

# Theia: quels grands défis?

Nicolas Baghdadi, Irstea



# Cadre national

- **Infrastructure de Recherche «Pôles de Données et Services pour le Système Terre»:**  
**Frédéric Huynh (feuille de route nationale 2016-2018 et 2018-2020 du MESRI)**
  
- **Pôles de Données**
  - **AERIS : Atmosphère**
  - **Form@ter : Terre Solide**
  - **ODATIS : Océan**
  - **THEIA : Surfaces Continentales**
  
- **Dispositifs transversaux**
  - **Dispositif INstitutionnel d'Approvisionnement Mutualisé en Imagerie Satellitaire (DINAMIS)**
  - **Groupe Technique Inter-Pôles**
  - **Chantiers transversaux**
  - **GT Europe & International**

# Contexte et Enjeux

- **Besoins des communautés scientifiques en forte évolution** : données multi-sources, multi-capteurs, services d'accès aux données, de traitements et d'analyse/modélisation, approches plus intégrées
- **Augmentation exponentielle du nombre de données** provenant à la fois des capteurs in-situ et spatiaux => besoins d'analyse et de traitements intelligents (modèles, deep learning, big data, ...) orientés usages scientifiques
- **Perspectives nouvelles** de recherche plus intégrées, pluri-trans-disciplinaires facilitées par des données, produits, services interopérables et accessibles à long terme
- **Concilier** recherche d'**excellence** et développement de **partenariats durables avec acteurs publics et économiques**
- **Structurer et organiser l'offre nationale tout en se projetant au niveau européen et international**

# Objectif de l'IR système Terre

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**

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

# Objectifs spécifiques

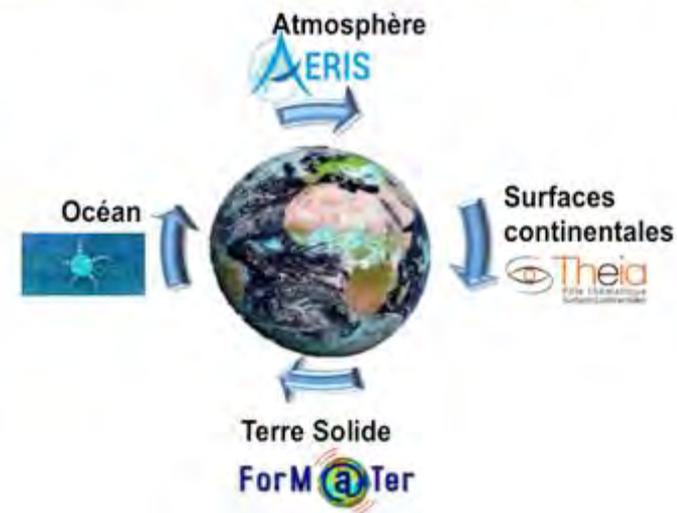
- **Générer des données, produits et services** dérivés de **données spatiales et in-situ** au travers de **processus itératifs**, impliquant **laboratoires et utilisateurs...**  
... en mobilisant des **expertises et connaissances** pluridisciplinaires, des **outils d'exploration et de visualisation** associés à des moyens de **calculs performants**,
- **Diffuser ces produits et services** aux niveaux **national, européen et international** (*missions spatiales, réseaux d'observation, partenariats en soutien aux politiques de développement durable*),
- **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.

# Missions de l'IR système Terre

## Missions de l'IR Système Terre :

- fédérer les pôles de données
- développer des portails
- favoriser des recherches intégrées & interdisciplinaires comprendre les processus associés au **Système Terre** et **Changements Globaux**,
- développer des partenariats européens & internationaux

## Les 4 Pôles de Données et Services



*IR Système Terre se positionne sur **ensemble du cycle des données** (mesures terrain et satellites), depuis leur **production** (en synergie avec autres IR et observatoires) jusqu'à leur **mise à disposition** des **utilisateurs** et des **bases de données et dispositifs nationaux, européens et internationaux** (Copernicus, GEOSS...).*

# Objectifs du pôle Theia

- Mutualiser bases de données / outils
- Faciliter l'usage des données de télédétection sur les SC
- Concevoir/valider des méthodes innovantes, élaborer de produits thématiques et former les utilisateurs
- Mettre en réseau et fédérer acteurs scientifiques et utilisateurs

# Structure de Theia



## UTILISATEURS



## OBSERVATION DE LA TERRE



## CENTRES D'EXPERTISE SCIENTIFIQUE



## ANIMATION REGIONALE THEIA



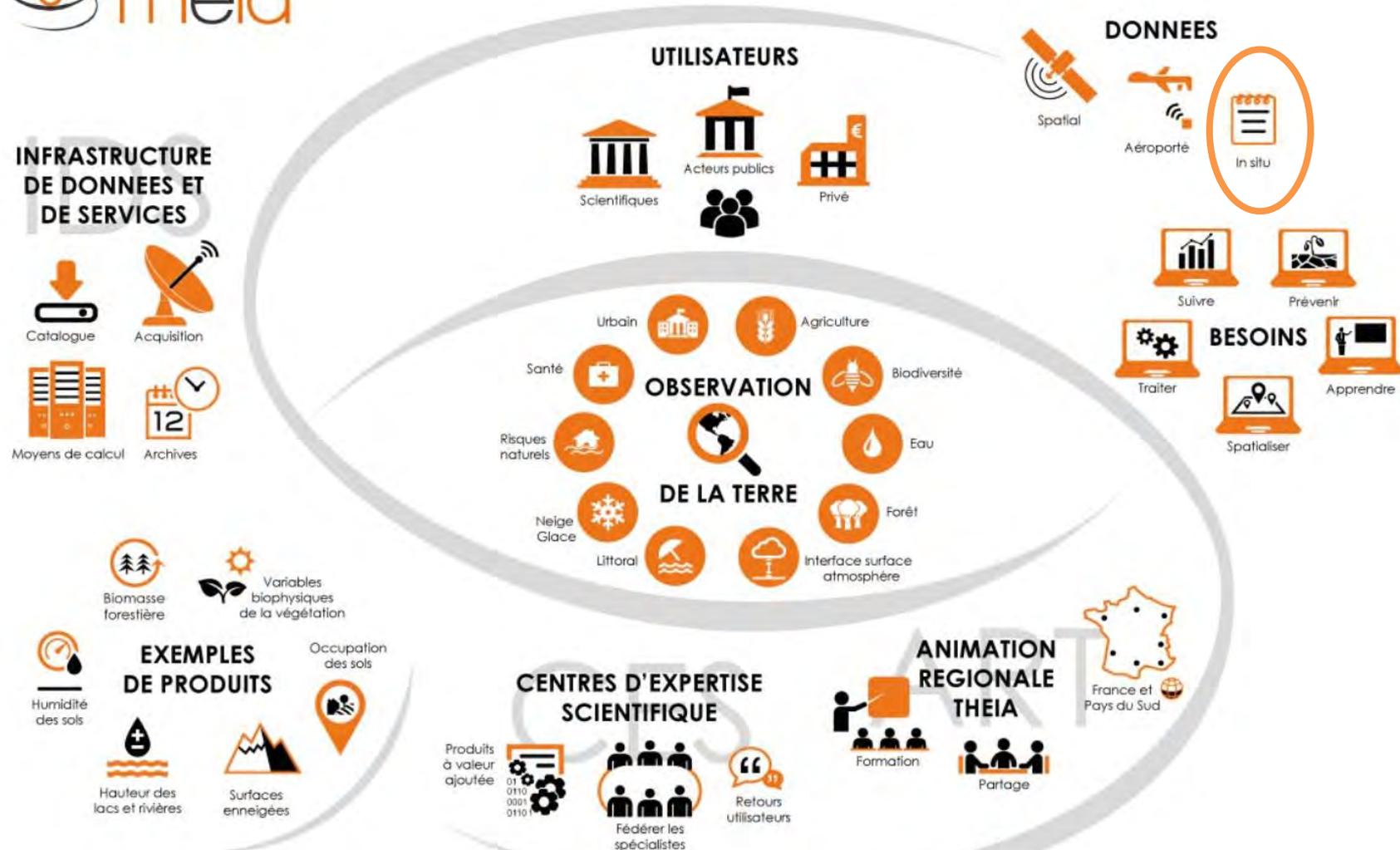
# Portefeuille de produits

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

DINAMIS

- Données in situ et données aéroportées: à venir
- Développement des services de traitements à la demande: à venir

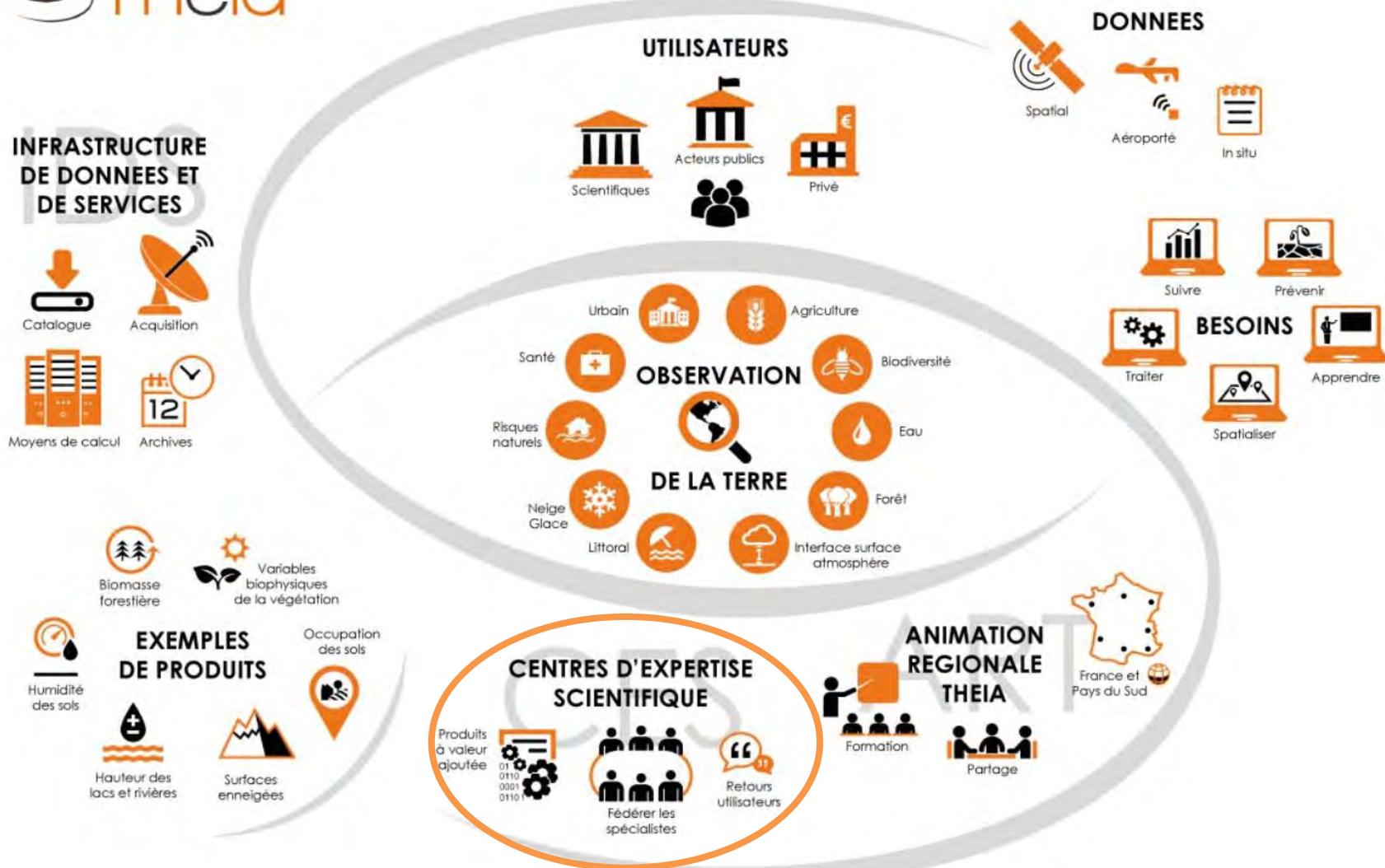
# Structure de Theia



# Données in situ

- Un démarrage récent du chantier
- Recensement de variables mesurées par les 22 observatoires labellisés d'OZCAR
- Vers un portail de données in situ: avoir un **prototype de portail** in situ à la fin de l'année 2018
- Développement complet du portail sur 5 ans

# Structure de Theia



# Centres d'Expertise Scientifiques (CES)

- CES = regroupements de laboratoires menant des travaux de recherche et développant des méthodes innovantes
- CES peut conduire dans certains cas à un **produit à valeur ajoutée innovants** avec éventuellement des services associés.
- CES → production si :
  - ✓ **Pertinence** des CES par rapport aux produits disponibles/prévus dans Copernicus/établissements/autres programmes structurants
  - ✓ **Intérêt** pour la communauté des utilisateurs
  - ✓ Méthodes généralisables / 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

**Pour en savoir plus:** <https://www.theia-land.fr/fr/presentation/thèmes>

# Liste des CES Theia

- 22 CES à ce jour
  - **Rayonnement**
    - ❖ CES Réflectance de surface - O. Hagolle et al.
    - ❖ CES Albedo - Jean-Louis Roujean et al.
    - ❖ CES Température de surface et émissivité – L.Roupioz / A.Michel
  - **Sols**
    - ❖ CES Occupation du sol – J. Inglada et al.
    - ❖ CES Artificialisation-urbanisation des sols - A. Puissant et al.
    - ❖ CES Cartographie numérique des sols - Ph. Lagacherie et al.
    - ❖ CES Détection de changements à haute fréquence - P. Gançarski et al.
  - **Végétation**
    - ❖ CES Variables végétales décimétriques - F. Baret et al.
    - ❖ CES Biomasse forestière - Thuy Le Toan et al.
    - ❖ CES Cartographie physionomique de la végétation naturelle – S. Alleaume
    - ❖ CES Incendie – M. Jappiot et al.
    - ❖ CES Paysage – A.E. Laques / Sandra Luque et al.

# Liste des CES Theia

## – Eau

- ❖ CES Hauteur des lacs et rivières - J.F. Crétaux et al.
- ❖ CES Humidité superficielle basse résolution spatiale (Y. Kerr et al.) et très haute résolution spatiale (N. Baghdadi et M. Zribi)
- ❖ CES Surface enneigée - S. Gascoin 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 Qualité des eaux continentales – J.M. Martinez et al.
- ❖ CES Cartographie et suivi des surfaces en eau – H. Yesou et al.
- ❖ CES Surfaces irriguées – V. Demarez et al.
- ❖ CES Volumes d'eau – F. Frappart et al.
- ❖ CES Altitude de ligne d'équilibre glaciaire – A. Rabatel et al.

## – Santé

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

*On peut en créer d'autres, il suffit de me contacter ...*

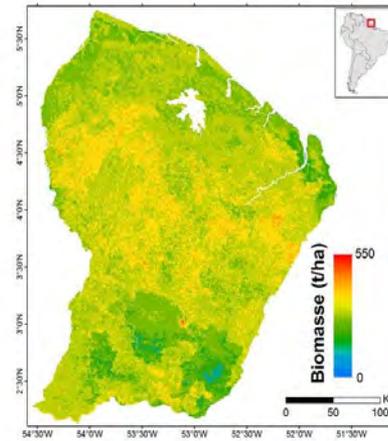
# Avancement CES

- **CES déjà en phase production:**
  - Réflectance de surface Spot / Landsat / S2: Olivier Hagolle et al.
  - Hauteur des lacs et des rivières: Jean François Crétaux et al.
  - Occupation des sols: Jordi Inglada et al.
  - Humidité des sols basse résolution: Yann Kerr et al.
  - Humidité des sols THRS: Nicolas Baghdadi et al.
  - Surfaces enneigées : Simon Gascoin
- **CES mûrs en cours de prototypage:**
  - Paramètres biophysiques de la végétation (F. Baret / M. Weiss / J. Inglada)
  - Qualité des eaux continentales (J.M. Martinez)
- **CES avancés en cours de finalisation/validation des algorithmes (d'ici un an):**
  - Dégradation en zones forestières: Th. Le Toan et al.
  - Cartographie des zones urbaines: A. Puissant et al.
  - ...

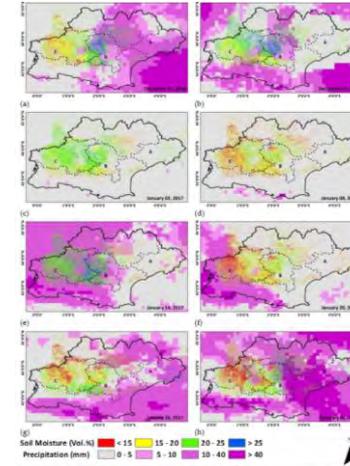
# Exemples produits Thématiques Theia



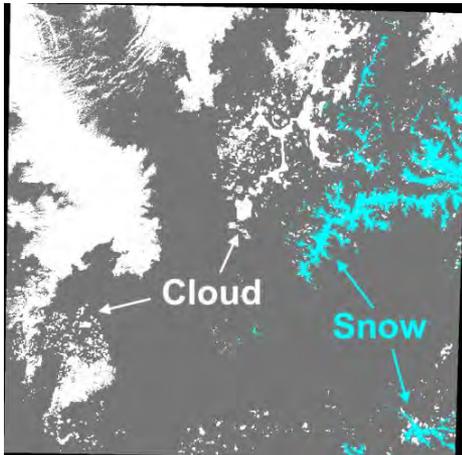
**Occupation des sols**



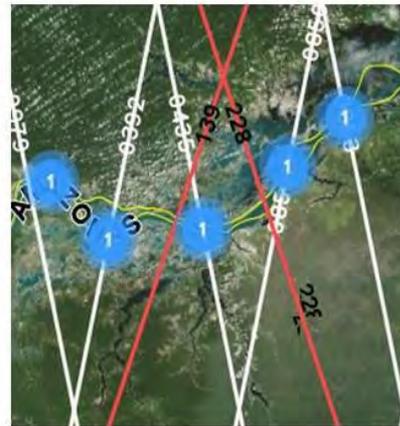
**Biomasse forestière**



**Humidité des sols**



**Neige**



**Hauteur lacs et rivières**



**Mosaïque S2-L3A**

# Réflectance de Surface

- Images spatiales corrigées des effets de l'atmosphère
- Valeurs exprimées en grandeur physique
- Résolution : 10 m (Sentinel 2, Venüs) et 30m (Landsat 8)
- Répétitivité : tous les 5 jours
- Algorithme MAJA multitemporel permettant de fournir des masques de bonne qualité (nuages, ombres de nuages, eau)

Avant correction



Après correction



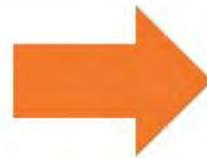
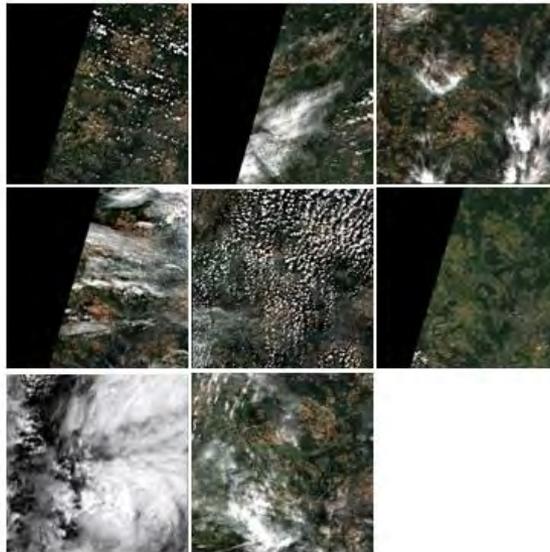
Zones couvertes



# Synthèses mensuelles de réflectance

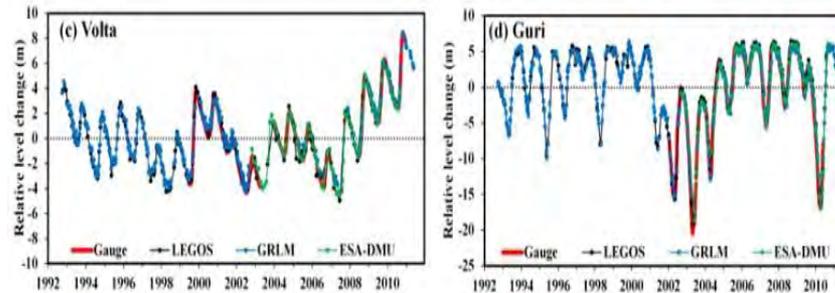
## WASP Weighted Average Synthesis Processor

- Composition dénuagée des acquisitions sur 45 jours en réflectance de surface
- Issu du développement initial réalisé pour Sen2Agri (CESBIO, Université Catholique de Louvain, C-S)



# Hauteurs des lacs et des rivières

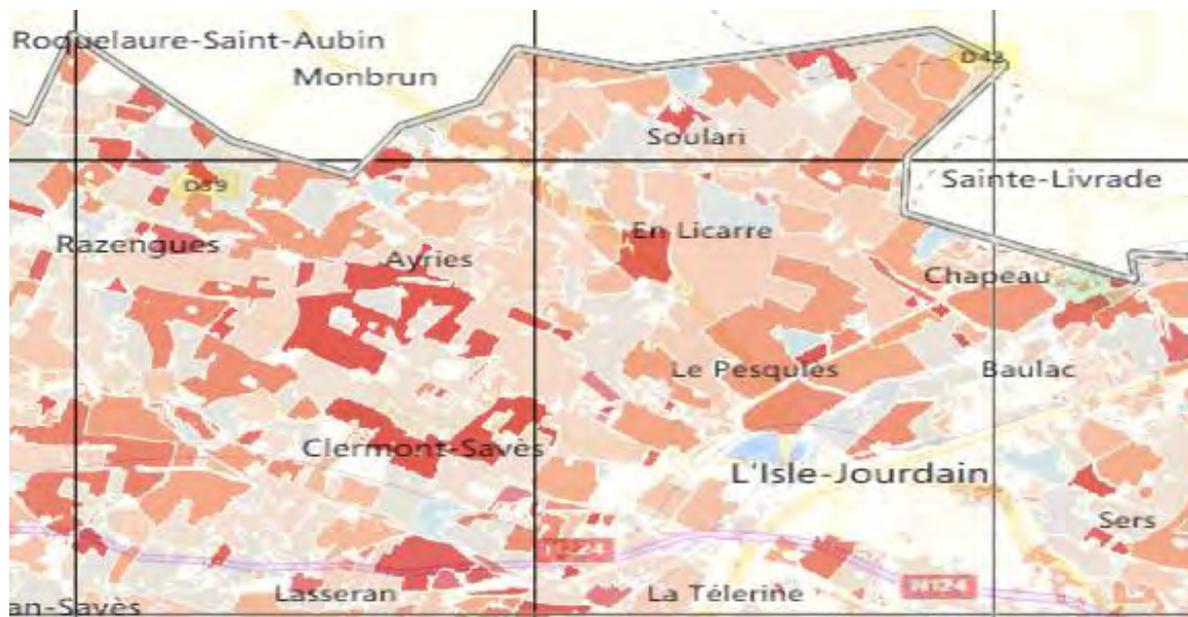
- Séries temporelles de hauteurs d'eau des grands fleuves et lacs du monde (500 « stations virtuelles » dans le monde)
- Données calculées à partir des satellites altimétriques Sentinel-3 (EUR) et Jason-3 (FRA+USA)





# Humidité des sols très haute résolution

- Humidité des sols des parcelles agricoles en % de masse volumique
- Résolution : Sub-parcellaire
- Répétitivité : tous les 6 jours
- Calcul par réseaux de neurones à partir des données Sentinel 1 (et Sentinel 2)
- Production sur la région Occitanie



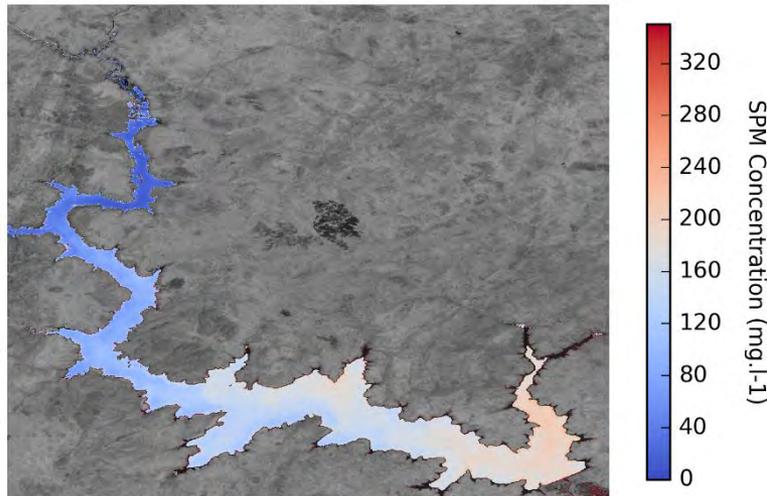
# Occupation des sols

- Nomenclature d'une vingtaine de classe d'occupation des sols
- A partir de Sentinel 2 et de données exogènes (climat, registre parcellaire, ...)
- Chaîne de traitement : iota2 (open source)
- Production par Theia : annuelle sur la métropole
- Echelle : 10 ~20m



# Qualité des eaux continentales

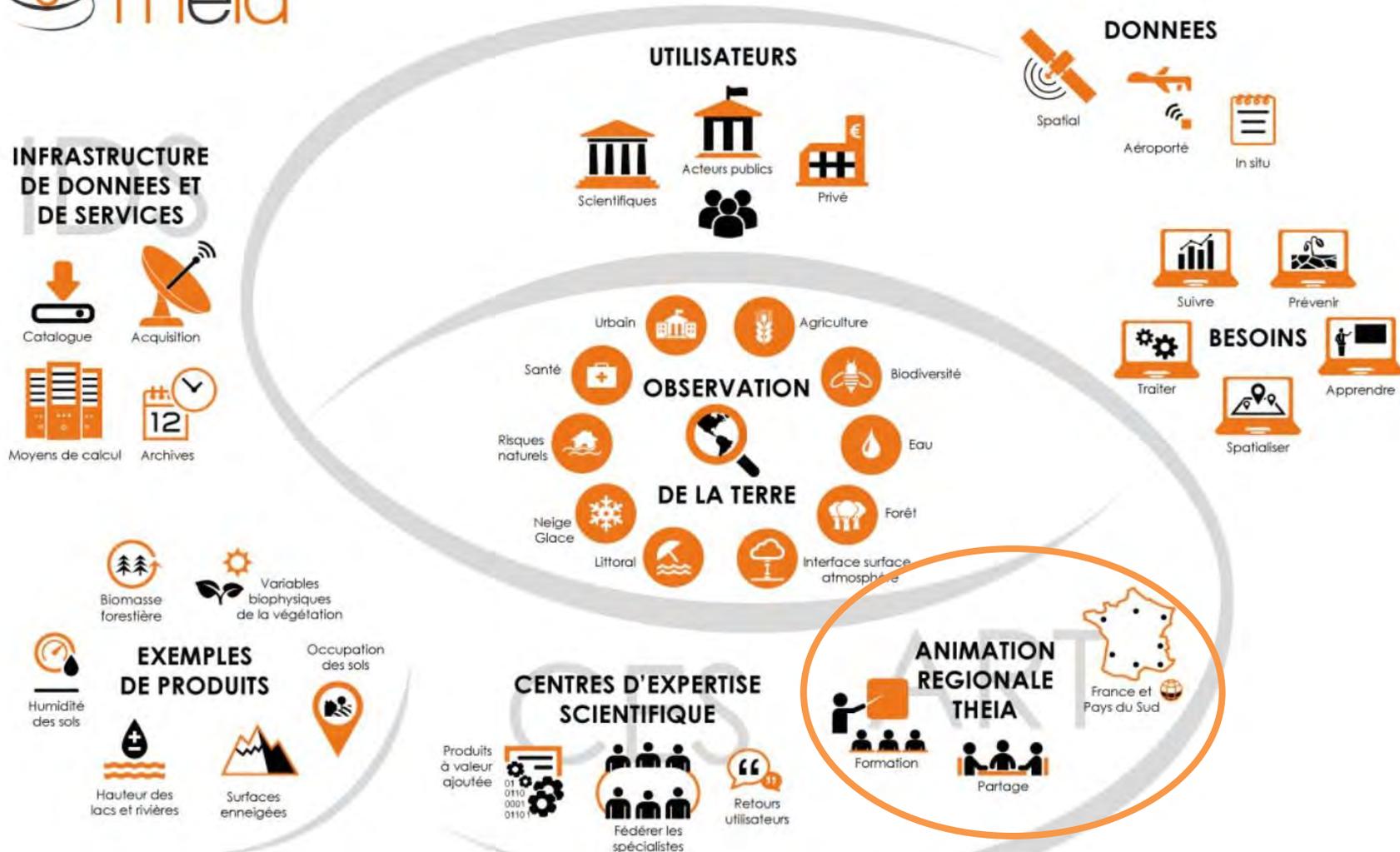
- Fin 2018 : distribution via Theia de 1ers produits de démonstration (SPM suspended particulate matter)
- But 2019-2020 : couvrir les 30 bassins versants les plus importants en terme de débit et 20 lacs dans le monde



## SPM in the Bagré reservoir in Burkina Faso

Source : J-M. Martinez

# Structure de Theia



# Une animation nationale au travers d'un réseau d'Animation Régionale Theia (ART)

- Mission principale: fédérer, **animer les utilisateurs** (scientifiques et acteurs publics et/ou privés) à l'échelle des régions, et participer aux efforts de **formation** de la communauté notamment sur des produits à valeur ajoutée développés dans les CES.

- A ce jour 8 ART:



**GeoDev: réseau de coopération internationale Pays du Sud**

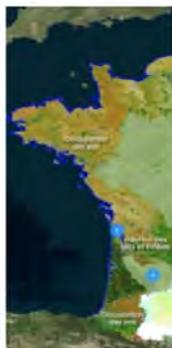
**Pour en savoir plus**

<https://www.theia-land.fr/fr/presentation/animation-regionale-theia-art>

# Communication

- Une chargée de communication 100% Theia
- **Site web** (theia-land.fr)
- **Bulletin Theia** (semestriel)
- **Newsletter Theia / ART** (bimestrielle)
- **Fiches produits CES et images**
- **Séminaires Theia**

## Invitation



Nous vous invitons au séminaire des utilisateurs du pôle de données et de services surfaces continentales Theia, le mercredi 17 et le jeudi 18 octobre 2018, à Agropolis International, Montpellier.

Le thème de cette édition est "Des données spatiales aux services de géoinformation pour la gestion des territoires et des espaces naturels".

Attention le nombre de places est limité



Des données spatiales aux services de géoinformation pour la gestion des territoires et des espaces naturels

17-18 octobre 2018 Montpellier

## Invitation

Nous vous invitons au séminaire des utilisateurs du pôle de données et de services surfaces continentales Theia le mercredi 17 et le jeudi 18 octobre 2018 à Agropolis International à Montpellier. Le thème de cette édition est "Des données spatiales aux services de géoinformation pour la gestion des territoires et des espaces naturels".

### Inscrivez-vous en ligne

<https://theia2018.scienceconf.org/register>

Attention le nombre de places est limité.

### Le programme provisoire du séminaire

<https://theia2018.scienceconf.org/programme>

<https://theia2018v16018.pdf>

Le séminaire Theia 2018 est un événement organisé pour les acteurs publics, privés et associations afin de favoriser leur rencontre avec la communauté scientifique et présenter les avancées de Theia et les actions à venir.

Toutes les informations <http://theia2018.scienceconf.org/>

