France	2009 présent	Tous utilisateurs	osr-cesbio.ups-tlse.f
	Surface enneigée	Pyrénées, Haut-Atlas, Alpes françaises	Juillet 2016 présent	Tous utilisateurs	theia.cnes.fr
	Hydroweb	Hauteur des lacs et rivières	1992 présent	Tous utilisateurs	hydroweb.theia-landftp.ifremer.fr
	Humidité des sols	Global Régionale	2002 2010 présent Sept, 2016-Mai 2017 Sept. 2017-Mai 2018	Tous utilisateurs	ids.equipex-geosud.fr
	Biomasse, hauteur de la canopée	Guyane française, Madagascar	Mono date	Tous utilisateurs	theia-land.fr
	Cartes des cultures d'été	Adour, Tarn	2017	Tous utilisateurs	peps-vizo.cnes.fr
Imagerie Optique	Variables biogéophysiques végétales (Postel)	Continental à global	1992 - 2005	Tous utilisateurs	theia-landsat.cnes.fr
	Série de variables végétales (AVHRR)	Global	1981 - 2013	Tous utilisateurs	A venir
	Spot 6 / 7	France et autres sites	2013 – présent	Acteurs nationaux publics	ids.equipex-geosud.fr
	Pléiades	Petites zones en France et ailleurs	2012 – 2014	Acteurs nationaux publics	spatial.ign.fr theia-landsat.cnes.fr
	Spot World Heritage	Plus de 100 000 images dans le monde	1986 – 2008	Tous utilisateurs (usage non-commercial)	theia.cnes.fr
	Spot 4 (Take 5)	45 sites dans le monde	Février – Juin 2013	Tous utilisateurs	spot-take5.org
	Spot 5 (Take 5)	100 sites dans le monde	Avril – Août 2015	Tous utilisateurs	spot-take5.org
	Rapid Eye, Spot 1-5	France	1995 – 2013	Acteurs nationaux publics	ids.equipex-geosud.fr
	Lidar	France, Afrique, Amérique du Sud	2003 – 2009	Tous utilisateurs	ids.equipex-geosud.fr
	Autres donnée	France, Afrique, Amérique du Sud		Acteurs nationaux publics	

➤ Ce qui est en jaune fait partie de l'offre DINAMIS

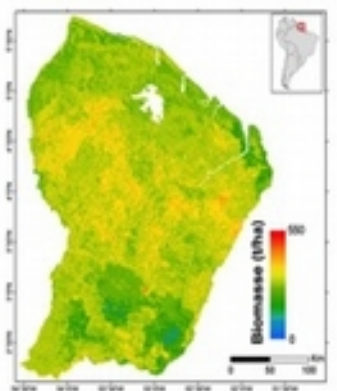
➤ Données in situ et données aéroportées viendront prochainement compléter l'offre

PRINCIPAUX PRODUITS THEIA

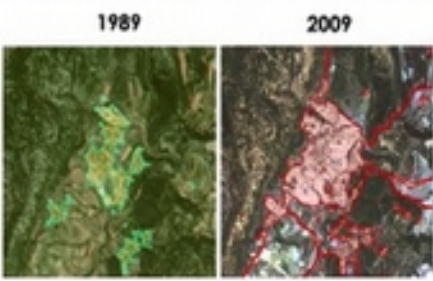
CLASSE	PRODUITS	ZONE	PÉRIODE	ACCÈS	DISPONIBILITÉ
PRODUITS À VALEUR AJOUTÉE	Réflectances de surface Sentinel 2	Europe occidentale et autres régions du monde	2015 - présent	Tous utilisateurs	theia.cnes.fr
	Réflectances de surface Landsat	Séries temporelles sur la France	2005 - 2011 - avril 2013 - présent		theia.cnes.fr
	Occupation des sols (CES OSO)	France	2009 - présent	Tous utilisateurs	cei-cesbio.upm-ifs.fr
	Surface enneigée	Pyrénées, Haut-Alpes, Alpes françaises	2017	Tous utilisateurs	2017
	Biomasse	Guyane française		Tous utilisateurs	theia-land.fr
	Hauteur de la canopée	Guyane française		Tous utilisateurs	theia-land.fr
	Occupation des sols (Globcover)	Global	2005 - 2006	Tous utilisateurs	theia.cnes.fr
	Variables végétales, de rayonnement et de cycle de l'eau (Pestel)	Continental à global	1992 - 2005	Tous utilisateurs	theia.cnes.fr
	AVHRR	Série de variables végétales	1981 - 2013	Tous utilisateurs	Avril 2017
	Hyroweb	Hauteur des lacs et rivières	1992 - présent	Tous utilisateurs	hydroweb.theia-land.fr
IMAGERIE OPTIQUE	Spot 6 / 7	France et autres sites	2013 - présent	Acteurs publics nationaux	ids.equipex-geosud.fr geosud.ign.fr
	Péniades	Ferries zones en France et ailleurs	2012 - 2014	Acteurs publics nationaux	geosud.ign.fr theia.cnes.fr
	Spot World Heritage	Plus de 100 000 images dans le monde	1984 - 2008	Tous utilisateurs (usage non-commercial)	theia.cnes.fr
	Spot 4 (Take 5)	45 sites dans le monde	Fév - Juin 2013	Tous utilisateurs	spot.take5.org
	Spot 5 (Take 5)	100 sites dans le monde	Avril - Août 2015	Tous utilisateurs	spot.take5.org
	Rapid Eye, Spot 1-5	France	1995 - 2013	Acteurs publics nationaux	ids.equipex-geosud.fr
AUTRES DONNÉES	Lidar	France, Afrique, Amérique du Sud	2003 - 2009	Tous utilisateurs	ids.equipex-geosud.fr
	Radar (CSM - TSX)	France, Afrique, Amérique du Sud, Asie	2013 - présent	Acteurs publics nationaux	ids.equipex-geosud.fr



Carte d'occupation des sols (France métropolitaine)



Carte de biomasse forestière (Guyane)



Artificialisation / consommation des terres agricoles

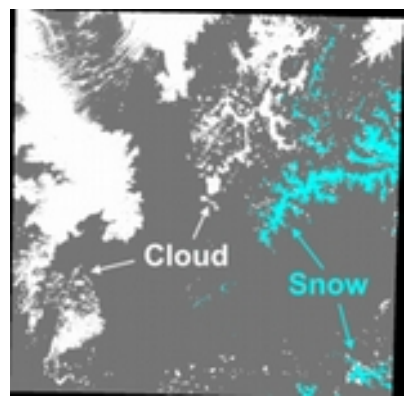
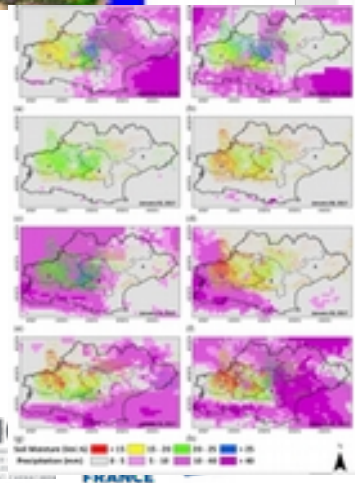
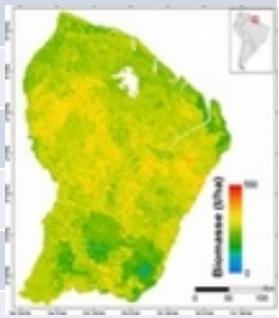
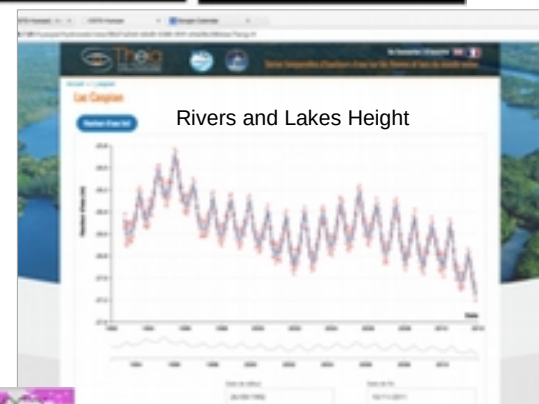
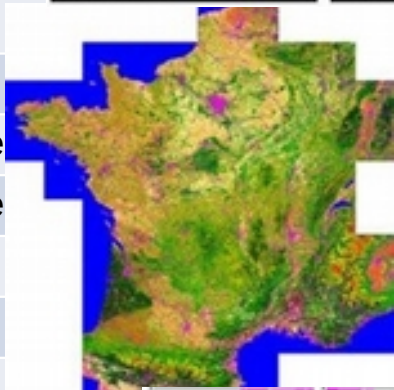
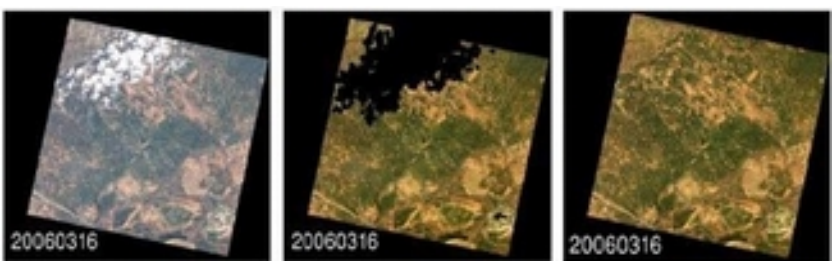


Hauteur des lacs et rivières (Hydroweb)

Des données in situ et des données aéroportées viendront compléter l'offre de produits

Added Value Products from Science Expertise Centres (~ 25 CES)

Added Value Products	Status
Surface reflectance	In production
Land Cover & Land Use	In production
Snow Coverage	In production
Soil moisture	In production
Lakes & Rivers height	In production
Decametric vegetal variables	Prototype being developpe
Continental water quality	Prototype being developpe
Epidemiology	
Irrigated surfaces	
Evapotranspiration	
Soil sealing-urban sprawl	
Forest biomass	
Soil mapping	
Albedo	
High frequency changes	
...	



Commercial Very High resolution images

Product	Area	Access
Pléiades, Spot 6/7	Worldwide	Free for French public actors and their international partners + French private Cies for R&D

- High resolution images & products

Product	Area	Period	Access	Availability
Sentinel-2 reflectance	Western Europe and other regions worldwide	2015 –	Free and open	Available
Monthly mosaic	France	April 2018 –		
Landsat reflectances	Time series France	2005 – 2011 2013 -	Free and open	Available
Spot 4 (Take 5)	45 sites worldwide	Feb – June 2013	Free and open	Available
Spot 5 (Take 5)	120 sites worldwide	April – August 2015	Free and open	Available
Spot World Heritage (SWH)	400 000 images worldwide	1986 - 2011	Free and open (non commercial usage)	Available
Hydroweb	Lakes and Rivers height (Jason)	2002 - present	Free and open	Available

Land Cover map

– **Nomenclature of 15-20 classes**

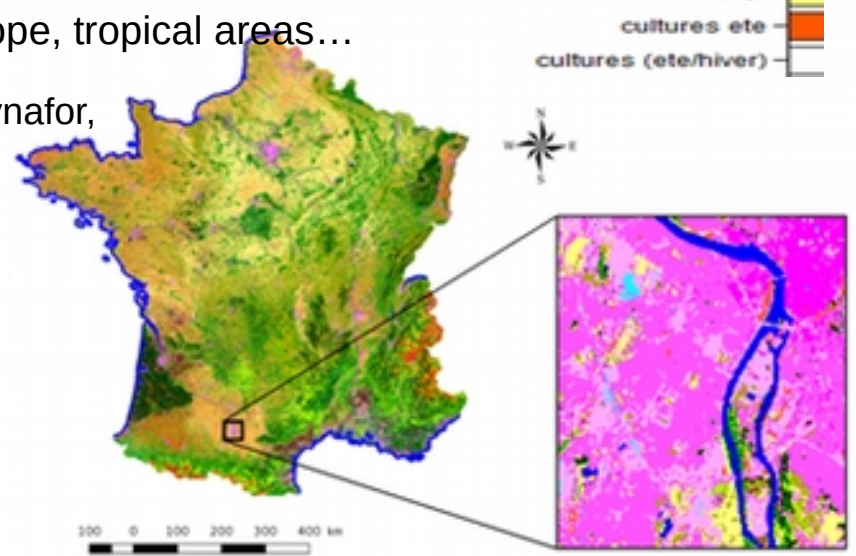
– **Scale : 10 ~20m**

- **Production by Theia** : annual update over France
- **Processing chain** : iota2 available as open source
- **Current Studies** : prototyping over Europe, tropical areas...
- **Stakeholders** : Cesbio, Inra-Ispa, Inra-Dynafor, CNRM, Cirad, IGN-Matis, Costel, Sertit

– **Contact** : Jordi Inglada (Cesbio)

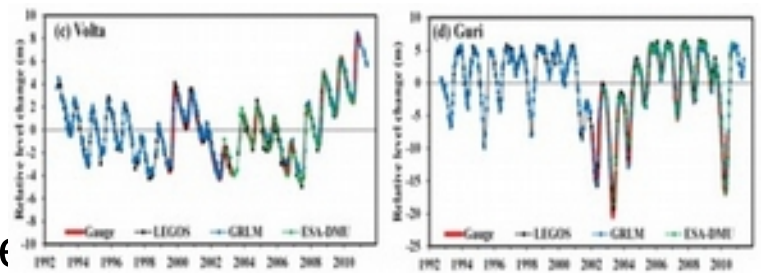
vigne	Dark Red
verger	Light Purple
prairie	Olive Green
glaciers ou neiges	Grey
eau	Blue
plages et dunes	Yellow
surfaces minerales	Red
surface route	Cyan
zones industrielles et commerciales	Pink
bati diffus	Light Pink
bati dense	Magenta
Urbain (4 classes)	White
lande ligneuse	Light Green
pelouses	Light Yellow-Green
foret coniferes	Dark Green
foret feuillus	Green
hiver	Yellow
cultures ete	Orange
cultures (ete/hiver)	White

France land cover classification



Water levels of rivers and lakes (Hydroweb)

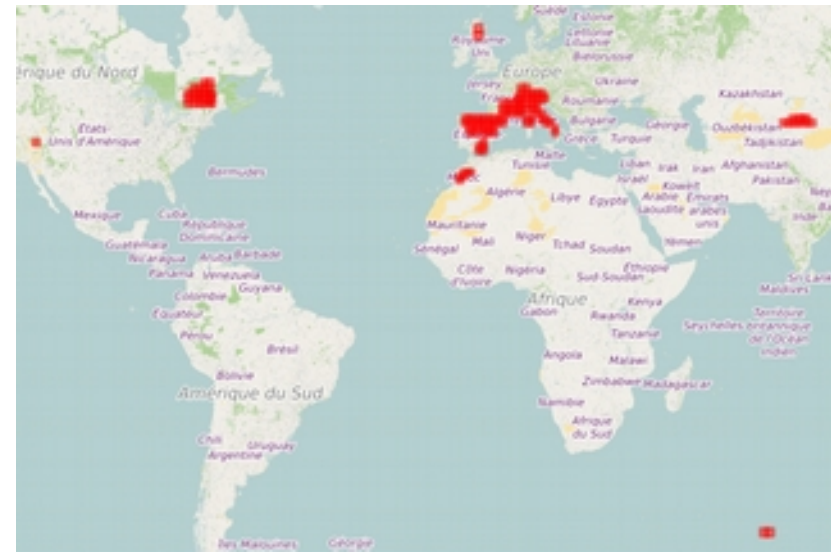
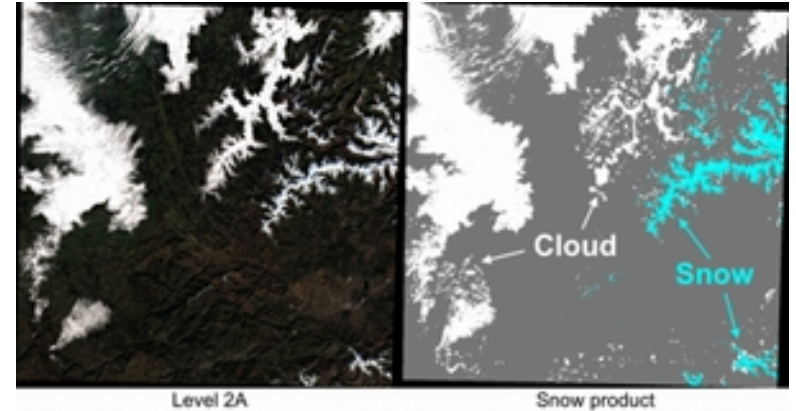
- Continuous, long-duration time-series of the levels of 64 lakes and 248 virtual stations on rivers (500 virtual stations at the end of 2018)
- Satellite altimetry is used to measure the water level : currently Jason-3, Sentinel-3A and in the future Sentinel-6
- CS and SWOT



Thematic Products in production

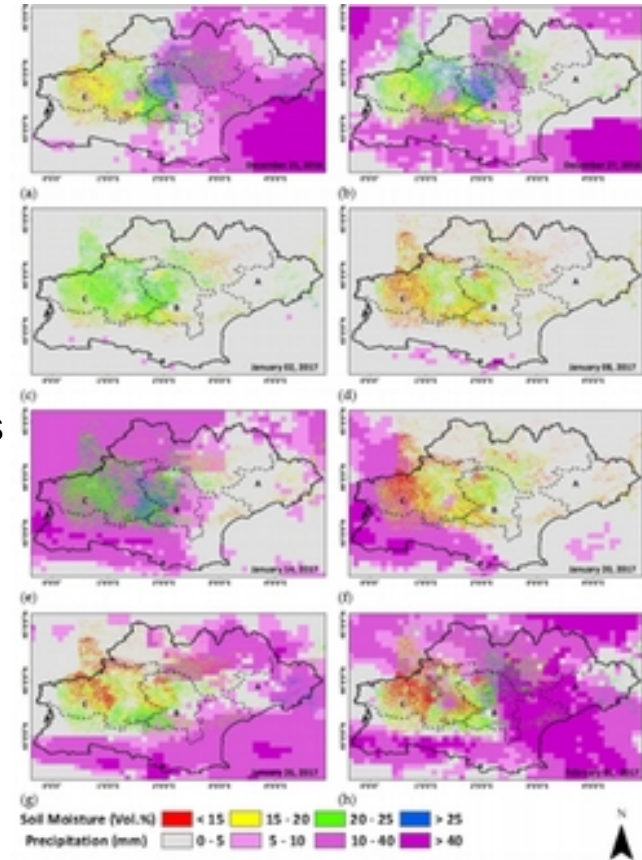
- Snow Coverage

- **Scale** : 20m resolution
- **Source data** : Sentinel-2 L2A MAJA products
- **Production by Theia** : 5 days update (see map)
- **Current Studies** : monthly synthesis, better cloud detection ...
- **Users** : Ecology laboratories, water distribution companies, hydroelectricity, agriculture, tourism
- **Facilitation** : Simon Gascoin(Cesbio)

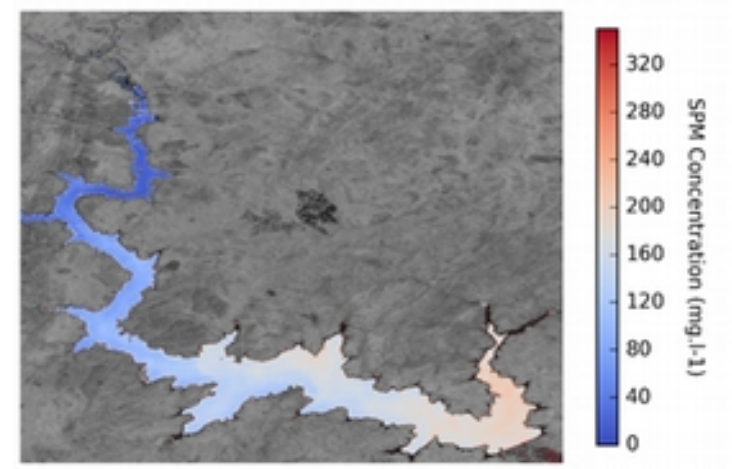


Soil moisture map with very high spatial resolution

- **Source data :**
 - Sentinel 1 : main source for radar signal inversion with neural networks
 - Sentinel 2 : for contribution of vegetation to the total radar signal
 - Theia Land Cover map : to extract agricultural parcels
- **Scale :** sub-parcel scale
- **Production by Theia :** 6 days update over the Occitanie region
- **Facilitation :** N. Baghdadi (Tetis) et M. Zribi (Cesbio)



- Continental Water Color
 - Distribution of the first water quality products (SPM suspended particulate matter) in 2018 through THEIA
 - We expect to cover the 30 foremost watershed (in terms of discharge) and 20 lakes in the world



SPM in the Bagré reservoir in Burkina Faso

Source : J-M. Martinez

Dispositifs Transversaux



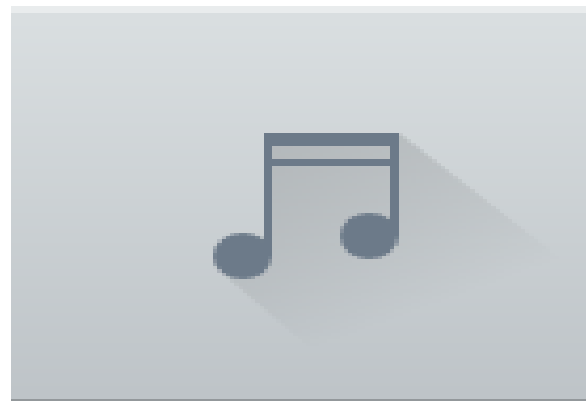
- Dispositif transversal d'accès aux données spatiales : DINAMIS

- Groupe Technique Inter-Pôles

Coordination & animation d'experts techniques inter-organismes
Recommandations : infrastructures de données, interopérabilité, catalogues, authentification, calcul, mise en œuvre de portails

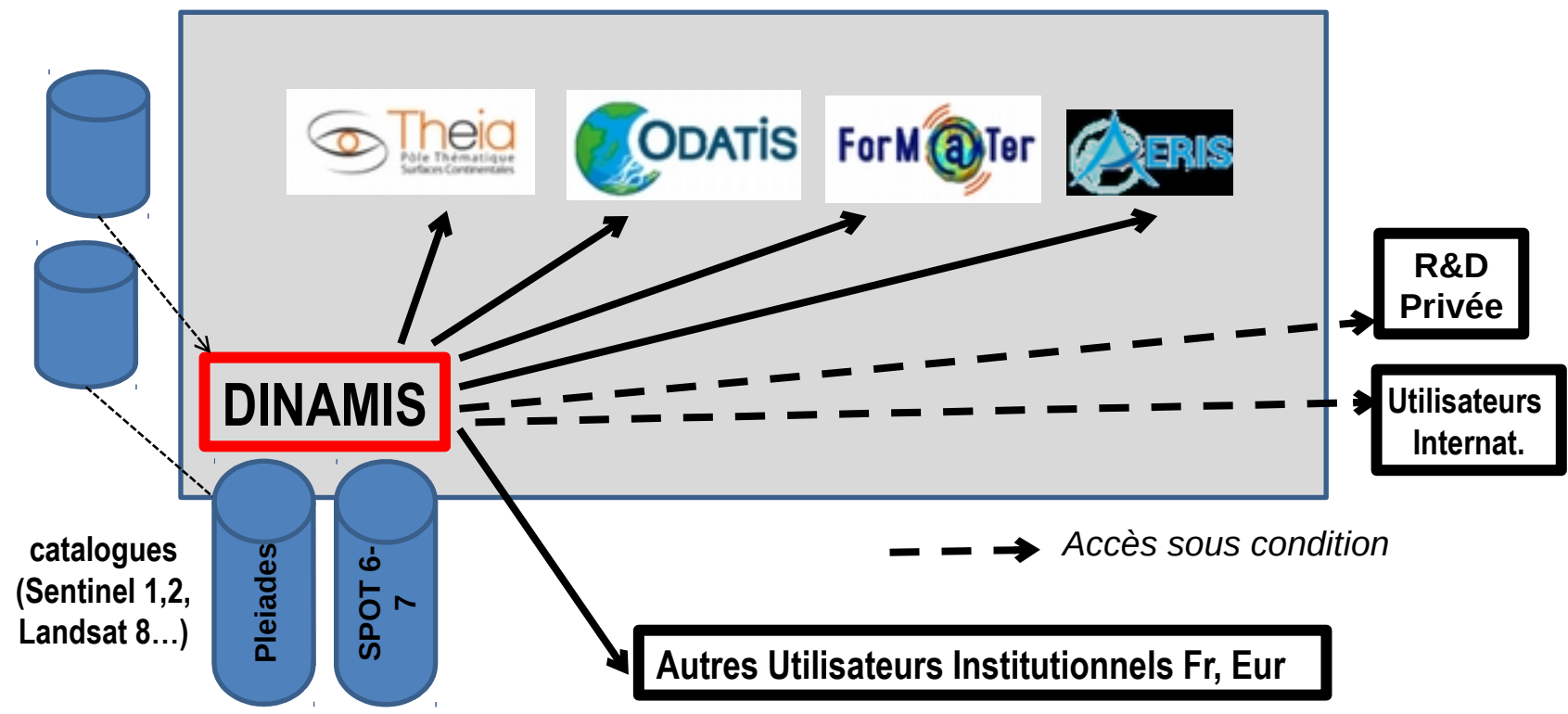
- Groupe de travail : Europe et International

- Projets transversaux



DINAMIS

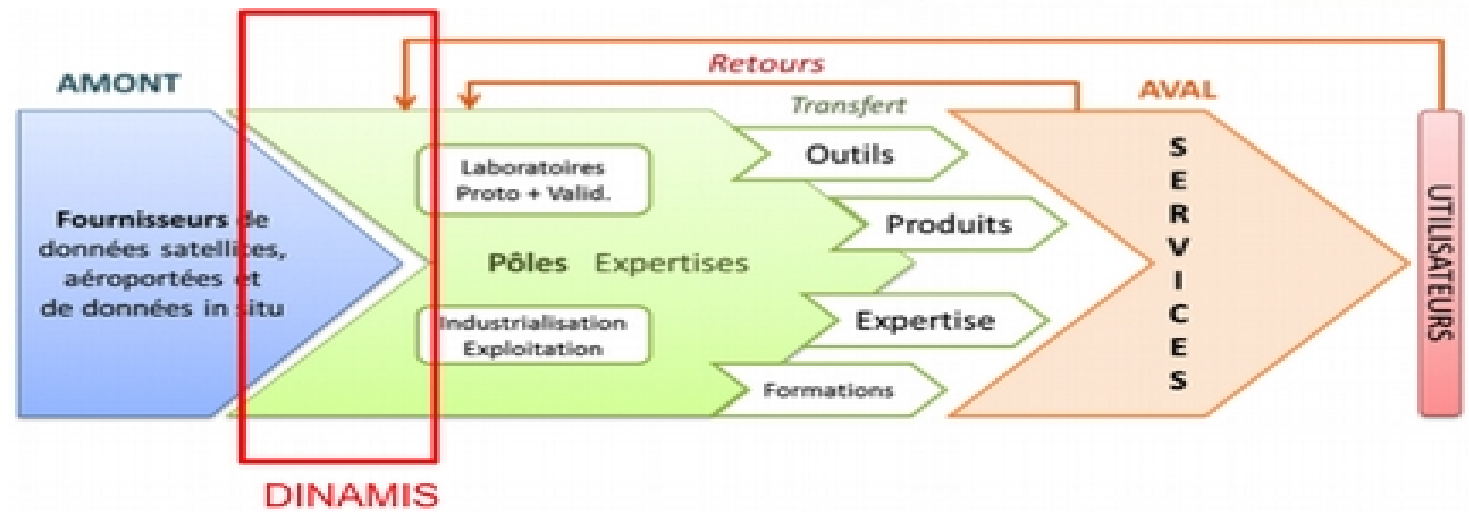
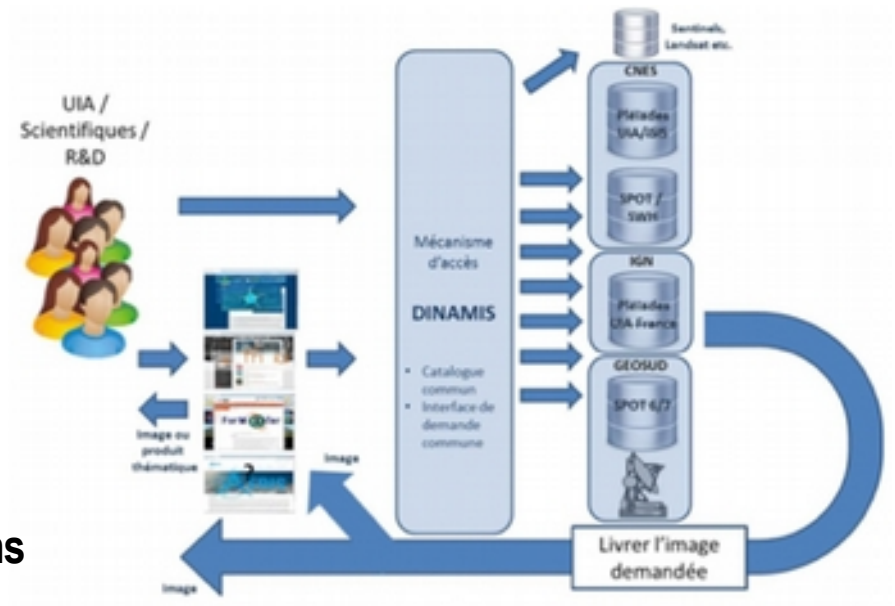
Dispositif Institutionnel National d'Approvisionnement Mutualisé en Imagerie





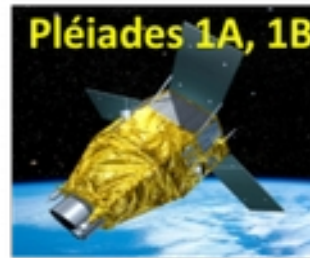
Objectifs de DINAMIS

- **Développer un métaportail des dispositifs d'accès à l'imagerie satellitaire**
à destination de la **communauté scientifique**, des **acteurs institutionnels** et de l'**innovation/transfert**
- **Accompagner les utilisateurs dans l'accès à l'imagerie selon leurs besoins**



Politique d'acquisition d'images mutualisées

- Nouvelles acquisitions Dynamis
 - Pléiades, SPOT 6-7
- Archives de programmes/projets institutionnels
 - ISIS : SPOT 1-5, Pléiades
 - DSP et RTU Pléiades
 - GEOSUD : RapidEye, SPOT 4-5, SPOT 6-7, Pléiades
 - Consortium SPOT 6-7
 - SPOT World Heritage : SPOT 1-5
 - ...
- Catalogues d'images



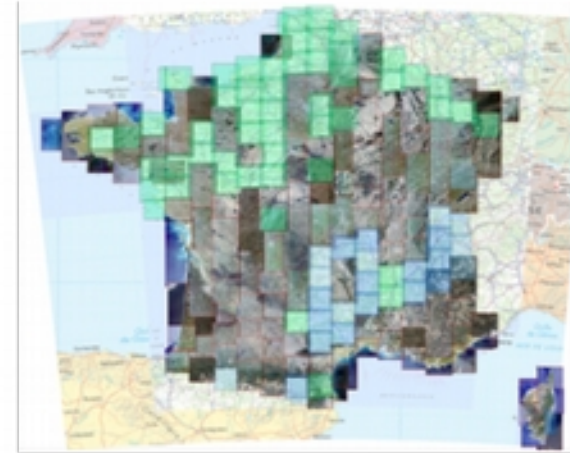
Composante Spot 6/7



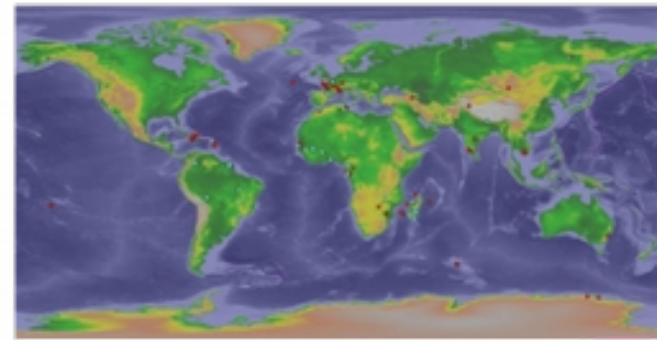
SRD GEOSUD + 1^{er} terminal SPOT 6-7



Marché + consortium télémesure SPOT 6-7 (18/06/2015)



Couverture nationale



Acquisitions monde entier

Archives et programmation Pléiades

- Pléiades (0,5m, 2m)
- Depuis 2012
- Sur zones d'intérêt définies par CNES, IGN, utilisateurs ISIS, RTU



Acquisitions 2012-2016

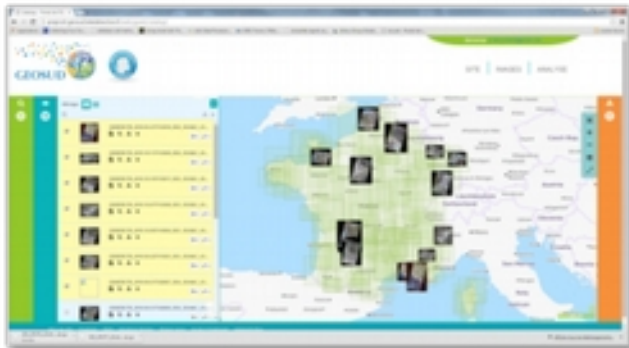
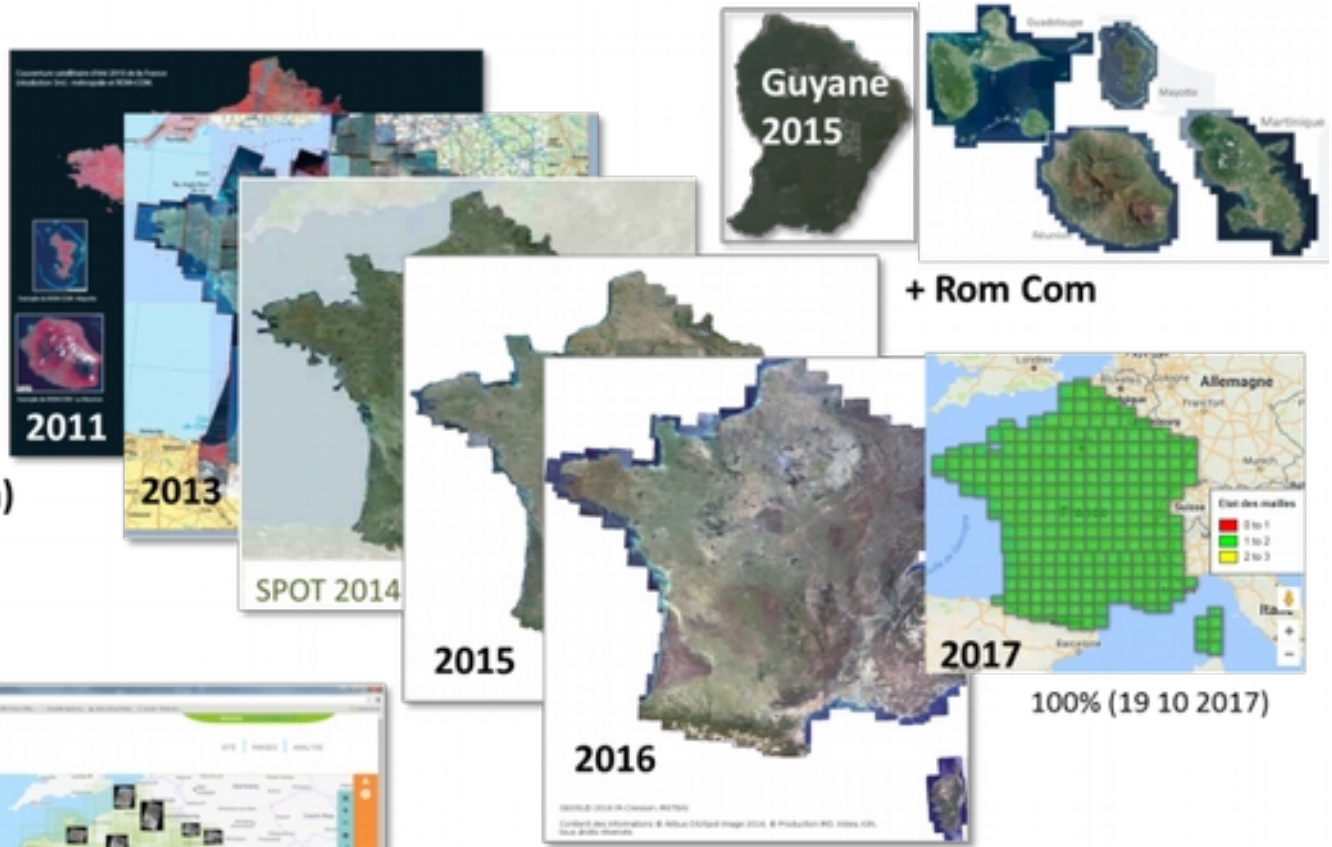
Archives et services GEOSUD : ex couvertures nationales

SPOT 5 (5 m)
2003-2005

RapidEye (5m)
2010, 2011

SPOT 5 (5m)
2012-2013

SPOT 6-7 (1.5m)
2014->2019



Services et aide aux utilisateurs

- **Prétraitements des images**
 - SPOT 6-7 : brutes et ortho-rectifiées
 - Via terminal SPOT 6-7 + IGN pour images sur territoire national
 - Pléiades : brutes et/ou ortho-rectifiées
 - Via Airbus (selon besoin utilisateur) + ortho-rectif IGN sur territoire national
- **Gestion des utilisateurs**
 - Adhésion, ouverture de comptes, signatures licences
- **Accompagnement des utilisateurs**
 - Choix des images selon les besoins
 - Ateliers, formations (via le pôle THEIA)
- **Reporting**
 - Activités Dynamis

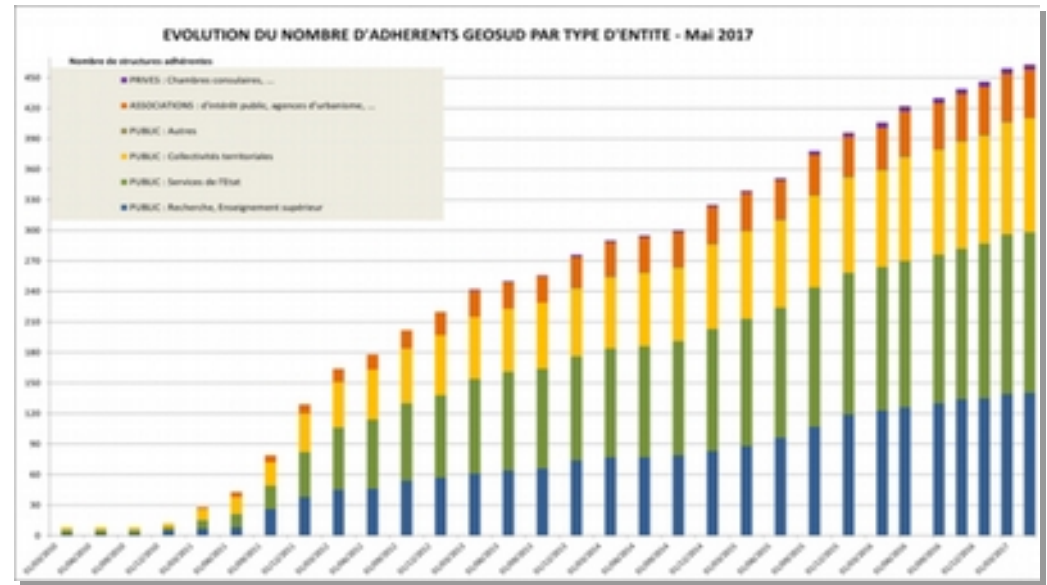
GEOSUD/DINAMIS BILAN et BENEFICIAIRES

13 800 images archives GEOSUD utilisées



Tarifs catalogues fournisseurs (recherche, acteur publics) 77 M€
Investissements GEOSUD/EQUIPEX (images, télémessure, station, fonctionnement) : 7 M€

=> facteur 10 d'économie



		En 2017	... après négo réussies ...
Institutionnel français (obligatoirement adhérent à GEOSUD)	Programmer une image	Oui	Oui
	Partager l'ensemble des images acquises ...	Oui	Oui
Scientifique européen	Programmer une image	Pleiades, oui; SPOT 6/7 non	Oui
	Partager l'ensemble des images acquises ...	Pleiades, oui; SPOT 6/7 projet par projet	Oui
Scientifique non-européen	Programmer une image	Non	Non
	Partager l'ensemble des images acquises ...	Pleiades, oui; SPOT 6/7 projet par projet	Oui
Société privé pour R&D	Programmer une image	Pleiades, oui; SPOT 6/7 oui si accord préalable d'Airbus	Oui, si accord préalable d'Airbus
	Partager l'ensemble des images acquises ...	Non	Non



Usage actuel par les laboratoires exemple du CNRS

- ☑ Centre d'Etudes Méditerranéennes (CEM) 2M
- ☑ Observatoire "Écologie des Organismes et des Populations" (OOP) CNRS 7501 Equipe "Écologie Évolutive (Écologie) Université de Poitiers
- ☑ Institut des Sciences de l'Évolution de Montpellier (ISEM) 3304 CNRS - Université de Montpellier (Scientific) depuis 11/11/2012 avec le Centre de Bio-Anthropologie et d'Écologie (UMR 5074 CNRS)
- ☑ Institut Technologique et Technologique de l'Université de Corse (Université Corse) (Université) (Université)
- ☑ Observatoire de Recherche Méditerranéenne de l'Environnement
- ☑ Observatoire des Sciences de l'Univers de Grenoble (OSUG)
- ☑ UMR 5174 (OSUG) "Méditerranée Médiévale et Moderne : Écologie, Génétique, Évolution et Climat" (OSUG) (OSUG) / Université de Montpellier
- ☑ UMR 5074 (OSUG) "Centre National de Recherche Méditerranéenne" (OSUG) (OSUG) / Montpellier
- ☑ UMR 5124 (OSUG) "Centre d'Études Spéciales de la Méditerranée" (OSUG)
- ☑ UMR 5140 (OSUG) "Écologie des Systèmes Méditerranéens"
- ☑ UMR 5175 (OSUG) "Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive" (OSUG) (OSUG) / Université de Montpellier
- ☑ UMR 5180 (OSUG) "Laboratoire de Géologie et Géophysique de l'Environnement"
- ☑ UMR 5181 (OSUG) "Sédiments, Développement, Environnement, Santé et Société"
- ☑ UMR 5182 (OSUG) "Laboratoire Interdisciplinaires, Solaires, Sédiments, Terrestres" (OSUG) - Toulouse Jean Jaurès - (OSUG)
- ☑ UMR 5200 (OSUG) "Environnements, Dynamiques et Territoires de la Méditerranée" (OSUG) / Université de Corse / UFR CNRS
- ☑ UMR 5240 (OSUG) "Méditerranée Populaire"
- ☑ UMR 5274 (OSUG) "Laboratoire de Géologie de Lyon - Terres, Planètes, Environnement"
- ☑ UMR 5310 (OSUG) "Laboratoire d'Écologie Alpine" (OSUG) - UFR
- ☑ UMR 5311 (OSUG) "Laboratoire Géochimie Environnement Toulouse" (OSUG) / UFR (OSUG) - UFR - OSUG
- ☑ UMR 5312 (OSUG) "Laboratoire d'Études en Géochimie et Géologie Spéciales" (OSUG) - OSUG - UFR - UFR
- ☑ UMR 5313 (OSUG) "Méditerranée Populaire"
- ☑ UMR 5314 (OSUG) "Environnement de la Santé" (OSUG) (OSUG) / Université de Corse
- ☑ UMR 5315 (OSUG) "Géographie de l'Environnement" (OSUG) - UFR
- ☑ UMR 5316 (OSUG) "Travaux de Recherche Archéologiques sur les Cultures, les Religions et les Sociétés" (OSUG)
- ☑ UMR 5317 (OSUG) "Laboratoire de Géographie Physique et Environnementale" (OSUG)
- ☑ UMR 5318 (OSUG) "Histoire et Histoire pour l'Avignon"
- ☑ UMR 5319 (OSUG) "Géochimie, Alpes" (OSUG)
- ☑ UMR 5320 (OSUG) "Pédochimie Continentale et Océan" (OSUG) / Université de Corse / Université de Corse
- ☑ UMR 5321 (OSUG) "Lacs, Médiéval, Néolithique, Actuelle" (OSUG) / Université de Corse (Université de Corse)
- ☑ UMR 5322 (OSUG) "Laboratoire Environnement et Société"
- ☑ UMR 5323 (OSUG) "Méditerranée et Développement de l'Environnement des Espaces et des Sociétés" (OSUG) / Université de Corse
- ☑ UMR 5324 (OSUG) "Travail Universitaire Européen de la Mer", Laboratoire Sciences Océaniques (OSUG)
- ☑ UMR 5325 (OSUG) "Sédiments, Médiéval, Évolution"
- ☑ UMR 5326 (OSUG) "Littoral, Environnement, Méditerranée, Géométrie" (OSUG) / Université de Corse
- ☑ UMR 5327 (OSUG) "Littoral, Environnement, Méditerranée, Géométrie", Composante Alpes (OSUG)
- ☑ UMR 5328 (OSUG) "Littoral, Environnement, Méditerranée, Géométrie", Composante Alpes (OSUG)
- ☑ UMR 5329 (OSUG) "Littoral, Environnement, Méditerranée, Géométrie", Composante Alpes (OSUG)
- ☑ UMR 5330 (OSUG) "Littoral, Environnement, Méditerranée, Géométrie", Composante Alpes (OSUG)

Instituts	Nbre de labo	Images livrées	surface couverte (Mkm2)	cout catalogue (M€)
INSU et INEE	22	670	2.8	4.2
INSU seuls	6	732	2.96	4.5
INEE seuls	30	1382	4.5	6.4
Autres instituts	8	67	0.33	0.42
	66	2851	10.59	15.52

- ☑ UMR 6004 (OSUG) "Géographie Physique et Environnement de l'UMR 'Littoral, Environnement, Méditerranée, Géométrie', Composante Corse"
- ☑ UMR 6005 (OSUG) "Espaces Géographiques et Sociétés", Université de Corse - OSUG - UFR 150 - OSUG
- ☑ UMR 7001 (OSUG) "Laboratoire d'Écologie de l'Environnement" (OSUG) - UFR
- ☑ UMR 7002 (OSUG) "Laboratoire Instrumentation Méditerranée"
- ☑ UMR 7003 (OSUG) "Laboratoire d'Écologie et de Climat - Expérimentations et Approches Numériques", Azule Biogéochimie Tréviers, Bondy (OSUG) (Centre France Nord)
- ☑ UMR 7004 (OSUG) "Méditerranée Adaptative à l'Évolution"
- ☑ UMR 7005 (OSUG) "Conservation des espèces, Restauration et Suivi des Populations" (OSUG) (OSUG) / Musée National d'Histoire Naturelle
- ☑ UMR 7006 (OSUG) "Étude des Structures, des Processus d'Adaptation et des Changements de l'Espace" (OSUG)
- ☑ UMR 7007 (OSUG) "Méditerranée" (OSUG) (OSUG) / UFR 150 - OSUG
- ☑ UMR 7008 (OSUG) "Centre Européen de Recherche et d'Enseignement de Géosciences de l'Environnement"
- ☑ UMR 7009 (OSUG) "Equipe de Recherche Labellisée UFR 'Laboratoire Écologie Environnement',"
- ☑ UMR 7010 (OSUG) "Institut de Physique du Globe de Strasbourg"
- ☑ UMR 7011 (OSUG) "Structure et Fonctionnement des systèmes hydriques continentaux"
- ☑ UMR 7012 (OSUG) "Géochimie Paris Sud" (OSUG) / Université Paris Sud / OSUG
- ☑ UMR 7013 (OSUG) "Laboratoire d'Écologie et de Géosciences" (OSUG)
- ☑ UMR 7014 (OSUG) "Sédiments", OSUG - Université de l'Île de la Réunion
- ☑ UMR 7015 (OSUG) "Marine Biodiversity, Exploitation and Conservation" (OSUG) - OSUG - UFR
- ☑ UMR 7016 (OSUG) "Archéologie et Histoire Méditerranéenne de l'Architecture des Plantas"
- ☑ UMR 7017 (OSUG) "Territoires, Environnement, Méditerranée et Information Spatiale"
- ☑ UFR 150 (OSUG) "Écologie et Dynamique des Systèmes Anthropisés" (OSUG) - UFR
- ☑ UFR 150 (OSUG) "Laboratoire Écologie, Environnement, Interactions des systèmes associés" (OSUG) - UFR / UFR

Diversité d'utilisateurs : services de l'Etat et collectivités Territoriales, Parcs, conservatoires, agences



- 17 DREAL
 - 2011 : Auvergne
 - 2012 : Franche-Comté, LRMP (Occitanie), Basse Normandie, Pays de la Loire, Rhône Alpes, Centre, Corse, Champagne Ardennes, Picardie
 - 2013 : Ile de France, PACA, Lorraine, Haute Normandie
 - 2014 : Réunion
 - 2015 : Bourgogne, Bretagne
- 64 DDT, 24 DAAF et DRAAF, Cerema
- DDT Région Occitanie
 - 12 DDT sur 13 : Aude, Aveyron, Gard, Gers, Haute-Garonne, Hautes Pyrénées, Hérault, Lot, Lozère, Pyrénées Orientales, Tarn, Tarn et Garonne
 - Manque DDT Ariège
 - PNR : Grands Causses, Narbonnaise, Pyrénées Catalanes, Pyrénées Ariégeoises
 - Syndicat Mixte Camargue Gardoise

4 - Dont « Préservation de l'environnement »

- Parc National de la Guadeloupe, Saint Claude
- Parc National de la Vanoise, Chambéry
- Parc Amazonien de Guyane, Remire-Montjoy
- Parc Naturel Régional Normandie-Maine, Carouges
- Parc Naturel Régional Goffe du Morbihan, Vannes
- Parc Naturel Régional Vosges Nord, La Petite Pierre
- Parc Naturel Régional Verdon, Moustiers-Sainte-Marie
- Parc Naturel Régional des Pyrénées Ariégeoises, Montels (PNRPA)
- Parc Naturel Régional des Grands Causses, Millau (PNRGC)
- Parc Naturel Régional du Haut Languedoc, Saint Pons de Thomières (PNRH)
- Parc Naturel Régional des Causses du Quercy, Labastide-Murat (PNRCQ)
- Parc Naturel Interrégional du Marais Poitevin, Coulon
- Parc Naturel Régional de Camargue, Arles (PNR Camargue)
- Parc Naturel Régional des Caps et Marais d'Opale, Le West (PNRCMO)
- Parc Naturel Régional de Millevaches en Limousin, Millevaches
- Parc Naturel Régional de la Narbonnaise en Méditerranée, Sigean
- Parc Naturel Régional du Lubéron, Apt
- Parc Naturel Régional de la Brière, Saint-Joachim
- Parc Naturel Régional du Périgord-Limousin, La Coquille (PNRPL)
- Parc Naturel Régional du Livradois-Forez, Saint Gervais-sous-Meymont
- Parc Naturel Régional du Haut-Jura, Lajoux
- Parc Naturel Régional des Pyrénées catalanes, Olette (PNRPC)
- Parc Naturel Régional du Vercors
- Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne, Ayrat
- Conservatoire du Patrimoine Naturel de la Savoie, Le Bourget-du-Lac (CPNS)
- Conservatoire Botanique National Alpin, Gap (CBNA)
- Conservatoire Botanique National de Brest (CBN Brest)
- Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles, Hyères (CBNMED)
- Conservatoire Botanique National de Mascarin, Saint-Leu (CBNM)
- Conservatoire des Espaces Naturels de Picardie, Amiens (CEN Picardie)
- Conservatoire des Espaces Naturels de Corse, Borgo (CEN Corse)
- Conservatoire Régional d'Espaces Naturels de Poitou-Charentes, Poitiers (CREN PC)
- Conservatoire des Espaces Naturels de Rhône-Alpes, Vourles (CEN Rhône-Alpes)
- Société Nationale de Protection de la Nature, Réserve nationale de Camargue, Arles (SNPN Camargue)
- Plateau du Patrimoine Naturel de la Maison de l'Environnement de Franche Comté, Besançon (PPNMEFC)
- Agence des aires marines protégées, Brest





Applications réalisées par les utilisateurs

Applications très diversifiées

Utilisateurs à la fois recherche, action publique, formation

Occ Sol	<ul style="list-style-type: none"> • Généraliste (état, changements) • Focus : zones humides, espèces végétales protégées, SAU, renouée du Japon, boisements alluviaux, vergers, vignes, friches
Carto référence, BD SIG	<p>Ortho images comme couche d'arrière plan (contexte géo), banque d'images sat par commune et millésime, MAJ carto cours d'eau, digit trait de côte, risques, visu foncier agricole</p> <p>Connaissances et évolution des territoires</p>
Urbain, péri-urbain	<p>Caractérisation tâche urbaine, suivi artificialisation</p> <p>Emprise végétation en ville, MNT pour hydro urbaine, suivi du potentiel de densification urbaine</p>
Aménagement, infrastructures	<p>A31bis, impact aménagement routier</p> <p>Evaluation de SCOT, Observatoire des ZAE</p>
Biodiv, TVB	<p>Carto habitats naturels</p> <p>Evaluation mise en œuvre mesures compensatoires</p> <p>Evolution TVB et OS pour évaluation de SCOT</p>

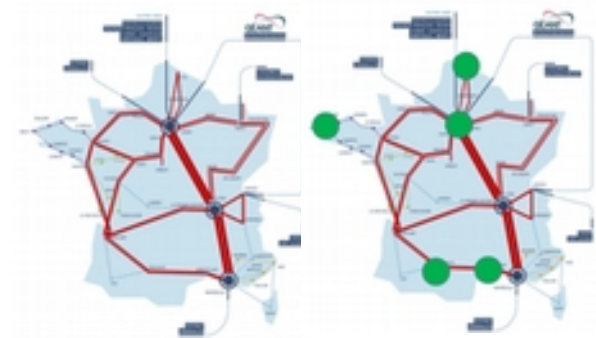
Applications réalisées par les utilisateurs



Environnement Changt Clim	Dégradation permafrost Alpin, évolution glaciers Alpins Evolution des paysages
Forêt	Coupes rases, contrôle des défrichements, connaissances forêts matures, couplage avec lidar pour estimer proportion de résineux, ressources ligneuses au Togo, carto formations végétales en Guyane, GeoForAfri, couplage satellite drone pour suivi état des forêts, suivi plantations ormes
Risques	Activation Copernicus Risk et Recovery (inondation FR 2016), Glissements de terrain
Littoral	Carto des estrans, évolution végétation et chenaux baie St Michel, carto trait de côte, géomorphologie du littoral, blanchissement du corail, échouage algues vertes, sédimentation fine, méthodes inversion bathy
Hydrologie	Carto plans d'eau, MNT pour hydro urbaine
SHS	Résilience des sociétés en montagne
Agriculture	Carto multi-sites en Afrique d'espaces agricoles, zones de pastoralisme, surfaces en herbe, bilan hydrique des cultures, déplacements animaux sur domaines skiabiles, couplage séries optiques et radar pour espaces agricoles

Evolution infrastructures et plateformes de données et de services distribués

- Vers des **plates-formes/infrastructures de services distribués** qui accompagnent le **cycle de la donnée** de son acquisition jusqu'à son **usage** en passant par l'ensemble des étapes (qualification/validation, stockage, pré-traitements, traitements/extraction de connaissances, produits, services, ...)
- Vers des systèmes adaptables/évolutifs en fonction des besoins des communautés
- **Interopérable => FAIR** avec les dispositifs existants
- Développer des projets R&D/pilotes/POC pour être innovants et performants pour offrir les services les plus avancés (Ex. : coopération avec les HPC/GENCI/CINES, services IA, Renater, ...)
- S'intégrer et **contribuer aux politiques nationales** (Infranum, ...), **régionales** (CPER, Occitanie Data, ...), européennes (EOSC, Copernicus, ESA, ...) et internationales (GO FAIR, RDA, GEO, ONU, ...)
- Porter une **vision spécifique orientées** par les besoins des communautés (système Terre) au niveau national, européen et internationale



RENATER 6 - 2020

Vers un continuum d'infrastructures pour des usages scientifiques des données

GT TECH

- Les architectures informatiques des 4 pôles doivent permettre :
 - Production systématique et opérationnelle de données / produits : Stockage important associé à du HPC ; de l'acquisition à la diffusion des données
 - Accès à des Environnement Virtuels de Recherche pour une exploitation simplifiée des données par les utilisateurs
 - Accès à des environnements de développement et de production pour une exploitation avancée des données

- Infrastructures : **Data driven Architecture**
 - Réparties au sein des pôles, distribués géographiquement
 - Hébergées par les CDS, mésocentres régionaux ou thématiques et Centres de Calcul Nationaux
 - Ressources cumulées : + de 15 000 Cœurs de calcul ; + de 50 Po de stockage ; Interconnexions réseaux au sein des CDS sur les boucles locales

- Mutualisation / Fédération possibles :
 - Expertise, expérience
 - Infrastructures
 - Services



Les nouveaux besoins / contraintes

- Besoins GPU pour IA - Machine Learning – Deep Learning
- Besoins liés à l'acquisition des données (type segment sol pour les observatoires in-situ)
 - Problème d'organisation de la données multi dimensionnelle, multi variables, organisation de la granularité de la données
 - Problèmes liés au nombre de fichiers
- Besoins d'accès rapides à de grandes volumétries de données
- Données multithématiques pouvant être croisées
- Volumétrie des données à déplacer ➔ contrainte sur les réseaux
- Prise en compte de l'impact environnemental des infrastructures des CDS

