

Les données spatiales pour la cartographie et le suivi des ressources en Afrique

CNES Programs and activities related to Land and Hydrology



Toulouse Space Show
June 30th 2016

Dr. Selma Cherchali
Land and Hydrology Program Manager
Science, Innovation and Applications Directorate

Enjeux de société, enjeux de connaissance

Des enjeux sociétaux forts

- Sécurité alimentaire (*production, pression sur les terres, déforestation, urbanisation...*)
- Ressources en eau (*disponibilité en eau douce, eau potable, irrigation, qualité de l'eau...*)
- Qualité de l'environnement (*pollution, érosion, dégradation des sols...*)
- Biodiversité (*pratiques agricoles, migrations d'espèces...*)
- Sécurité sanitaire (*santé environnementale, épidémiologie...*)
- Risques (*incendies, tempêtes, inondations, sécheresses, érosion...*)

Un exemple : évaluation des conséquences hydrologiques du changement climatique

- Modélisation des interactions surface-atmosphère, des écoulements de surface et de profondeur, continuum d'échelles
- Analyse de sensibilité, évaluation sous scénarios
- Définition de stratégies d'adaptation, de remédiation
- Comprendre pour agir : gestion des territoires, des ressources, des crises

Les Surfaces Continentales

Gestion des ressources et cartographie

THEMES	MODELISATION	ECHELLES
Etude du climat, Modèles météo.	Fonctionnement des surfaces continentales <i>Les cycles de l'eau et du CO₂ Humidité de surface...</i>	Globale et Régionale Mensuel, Décade
Agriculture, Forêts	Modèles de fonctionnement des cultures Estimation de la biomasse	Régionale et Locale Journalier, Hebdo.
Ressources en eau	Quantification des réservoirs et des flux <i>Bilan Hydrique, Humidité, MNT Température de surface...</i>	Régionale et Locale Journalier, Hebdo.
Risques et Santé	Feux, Inondation épidémiologie	Régionale et Locale ≤ Journalier
Urbain, Infrastructures	Cartographie 2D, 3D <i>Ilots de chaleurs...</i>	Locale et Régionale Année
Littoral	Aménagement du territoire Protection de l'environnement Ecosystème, estuaires	Locale et Régionale

Des besoins en observations

Identification
Structure 2D-3D

Caract. spectrales
Variables biophysiques

Détection de changements
brusques et séries longues

**Nature et
dynamique
des paysages**

**Fonctionnement et
dynamiques spatio-
temporelles des SIC,
sous forçage
anthropique et climatique**

**Fonctionnement des
surfaces :
énergie, eau, CO₂...**

**Ressources en eau :
état et dynamique**

Température
Humidité

Photosynthèse
Evaporation

Stocks
Débits

Humidité
Altimétrie

Des missions spatiales de grand intérêt

Pléiades, SPOT, SENT 1, 2
VENUS, HYPEX 2 ?

BIOMASS

Caractérisation
des paysages

SENT 2, 3

Structure 3D des
canopées

Dynamique des
paysages

LIDAR ?

**Nature et
dynamique
des paysages**

OCAPI

**Fonctionnement et
dynamiques spatio-
temporelles des SIC,
sous forçage
anthropique et climatique**

**Flux de surface et
fonctionnement :
CO₂, énergie, eau**

**Ressources en eau :
état et dynamique**

FLEX

IRT



SMOS

**Alti Nadir, SWOT,
MéghaTropiques**

Le programme Surfaces Continentales (Land)

Augmentation de la demande sociétale et scientifique dans le domaine de l'environnement continental, e.g. développement durable, gestion des ressources en eau et des écosystèmes cultivés ou naturels

→ Pour une meilleure prise en compte du rôle des surfaces continentales (Sol, Végétation, eau) à l'échelle régionale et globale

● En orbite

- ◆ **SPOT / VEGETATION** Végétation (land cover), urbain
- ◆ **SMOS** Hydrologie / Humidité des sols
- ◆ **Pléiades** aménagement du territoire, gestion des risques, hydrologie, cartographie

● Planifiée

- ◆ **Venus** Suivi des cycles de végétation pour améliorer les modèles de fonctionnement de la végétation : meilleure prise en compte de la dynamique
- ◆ **TIR mission** modèles de fonctionnement : bilan d'énergie et bilan hydrique à travers la température de surface
- ◆ **SWOT and Nadir Altimetry** Surfaces d'eau, hauteur et pente

Et une implication forte dans les missions Copernicus: S2, S3

CNES Missions

An end-to-end approach, covering the whole chain from data delivery to final usage (for scientific communities and beyond), with a loop that feeds back user needs to mission and sensor requirements.

- **Development of Earth Observation Space Systems, including Ground Segment**

- **Products**

- » Level1
- » Level 2 or + (geophysical products) : development & production tailored to final users (functioning in « short loop ») **with partnership.**

- **Increase the use of derived products from space missions**

- » CNES has to insure that space derived products and associated services are developed and exploited according to the users requirements
- » CNES sustains the national & international initiatives which contribute to this objective

Land Thematic Data Centre

<http://www.theia-land.fr>

Joint program in partnership with 12 French organizations and associated Science Labs



CNES and other partners have built an IDS to distribute Surface Reflectance Time Series for users.

- 1. Produce Surface Reflectance Time Series for users.**
- 2. Distribute data and added value products,**
- 3. Interact with a network of regional expertise centers about Land applications**

Approach

Innovative data processing (new algorithms, data fusion, synergetic products from S1, S2/Landsat /Pleiades, and S3 sensors, ...), Research, improvement of the algorithms, added value products Cal/Val using multimissions
Deliveries according to specific needs
Support to downstream users

Qu'est-ce que et pourquoi l'ART GeoDEV ?

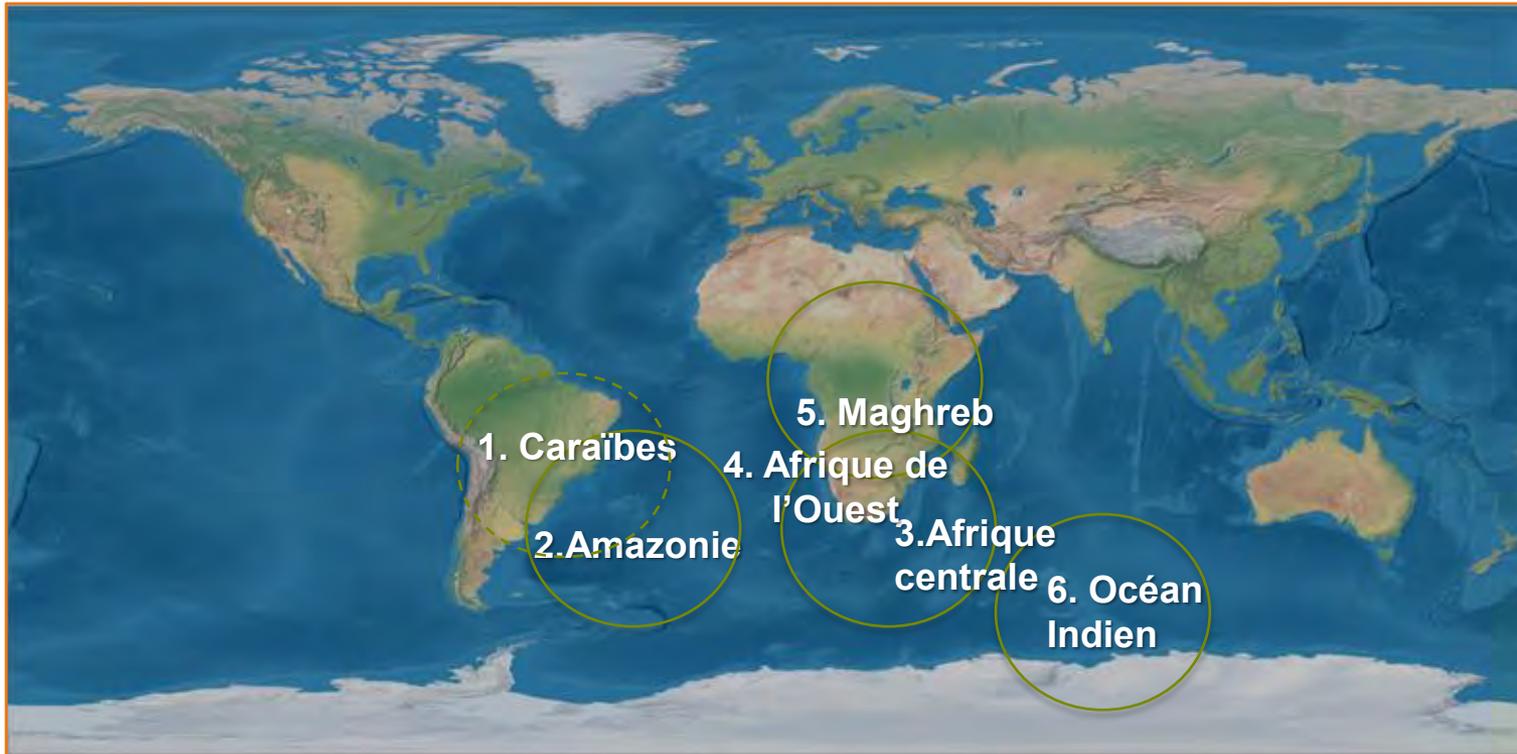
GeoDEV est le réseau d'Animation Régionale de **Theia au Sud**, porté par l'IRD, le CNES et le CIRAD, en cours de labellisation par le Pôle.

L'ART GeoDEV s'adresse aux **acteurs** institutionnels **français, des ROM-COM et des pays du Sud**, qui utilisent les ressources de l'Observation spatiale au service de la recherche scientifique ou de l'accompagnement de politiques publiques au Sud.

➔ Pour développer un réseau d'**échanges scientifiques et techniques** entre les **CES thématiques THEIA** et les centres de compétences **ROM-COM et pays du Sud**, afin de soutenir **les communautés et les usages de l'observation de la Terre au Sud**.

- **Promouvoir les usages de la télédétection** auprès des acteurs institutionnels
- **Développer une animation** autour **d'enjeux scientifiques régionaux** et de **thématiques prioritaires** d'applications.
- **Contribuer** avec des partenaires techniques et scientifiques dans les ROM et les pays du Sud **à un bouquet de ressources mutualisables issues du spatial**.
- **Accompagner** l'émergence de centres de compétences en télédétection au Sud et **le co-développement d'applications thématiques aval** (en partenariat).

Régions cibles de l'ART GeoDEV



 Cercles de réception des dispositifs SEAS et Geosud

 Projet de centre de réception SEAS

EO data contribution

By providing data for:

Monitoring and understanding the vegetation cycles to improve functioning models

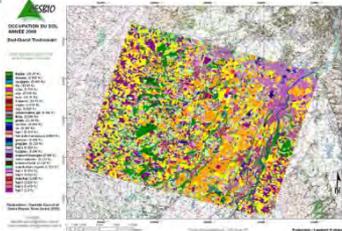
- ◆ Access to the dynamic of surfaces

Useful information over land retrieved from remote sensing data

- ◆ Reflectances, vegetation index, leaf area index, albedo, surface temperature, solar irradiance, precipitation
- ◆ Automatic Land cover maps
- ◆ Evapotranspiration
- ◆ Time evolution of these variables
- ◆ Data assimilation

Need to provide simultaneously high spatial resolution and high temporal revisit data to solve land cover heterogeneity and vegetation dynamics -> **Sentinels data with other missions Pleiades, SMOS, ...multi-sensors approach**

Nature et dynamique des paysages → cartographie



- ◆ **Identification des surfaces**
 - ◆ Cartographie 2D (occup. sols)
 - ◆ Description 3D (forêt, urbain...)

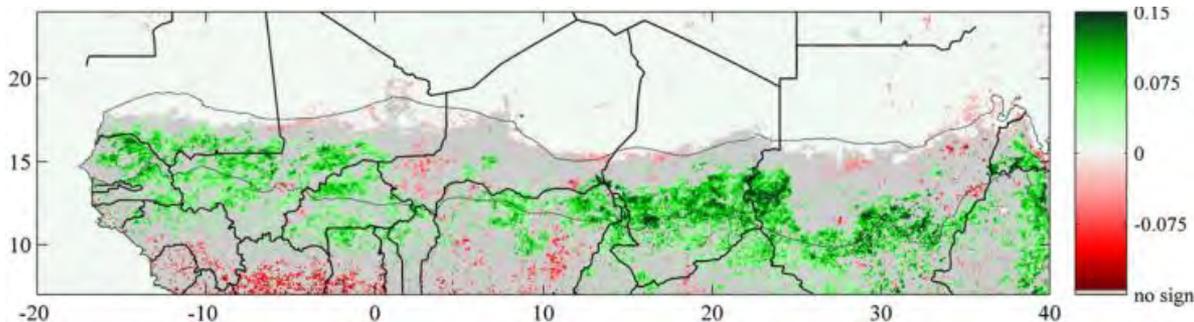


- ◆ **Etat des surfaces**
 - ◆ Stress hydrique et risques de feux
 - ◆ Etat sanitaire de la végétation
 - ◆ Facteurs épidémiologiques

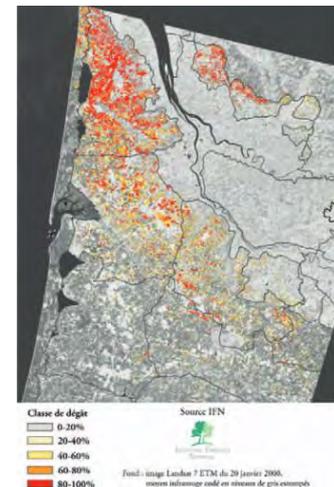
Nature et dynamique des paysages

- ◆ **Dynamique des surfaces**

- ◆ Changements lents (verdissement du Sahel...)
- ◆ Déforestation, urbanisation, changements d'utilisation des terres...
- ◆ Phénologie (évolution de la biodiversité, prévision des récoltes...)
- ◆ Variations brutales (crises, évènements extrêmes...)



Verdissement du Sahel sur 30 ans, 1981 - 2011 (Dardel et al., 2014, RSE)



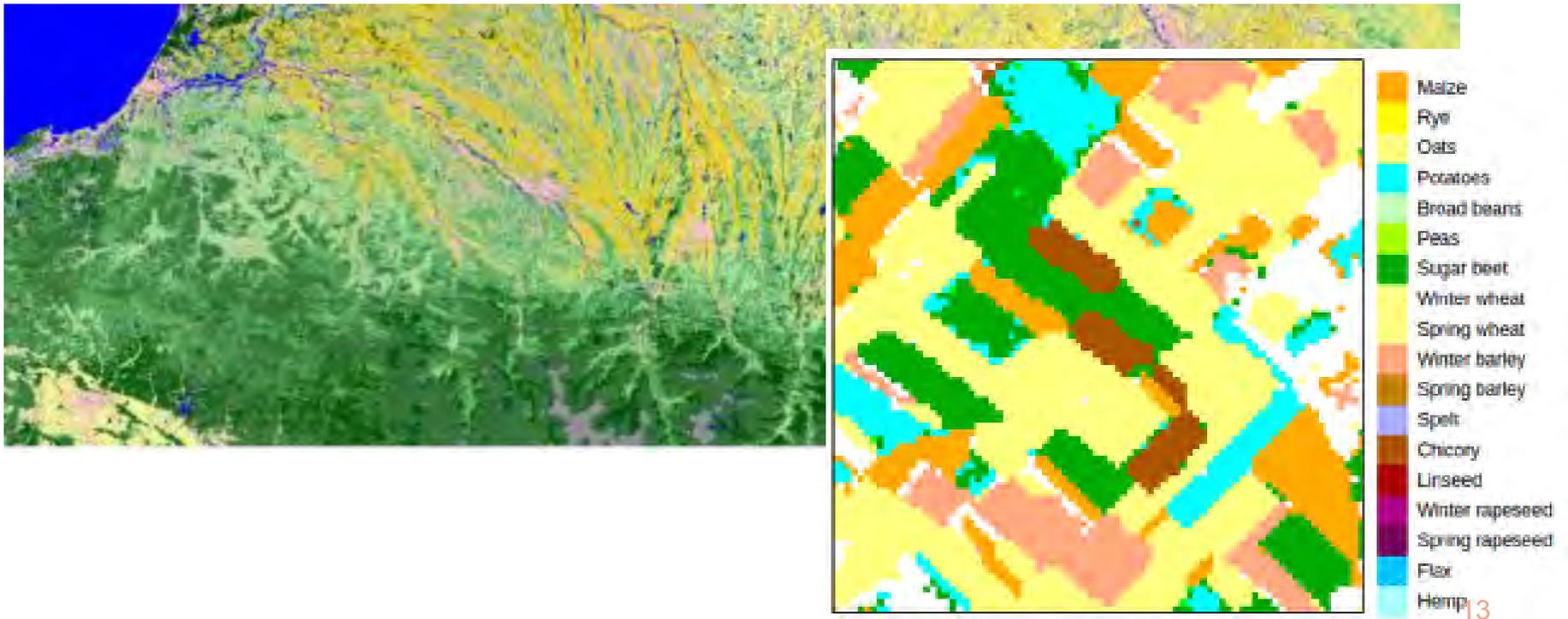
Nature et dynamique des paysages cartographie

Land cover map

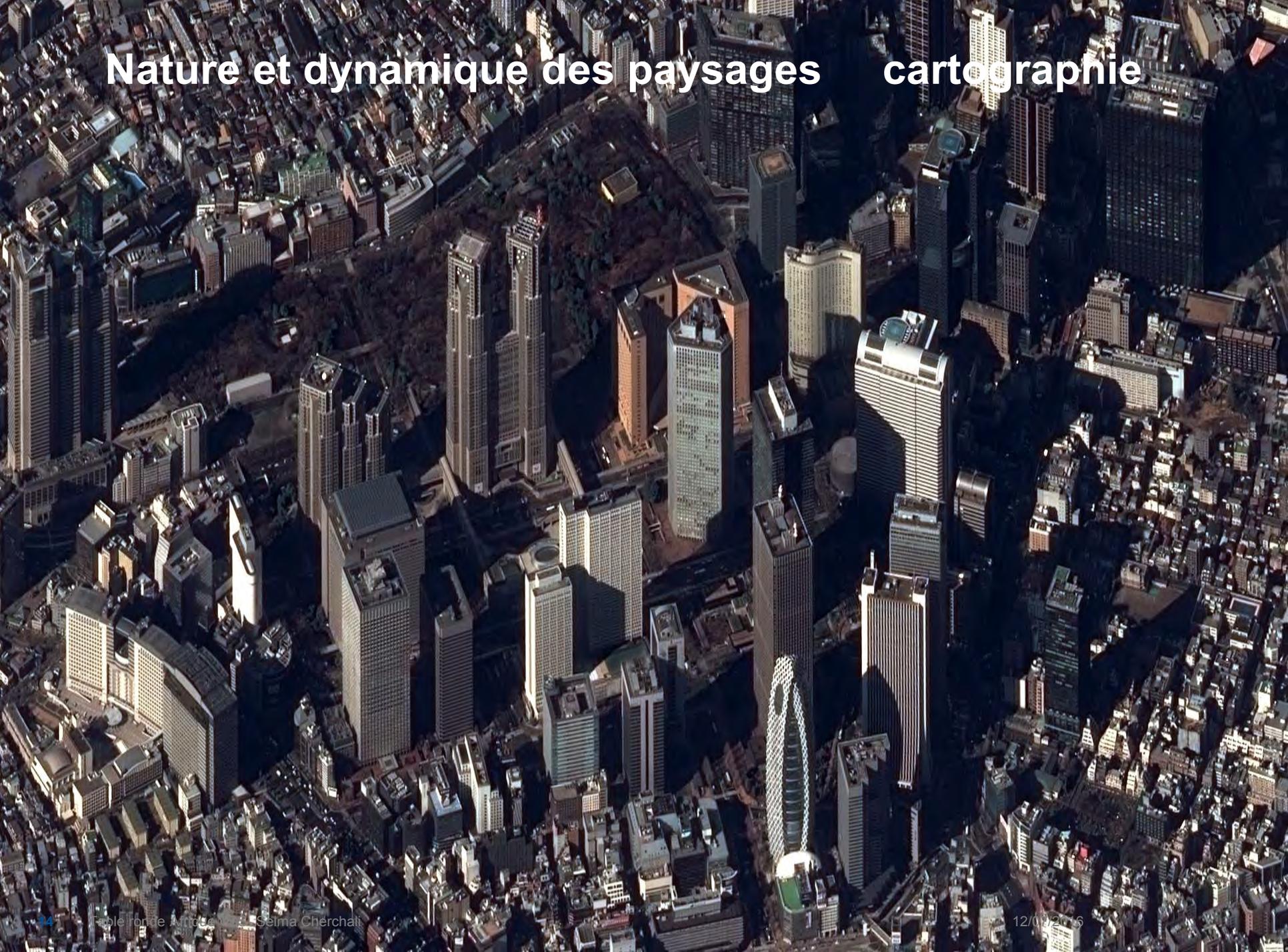
Challenge: to know for which kind of use

- ✓ Crop types and surfaces
- ✓ Monitoring of protected areas

→ An annual update is necessary



Nature et dynamique des paysages cartographie



Nature et dynamique des paysages cartographie



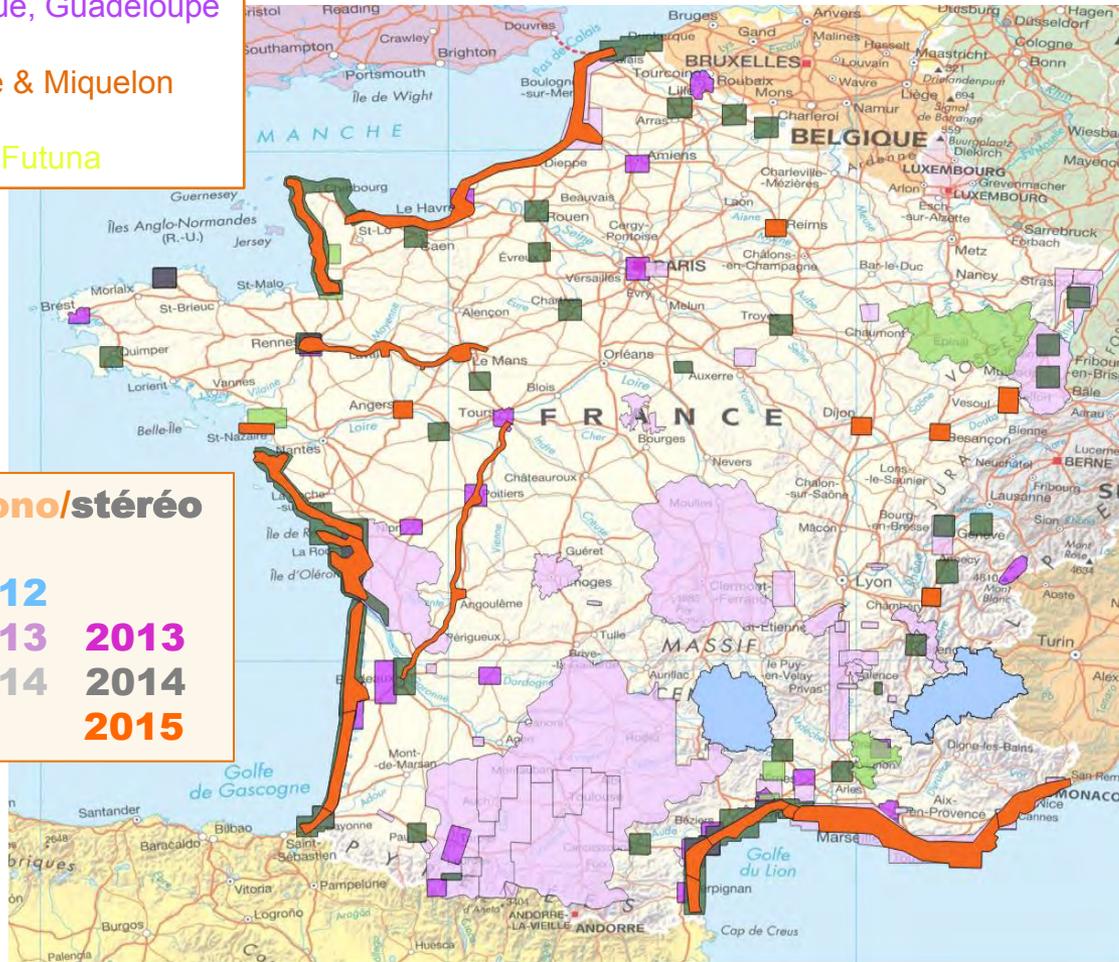
Nature et dynamique des paysages cartographie

PLEIADES et le littoral

Réunion, Mayotte,
Martinique, Guadeloupe
Guyane
St-Pierre & Miquelon
Mayotte
Wallis & Futuna

mono/stéréo

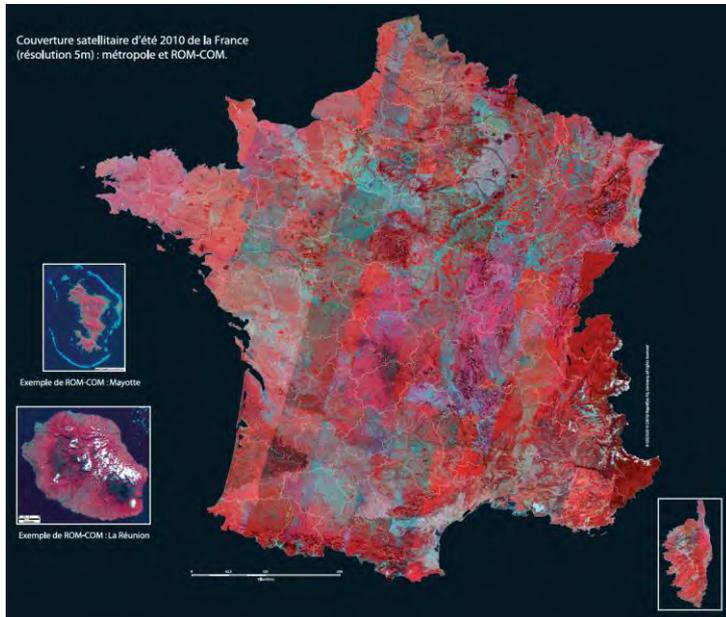
2012
2013 2013
2014 2014
2015



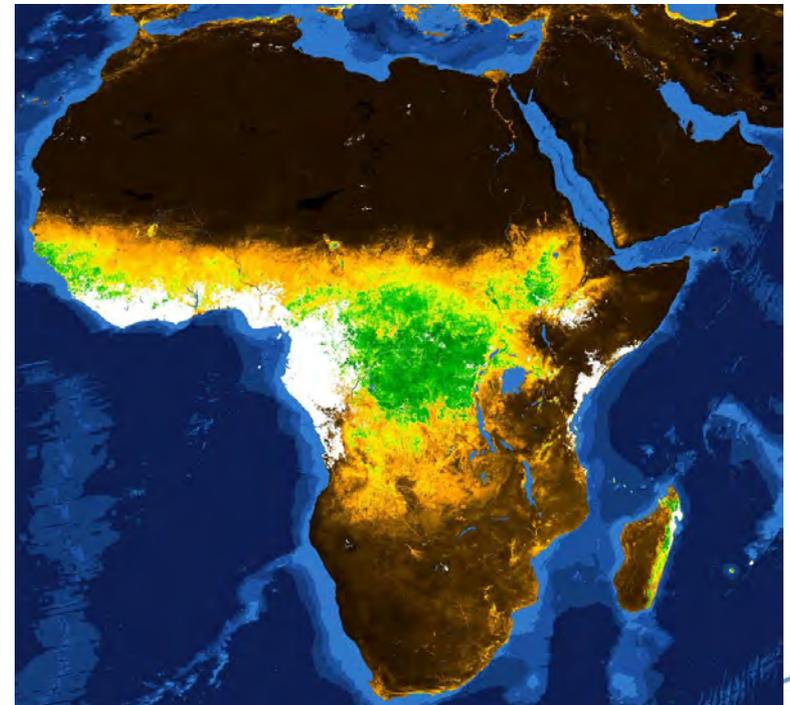
Sentinel-2 et le temps de revisite(1/2)

- 5 jours de revisite , partout, à 10 m-résolution : une révolution dans le domaine de la TD optique
- cela permettra la couverture de larges territoires à ~ fréquence mensuelle
- Illustrations

France, SPOT6 -months composite, 5 m resolution : coverage is obtained at the expense of thematic homogeneity

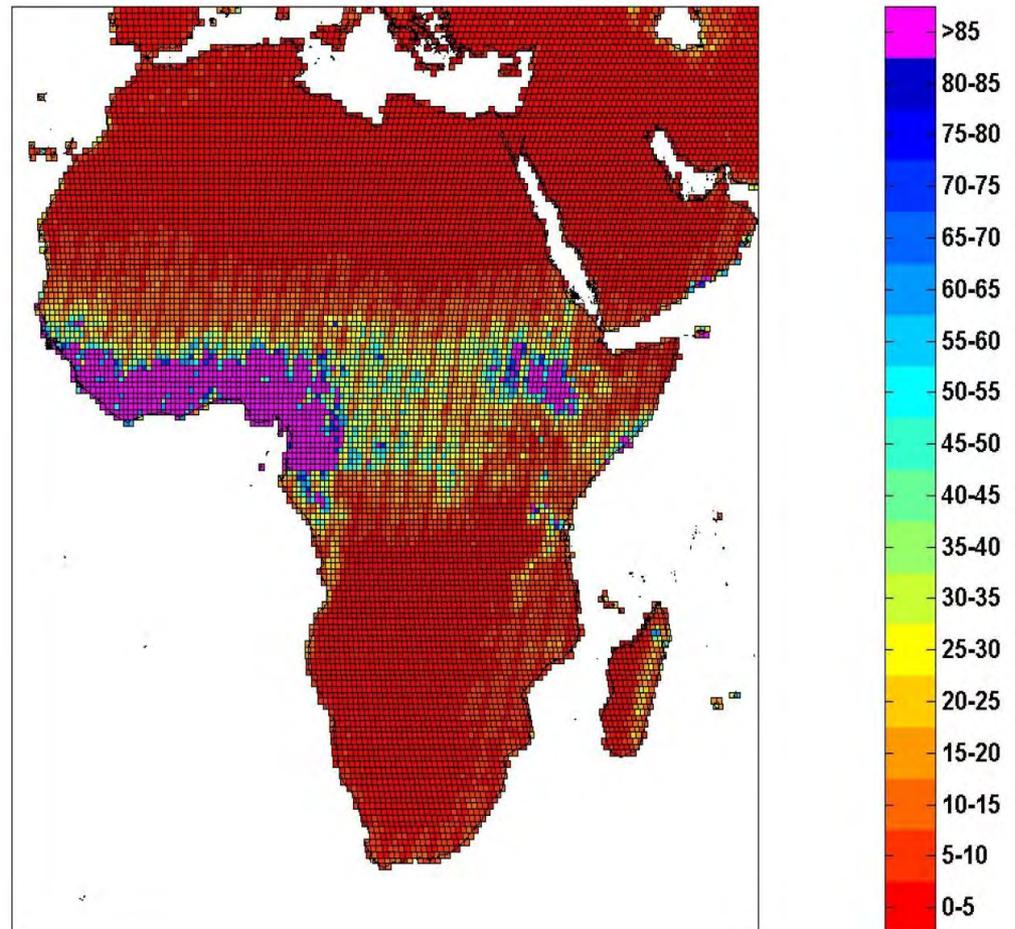


Africa, VGT, 1 day revisit time, 30 day composite, 1 km resolution



Effective Revisit time for nearly cloud free conditions (<15%) over Africa in summer with 2 satellites

Days

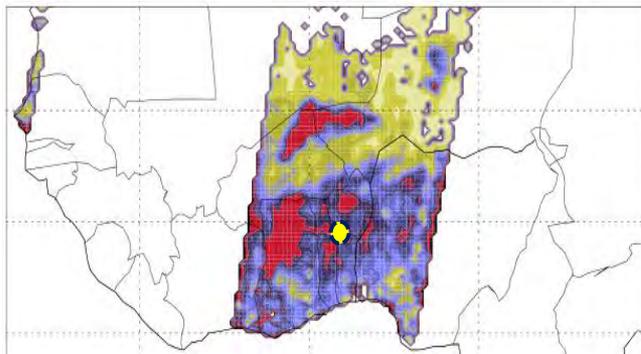


- Les données Sentinel-2 devraient permettre la production de synthèses temporelles mensuelles sans nuages sur toute l'Afrique

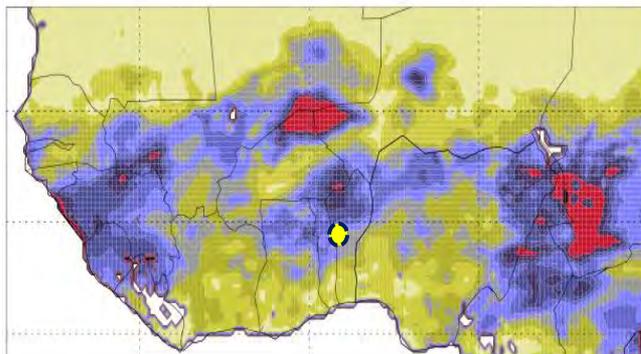
Gestion des ressources agricoles

Crop yield estimates using SMOS in Africa

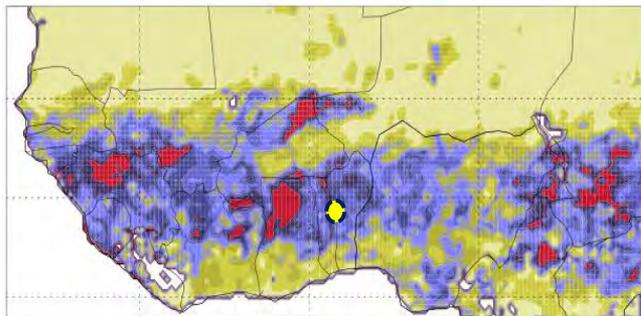
SMOS



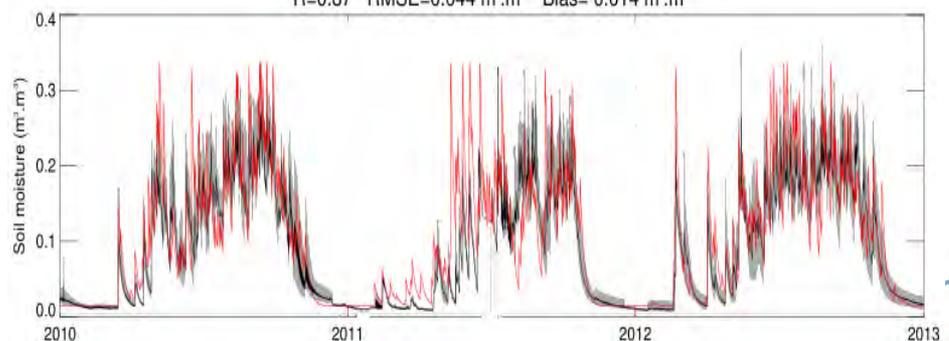
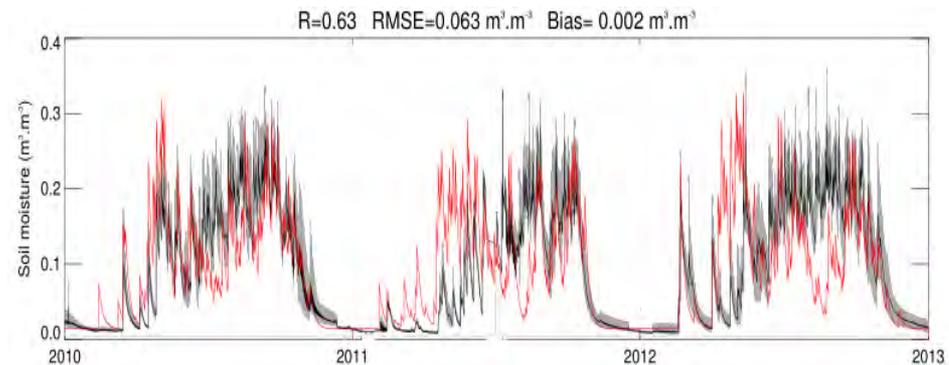
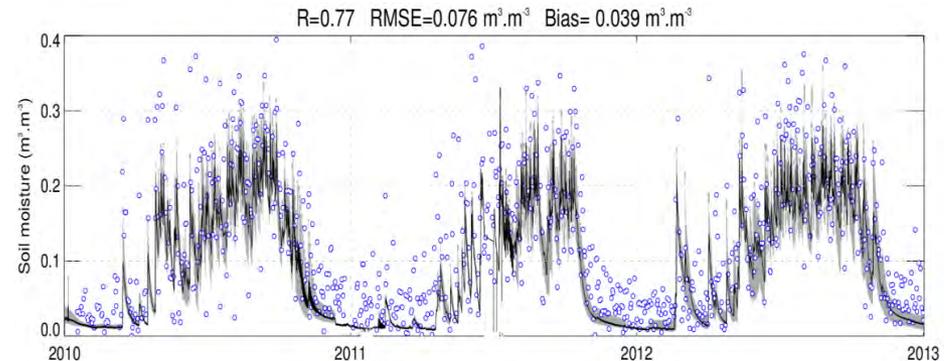
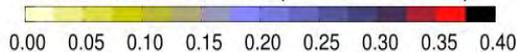
LSM
(with CMORPH)



LSM + SMOS



Surface soil moisture (2011/ 8/13 18:00)

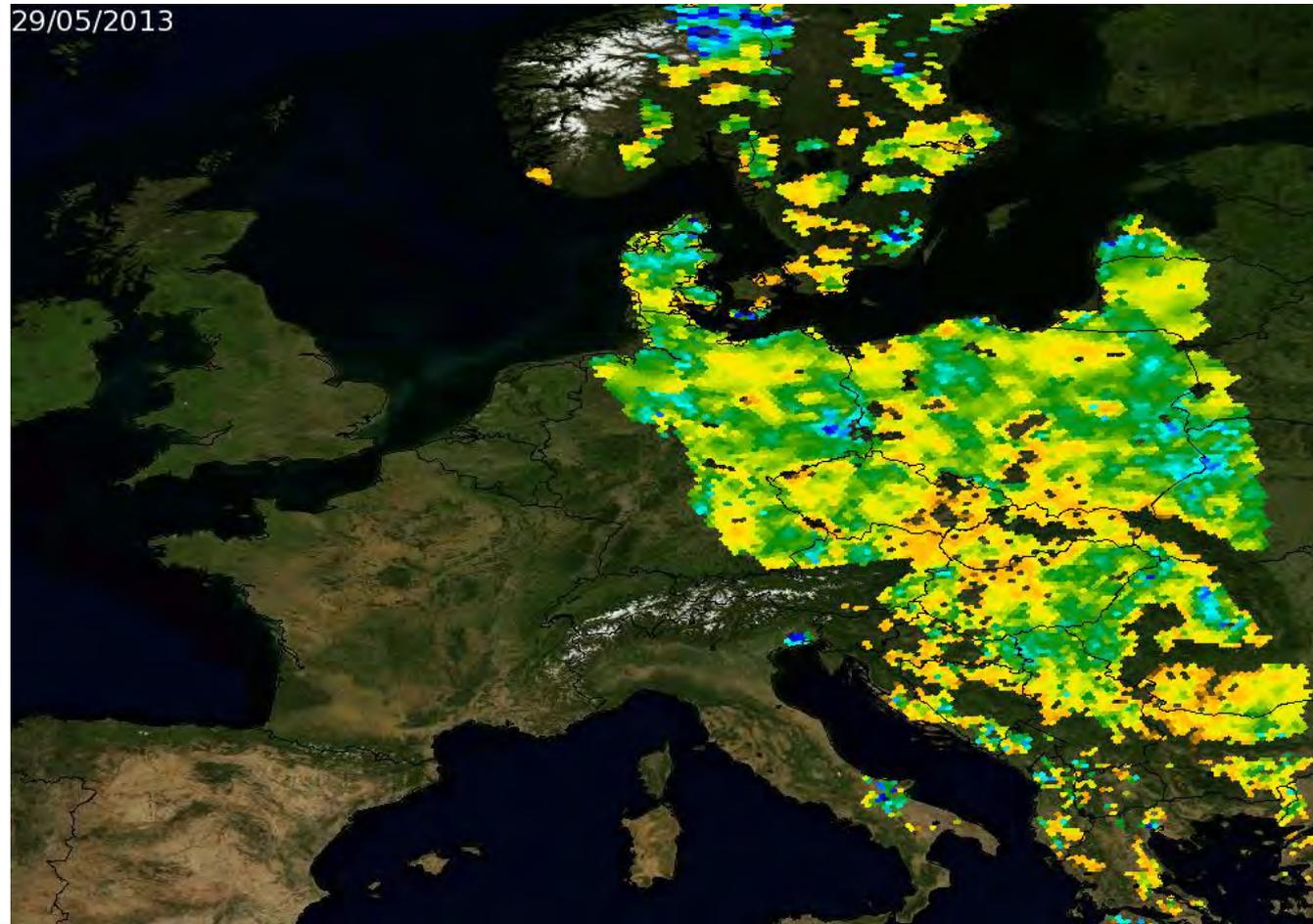


Exemple d'utilisation des données SMOS

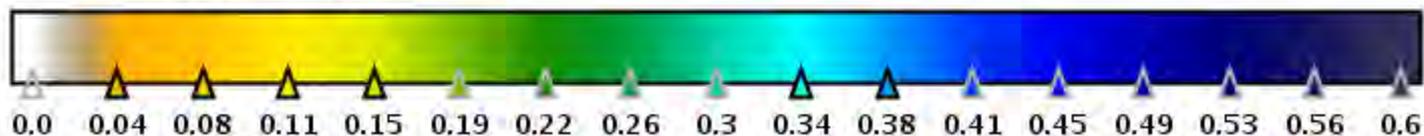
Suivi des inondations en Allemagne

Fin mai 2013 des pluies importantes sur des zones saturées ont provoqué d'importantes inondations dans le sud de la Bavière et en Autriche.

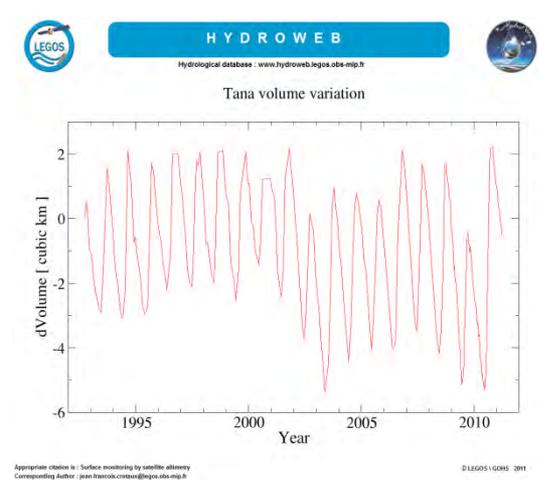
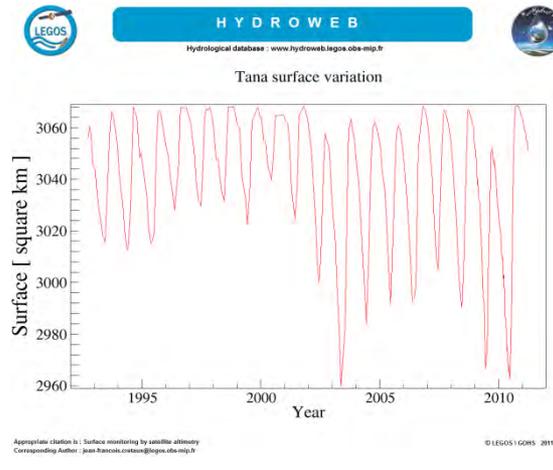
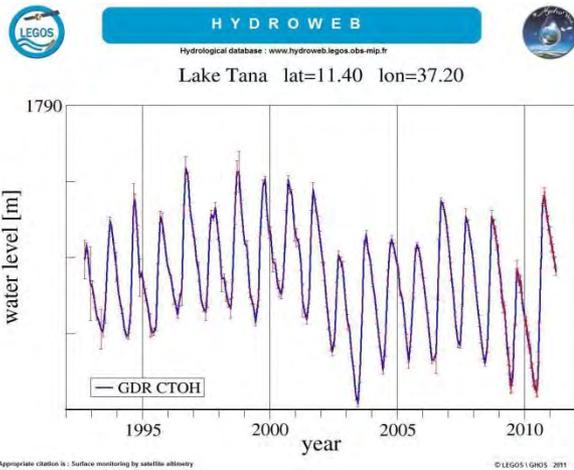
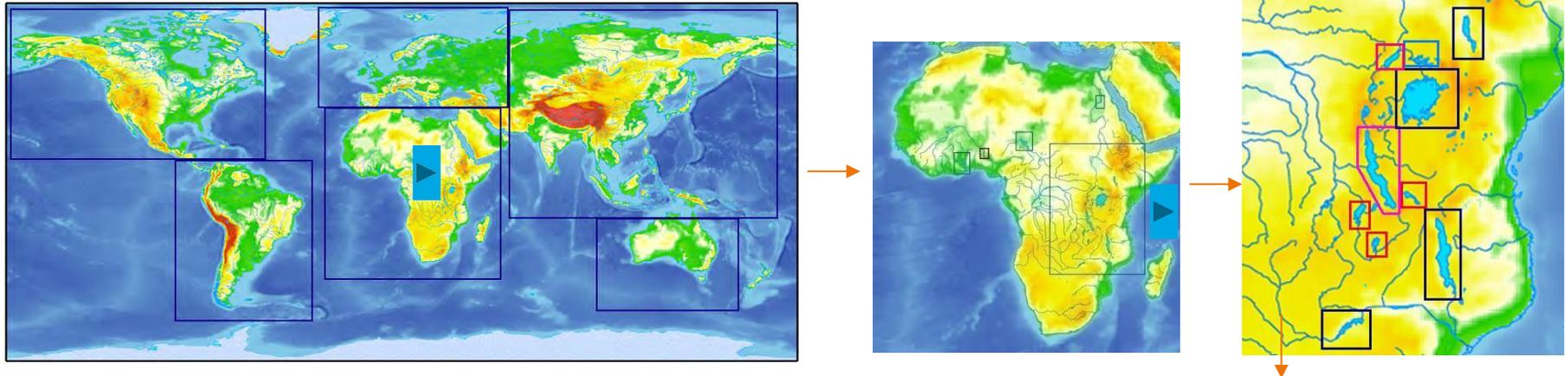
Les images "brutes" SMOS mettent bien en valeur ces zones inondées et ce en temps quasi réel
Les synthèses niveau 3 permettent de quantifier les zones inondées.



Soil_Moisture [m³ m⁻³]



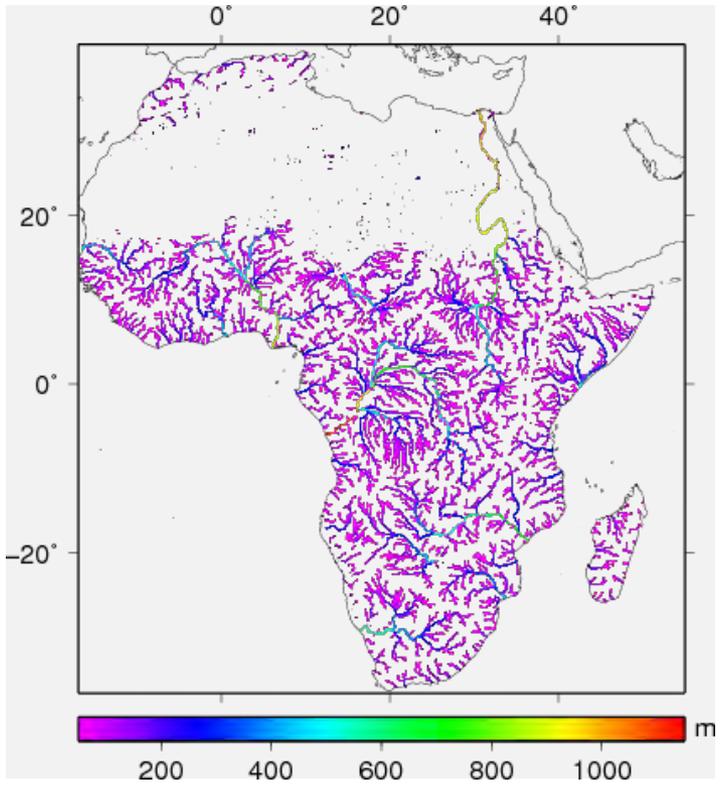
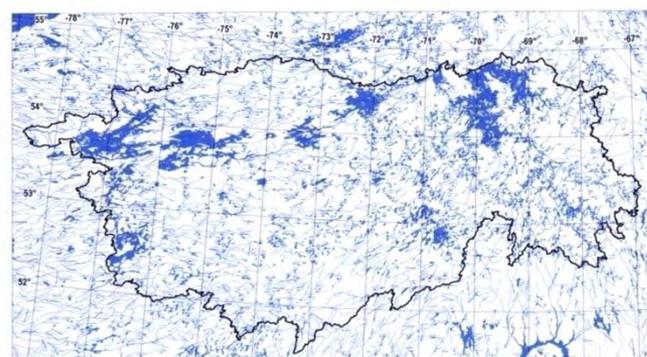
Gestion des ressources en eau



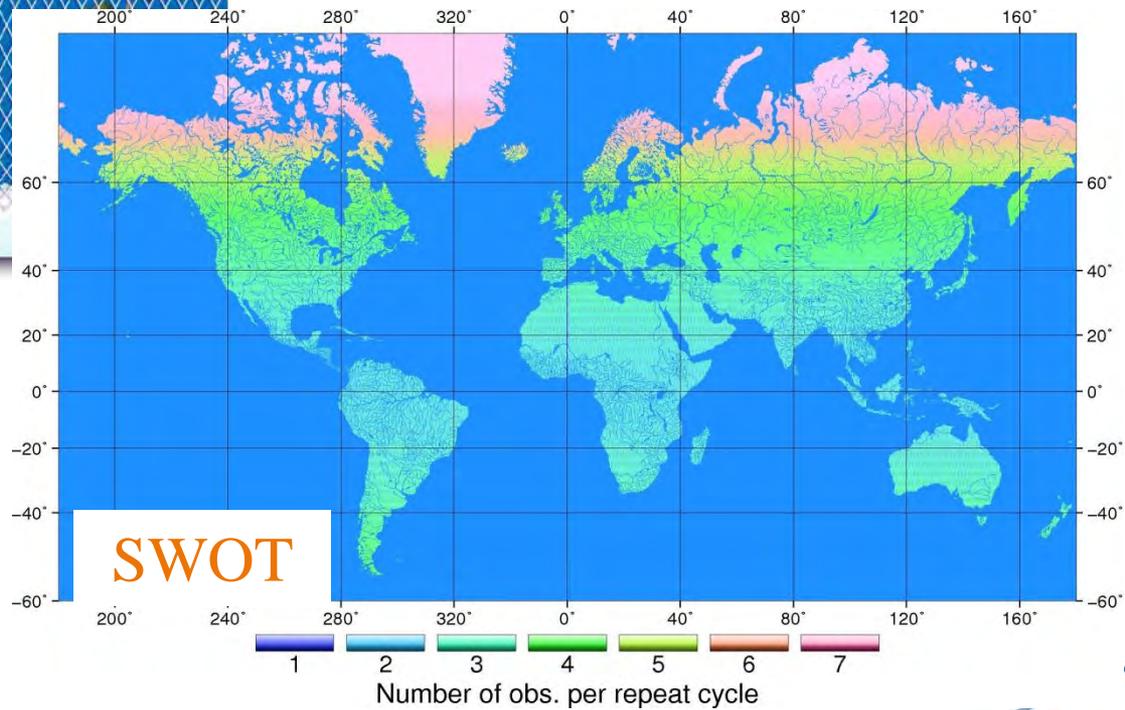
Hydroweb fournit les niveaux, surfaces et volumes pour environ 230 lacs dans le monde et pour plus de 1400 SV sur 20 grands bassins fluviaux.

Exemple d'utilisation de la base de données hydroweb

In-situ and RA cannot measure this



Topex



CNES Land Program Summary

- To make available pre-processed data directly usable by institutional users (scientists and public authorities) (eg S2 L2a, L3 on France including Guyana, Isle de la Reunion, and others regions : **Africa**, Asia..)
- To facilitate the common use of S3, S2, S1 with data from other sensors (eg Landsat, SPOT, Pleiades, MeghaTropiques, Jasons, SWOT... : multi-sensors approach
- To develop, validate, produce and to distribute bio-geophysical and added value products at global scale and Regional scale derived from Space observations .
- Scientific research, added value product, pre-ops products, cal/val, To prototype/prepare / validate new products/algorithms/processing chains
- To strengthen International collaboration (CNES with others partners IRD, CIRAD)

The screenshot shows a web browser window displaying the website <http://www.theia-land.fr>. The browser's address bar shows the URL and the page title "Theia - Pôle Thématique Su...". The browser's menu bar includes "Fichier", "Edition", "Affichage", "Favoris", "Outils", and "?".

The website's main content area features a large satellite image of a landscape. Overlaid on this image is a text box with the heading "PLÉIADES" and the sub-heading "LA TRÈS HAUTE RÉOLUTION AU SERVICE DES COLLECTIVITÉS". Below the image, a caption reads: "Image Pléiades (2013) - Lannion (Bretagne) © CNES 2014, Distribution Airbus Defense & Space / Spot Image, France".

On the left side of the page, there is a dark navigation menu with the following items: "ACCUEIL", "THEIA", "PROJETS", "PRODUITS", "THÈMES", "UTILISATEURS", and "A PROPOS". The "A PROPOS" section contains the text: "Le Pôle Thématique Surfaces Continentales Theia a pour vocation de faciliter l'usage des images issues de l'observation des surfaces continentales depuis l'espace. Theia met à disposition de la communauté scientifique et des politiques publiques une vaste panoplie d'images à différentes échelles, des méthodes et des services." Below this text are logos for partner organizations: cea, Cerema, cirad, cnes, CNRS, IGN, INRA, IRD, irstea, and Météo France.

The main content area below the image has a search bar with the text "Rechercher" and a search icon. Below the search bar, there is a section titled "A LA UNE" with a small icon of a globe. The first article in this section is titled "Annonce aux utilisateurs de produits THEIA" and includes a small icon of a globe. The text of the article reads: "« Annonce aux utilisateurs de produits THEIA : Pour raison de montée en niveau de la version d'une partie de l'atelier de distribution de THEIA, les produits Spot 4/Take 5 et Landsat 5, 7, 8 ne seront plus accessibles aux utilisateurs jusqu'au vendredi 12 juin »". Below the article text is a link "Lire la suite...".

The second article in the "A LA UNE" section is titled "RSDI : 1er workshop sur les infrastructures de données spatiales" and includes a small icon of a globe. The text of the article reads: "Le Pôle Theia et l'Equipex Geosud organisent le 1er octobre 2015 un workshop intitulé « Remote Sensing Data Infrastructures (RSDI) for land application services » dans le cadre de la GeospatialWeek 2015 organisée par l'ISPRS à la Grande-Motte." Below the article text is a link "Lire la suite...".

The third article in the "A LA UNE" section is titled "Premier séminaire Theia Geosud" and includes a small icon of a globe. The text of the article reads: "Le Pôle Theia et l'Equipex Geosud organisent leur premier séminaire conjoint sur le thème « Les données spatiales au service de la Recherche et des Politiques publiques » le 1er et 2 juin 2015 à Montpellier." Below the article text is a link "Lire la suite...".

The browser's taskbar at the bottom shows the Windows Start button, several application icons (Internet Explorer, File Explorer, etc.), and the system tray with the date and time "16:16 27/05/2015".