Pôle thématique Surfaces Continentales Theia

Arnaud Sellé, CNES, France
Chef de Projet contribution CNES à Theia

Objectifs du pôle

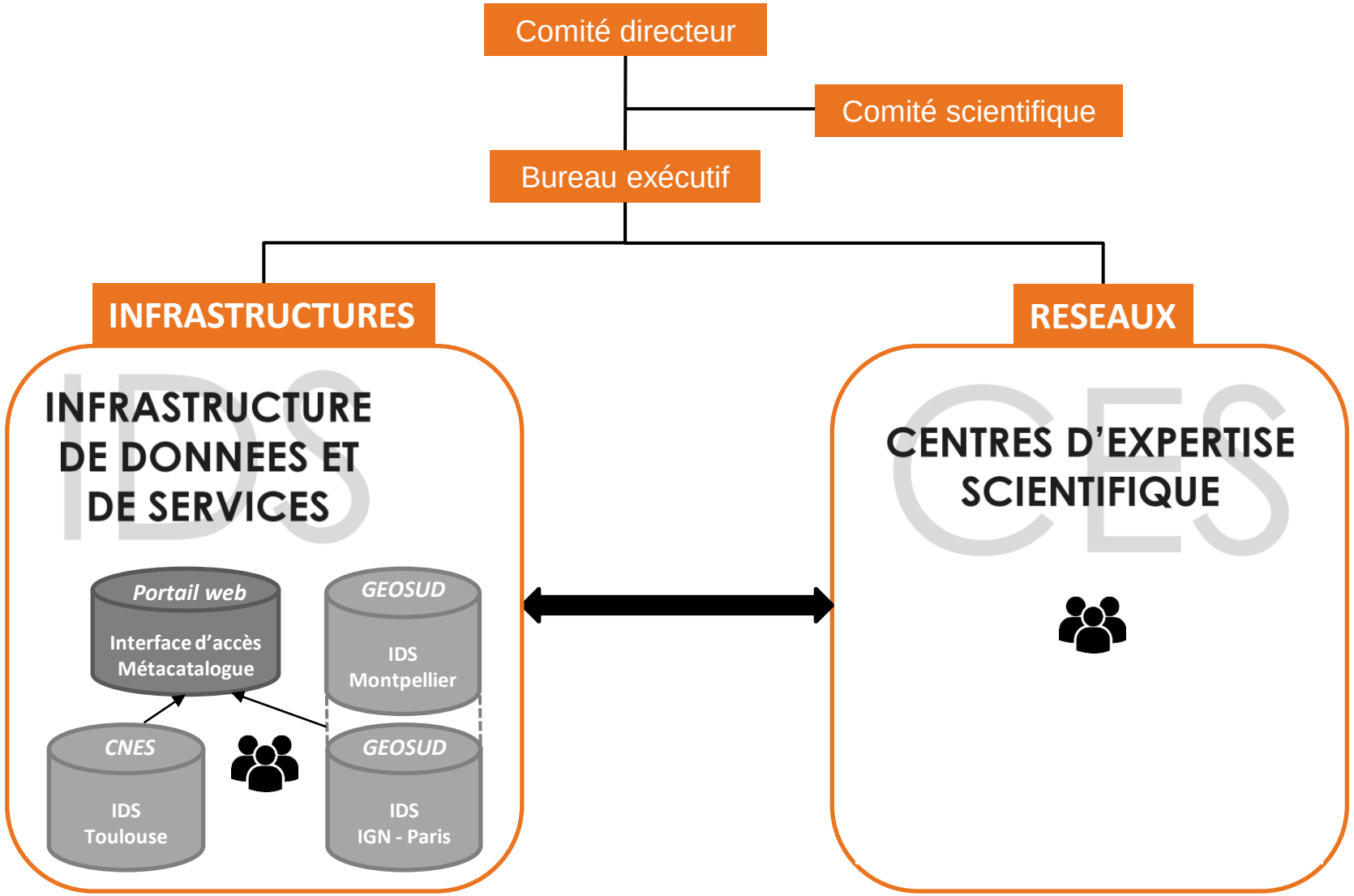
- Promouvoir et faciliter l'accès aux données spatiales, pour les scientifiques et acteurs publics
  - imagerie,
  - Produits à valeur ajoutée,
  - Données in situ

- Développer des produits à valeur ajoutée et des services pour la communauté scientifique et les acteurs publics

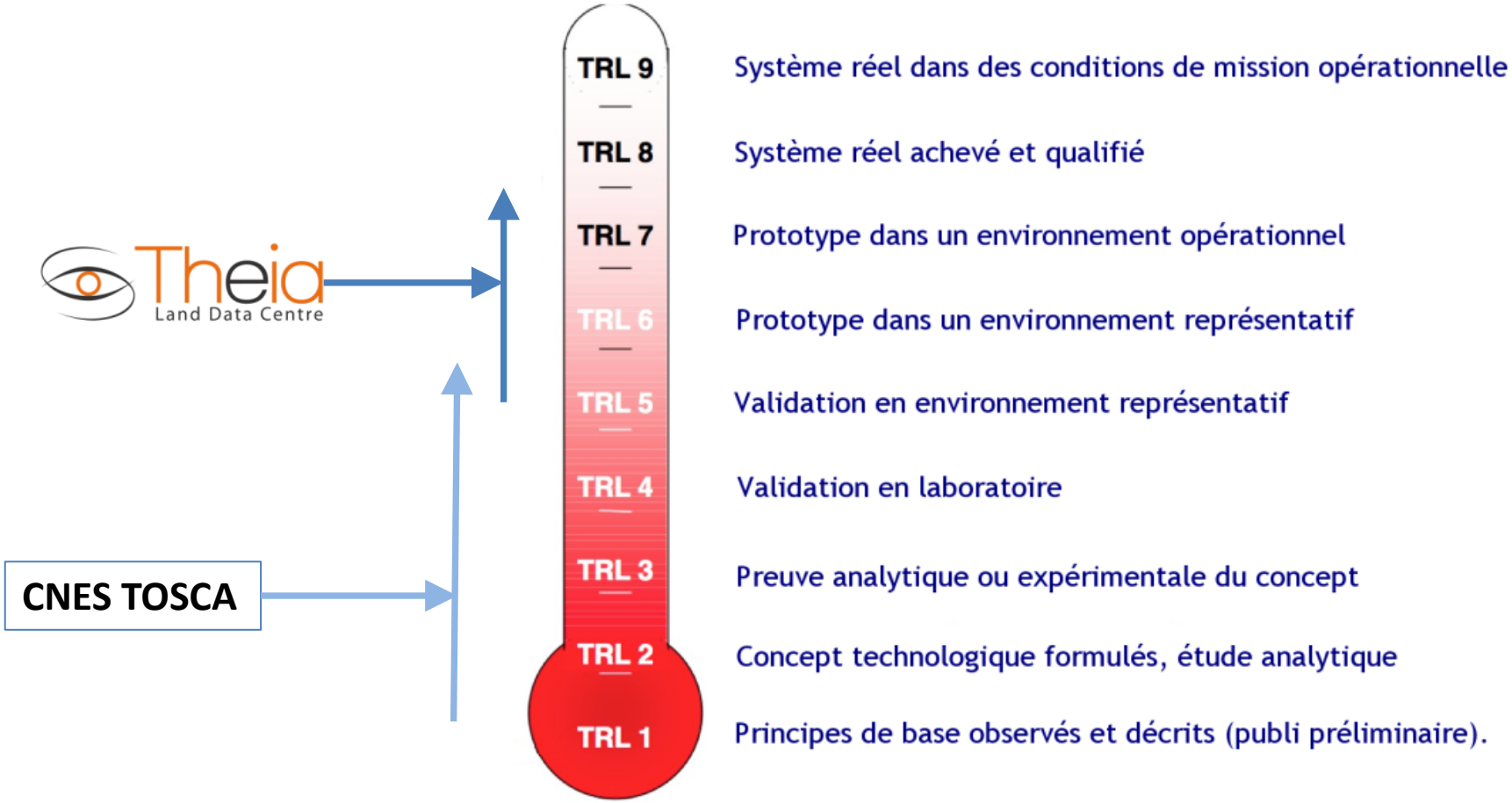
- Mettre en réseau les compétences

- Soutenir la recherche française à un niveau européen et international

Organisation



Niveau de soutien scientifique : Theia vs TOSCA



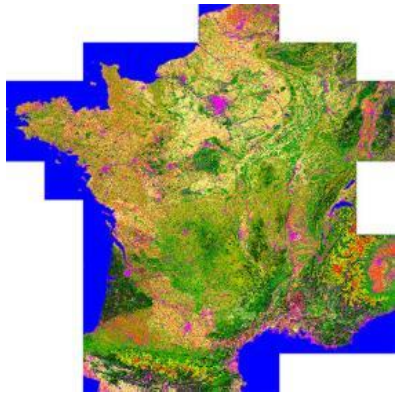
4

Centres d'expertise scientifique (CES)

- **Mettre en réseau** les acteurs scientifiques via des regroupement d'équipes de laboratoires
- Concevoir / valider **méthodes innovantes** de mobilisation pour des thématiques particulières
- Elaborer des **produits à valeur ajoutée** avec une volonté d'aller vers les services associés
- Recueillir et faire remonter les **besoins utilisateurs**
- **Animer** des réseaux d'utilisateurs, thématiques et **former** des utilisateurs

Exemples de Produits issus des CES

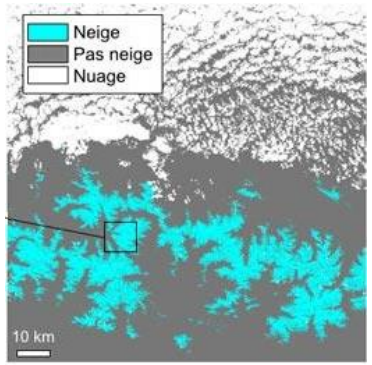
- **Occupation des sols** : carte d'occupation des sols 2016 France métropolitaine (10 m résolution - 17 classes)



- **Neige** : masque de couverture neigeuse des Alpes, Pyrénées et Atlas (20 m résolution – répétitivité 5 j)

- **Hauteur des lacs et rivière** : séries temporelles de hauteurs d'eau des grands fleuves et lacs du monde

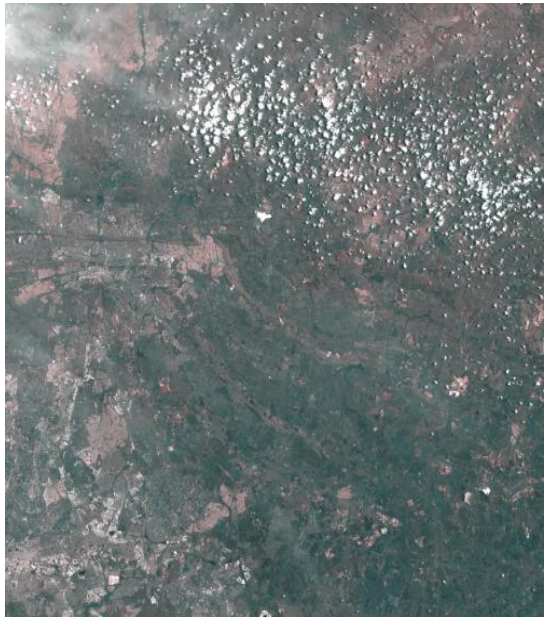
- **Humidité de surfaces** : estimation d'humidité superficielle accompagné d'indicateurs (zone racinaire, sécheresse, rugosité) sur le monde entier (répétitivité 2 x 3 j).



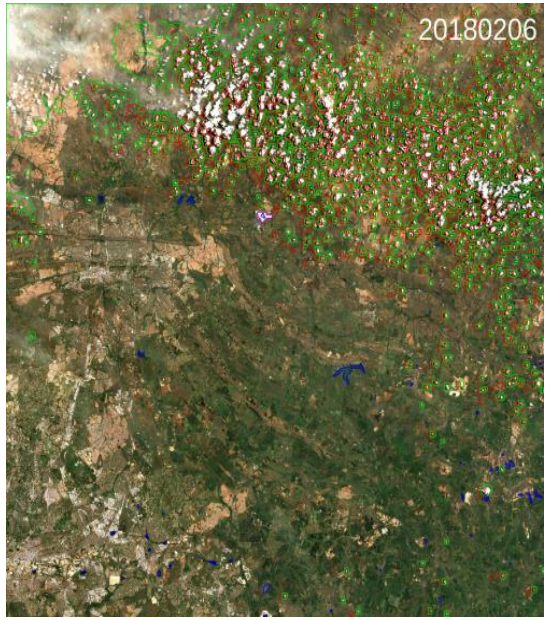
- **Humidité des sols** : carte THRS à l'échelle sup-parcellaire – (répétitivité 6j)

Niveaux de produits

NIVEAU 1C
réflectance sommet atmosphère



NIVEAU 2A
réflectance de surface



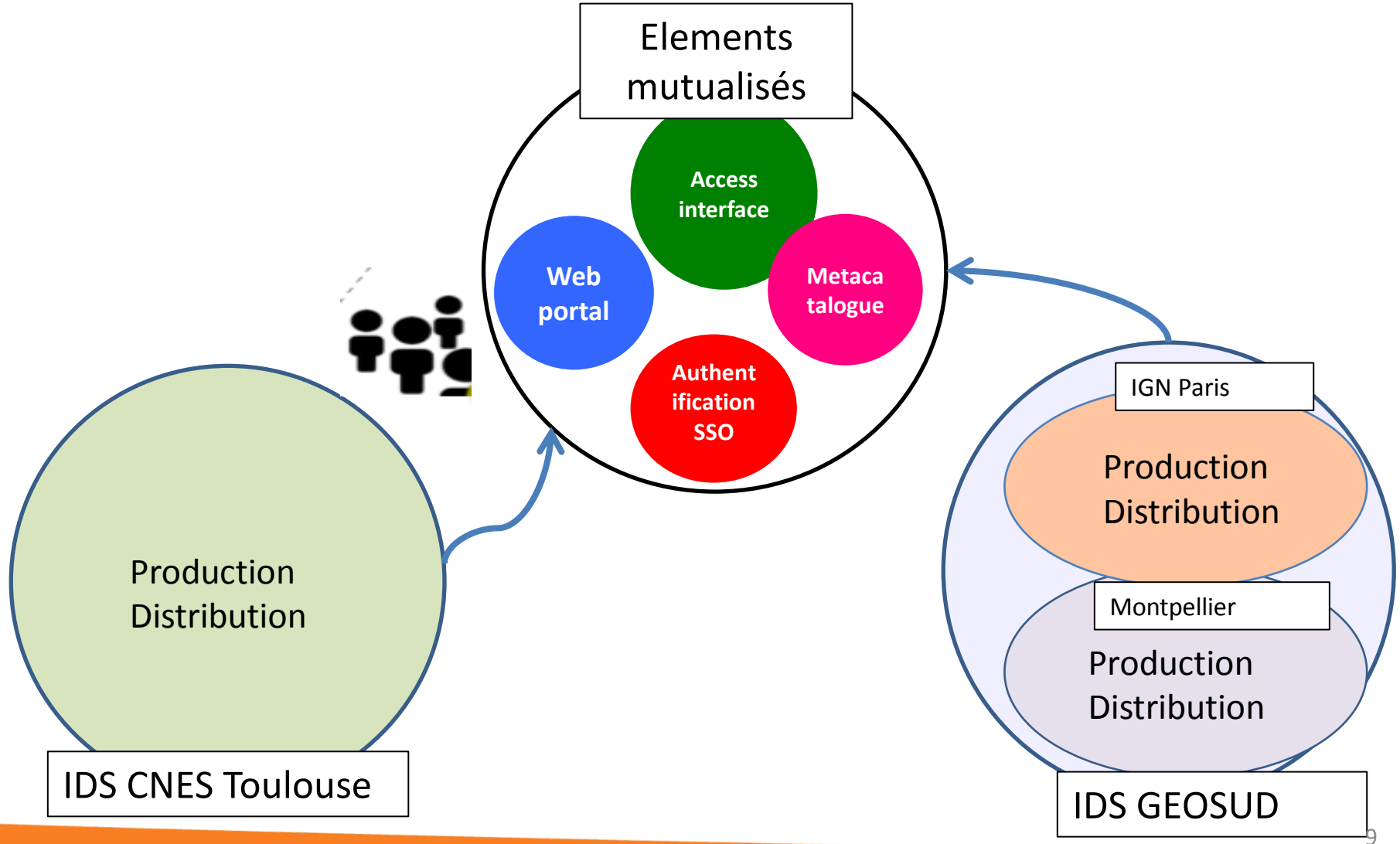
NIVEAU 2B
produits à valeur ajoutée

NIVEAU 3
synthèses temporelles

Infrastructure de données et de services (IDS)

- **Acquisition, traitement et distribution** des données
- Mise en œuvre de l'**archivage** pérenne des produits
- **Capitalisation** des méthodes thématiques développées par les CES
- **Portail commun** à authentification commune / unique de diffusion des données, produits, outils et méthodes
- **Support techniques** aux CES et utilisateurs
- Services de **traitement d'images en ligne** : en cours

Les IDS Theia



L'infrastructure CNES « Muscate » de données et de services pour Theia

IDS CNES

- Opérationnel depuis début 2017
- Les composants logiciels réutilisés n'étaient pas conçus à la base pour les systèmes mutualisés. Des adaptations de l'architecture ont du être mises en place.
- Performance nominale depuis mi 2018

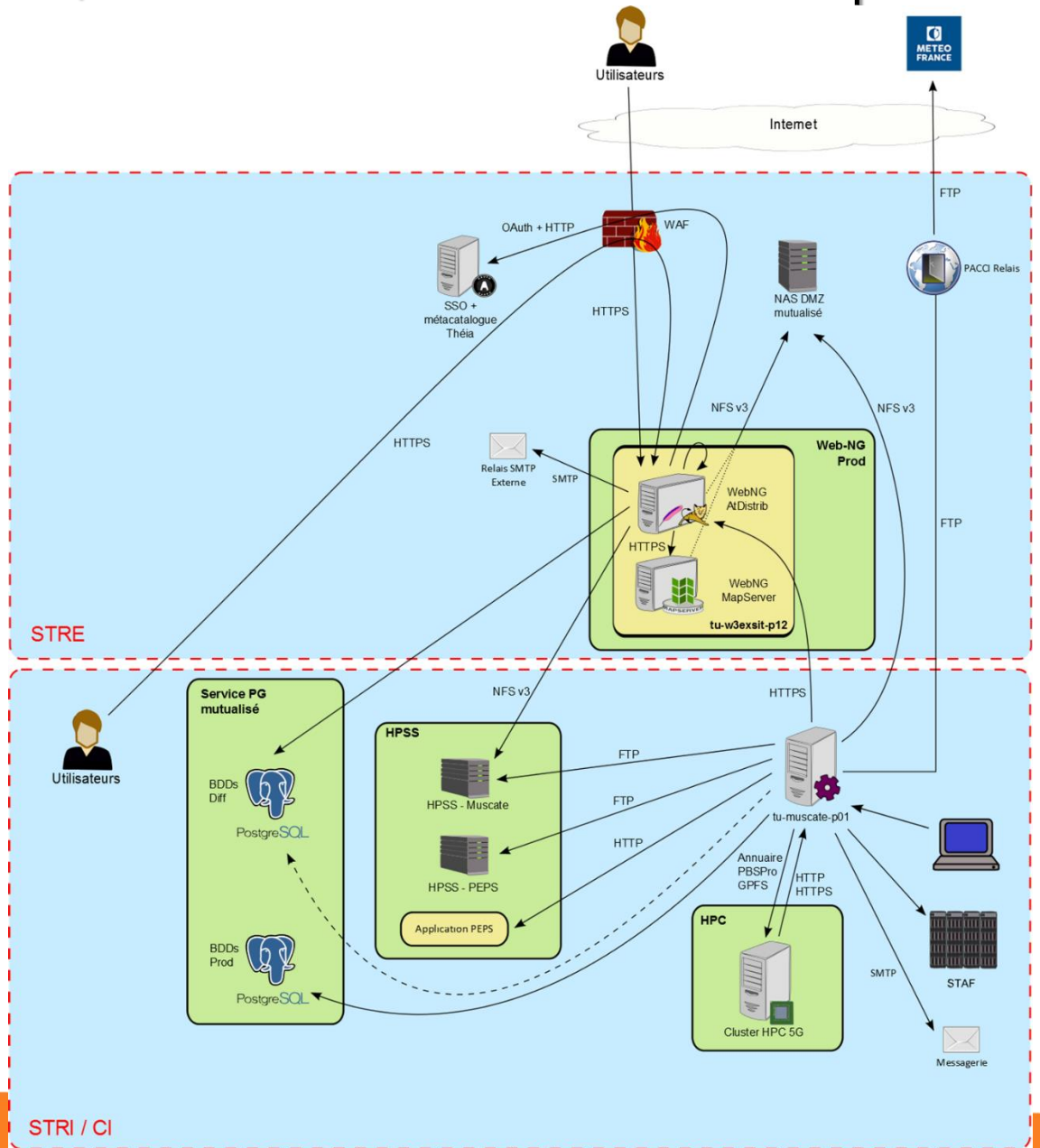
- L'architecture logicielle « MUSCATE » est compatible avec les infrastructures Cloud (p.ex. Amazon)

- L'architecture logicielle « MUSCATE » va être réutilisée pour le pôle Terre Solide

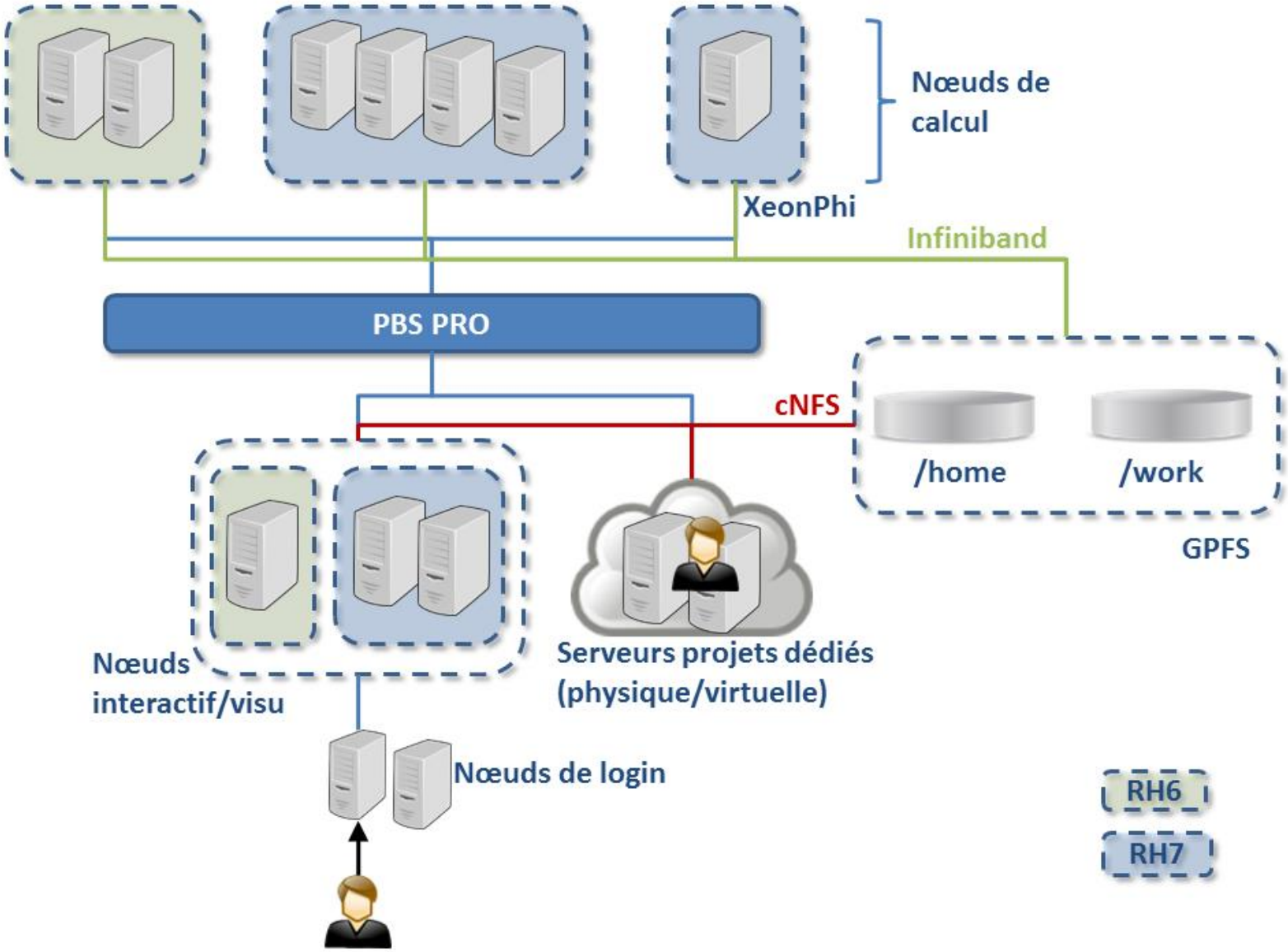
- Mise en place d'un traitement à la demande des données de réflectance MAJA via le *Collaborative Ground Segment* PEPS

IDS CNES, architecture informatique

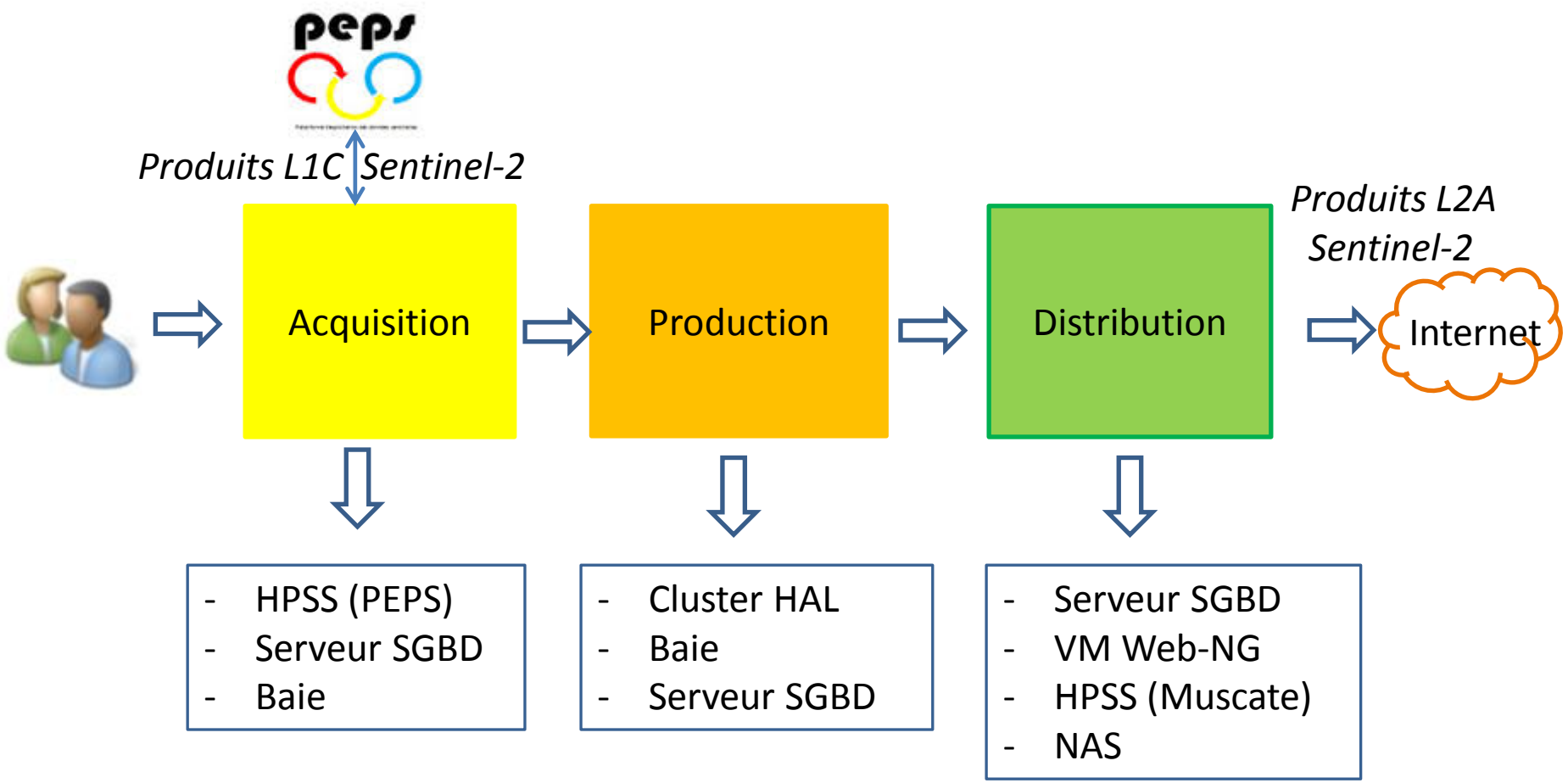
IDS Theia = Premier système au CNES à utiliser pleinement les services mutualisés : cluster de calcul, stockage, distribution



Architecture du Cluster CNES



MUSCATE : Utilisation des Moyens Mutualisés du CNES



Perspectives 2020+

- Développement d'un métacatalogue qui va permettre d'avoir une interface web unique d'accès à tous les produits Theia.
  Mise en place 1er semestre 2020

- Amélioration de l'accès aux produits de l'IDS CNES Theia :
  - WMS pour tous les produits,
  - Accès SOS et CSW pour Hydroweb

- A plus long terme pour les développeurs de chaines de traitement et dans le cadre du projet SWOT Aval (hydrologie continentale) :

  ➔ mise en place d'un espace de développement sur le cluster de calcul avec API d'accès aux produits en ligne PEPS, Theia, SWOT … (datalake)

Les produits distribués par l'IDS CNES

Réflectance de Surface

- Images spatiales corrigées des effets de l'atmosphère
- Valeurs exprimées en grandeur physique
- Résolution : 10 m (Sentinel 2, Venμs) 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)

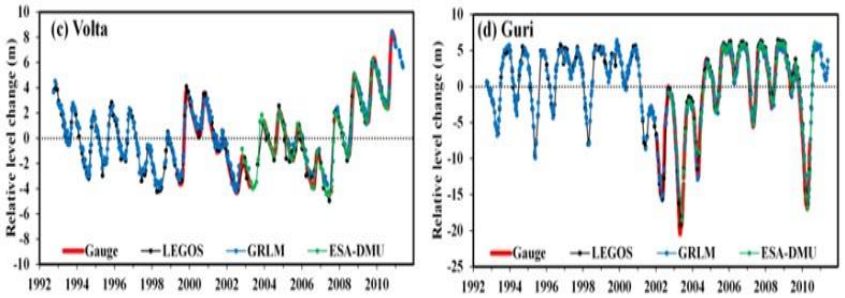
Avant correction

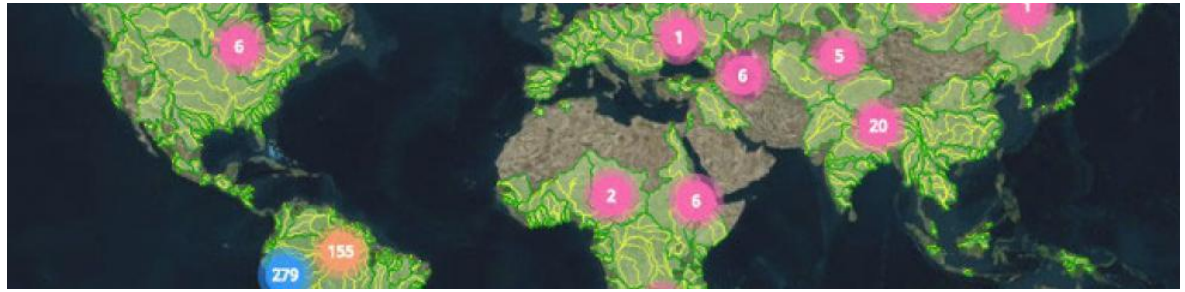
Après correction

Zones couvertes

Hauteurs des lacs et des rivières

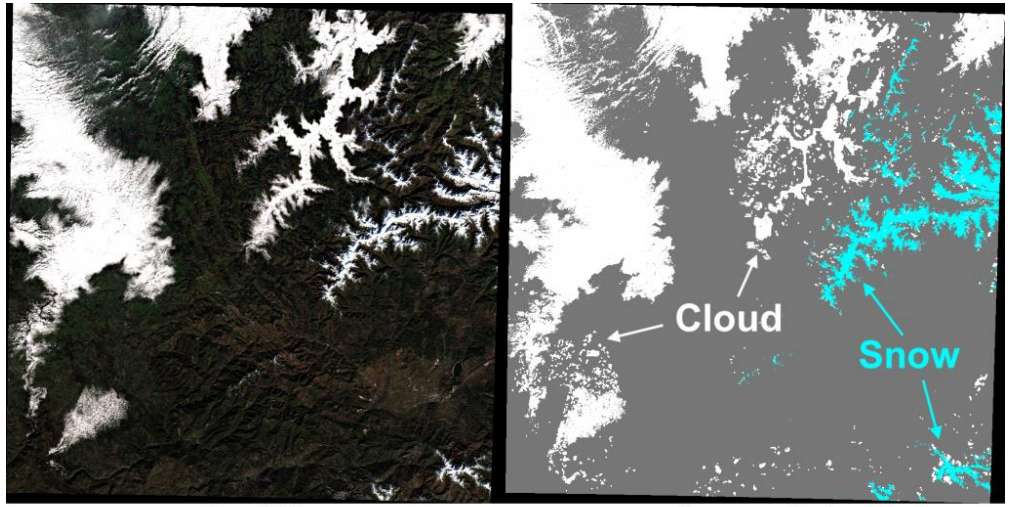
- Séries temporelles de hauteurs d'eau des grands fleuves et lacs du monde (500 « stations virtuelles » dans le monde)
- Données calculées à partir des satellites altimétriques Sentinel-3 (EUR) et Jason-3 (FRA+USA)





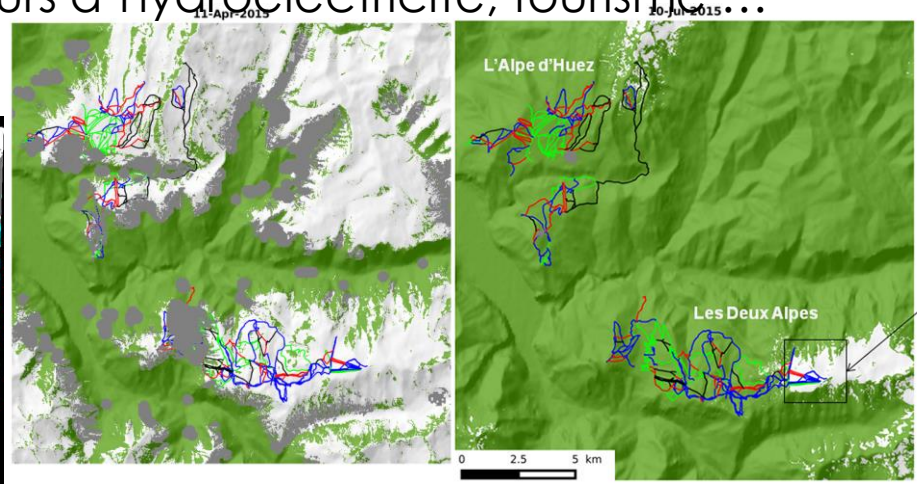
Etendue du couvert neigeux

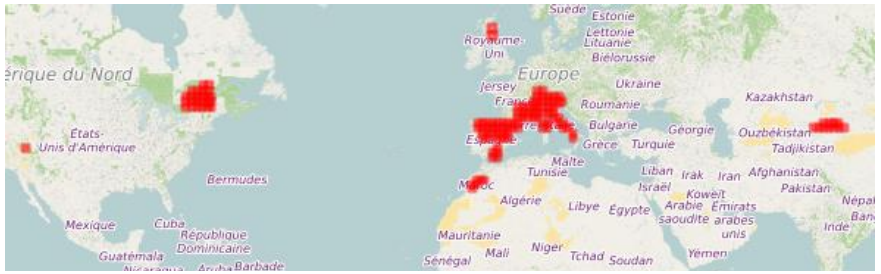
- Résolution : 20 m
- Issus de Sentinel 2 (EUR) et Landsat 8 (USA)
- Répétitivité : tous les 5 jours
- Utilisateurs cibles : Agences de l'eau, producteurs d'hydroélectricité, tourisme…



Level 2A

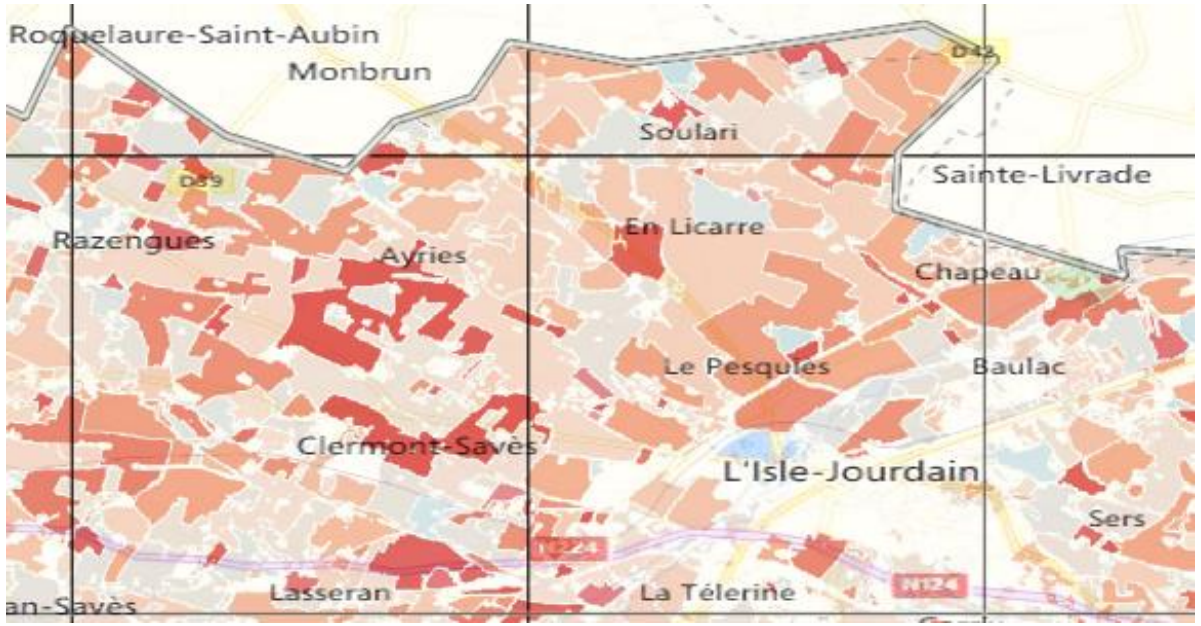
Snow product





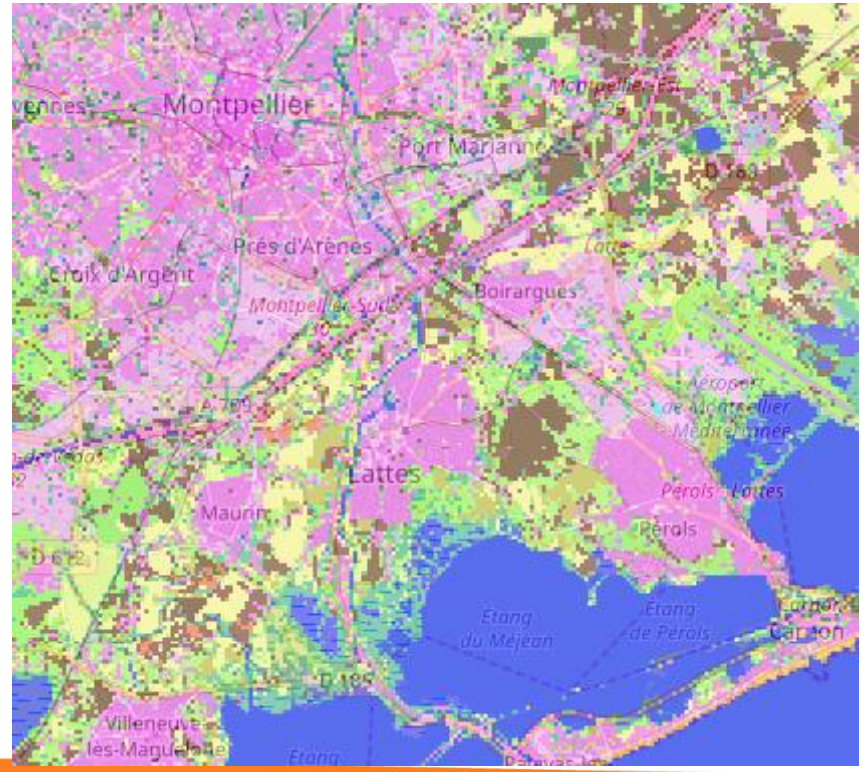
Humidité des sols très haute résolution

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



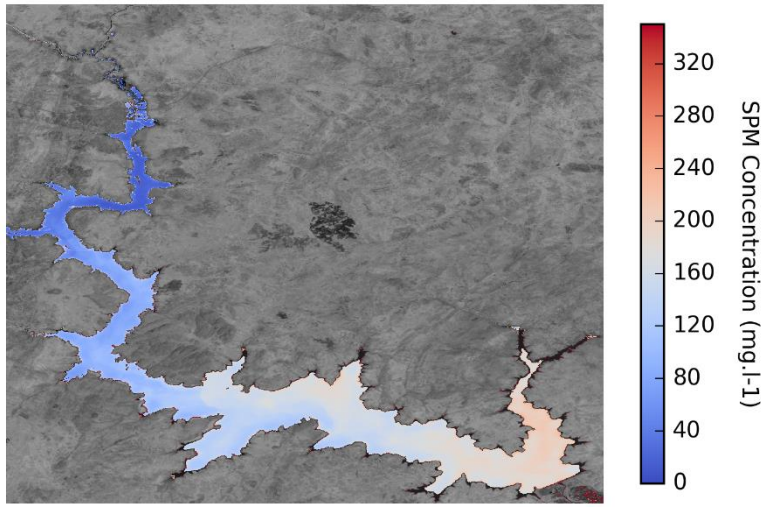
Occupation des sols

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



Qualité des eaux continentales

- 2019 : distribution via Theia de 1ers produits de démonstration (SPM suspended particulate matter)
- Objectif 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

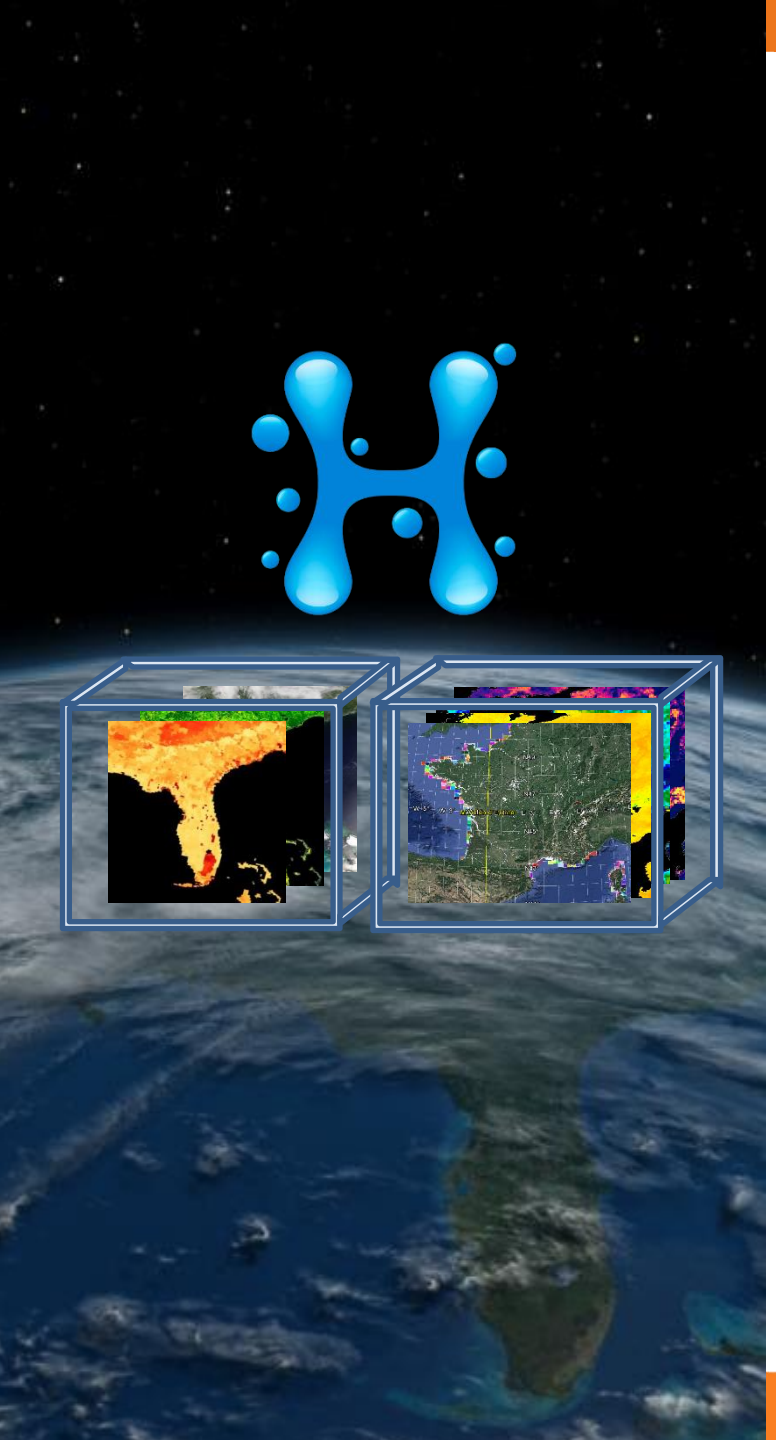
Synthèses mensuelles de réflectance

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
- Open source https://gitlab.cnes.fr/kettigp/WASP
- Format similaire aux réflectances mono-date de niveau 2

Nouvelle génération d'IDS « Hysope 2 »:

pilotée par les besoins de la mission SWOT



Le système Hysope 2

Variables

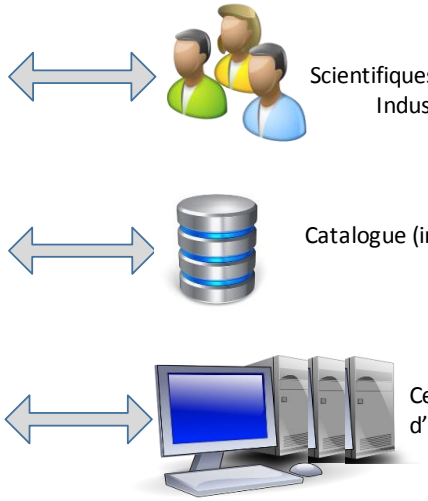
- Données SWOT
- Humidité
- Eau de surface
- Occupation des sols
- Qualité de l'eau
- Neige
- Séries altimétriques
- Précipitation
- MNT
- Mesures in-situ
- Gravimétrie

Caractéristiques

- Interopérabilité
- Pérénité
- Accès unique
- Performance
- Scalabilité

Fonctions

- Recherche/Filtre
- Visualisation
- Distribution
- Requête à la demande
- Bac à sable
- Partage
- Authentification
- Accès hors-ligne

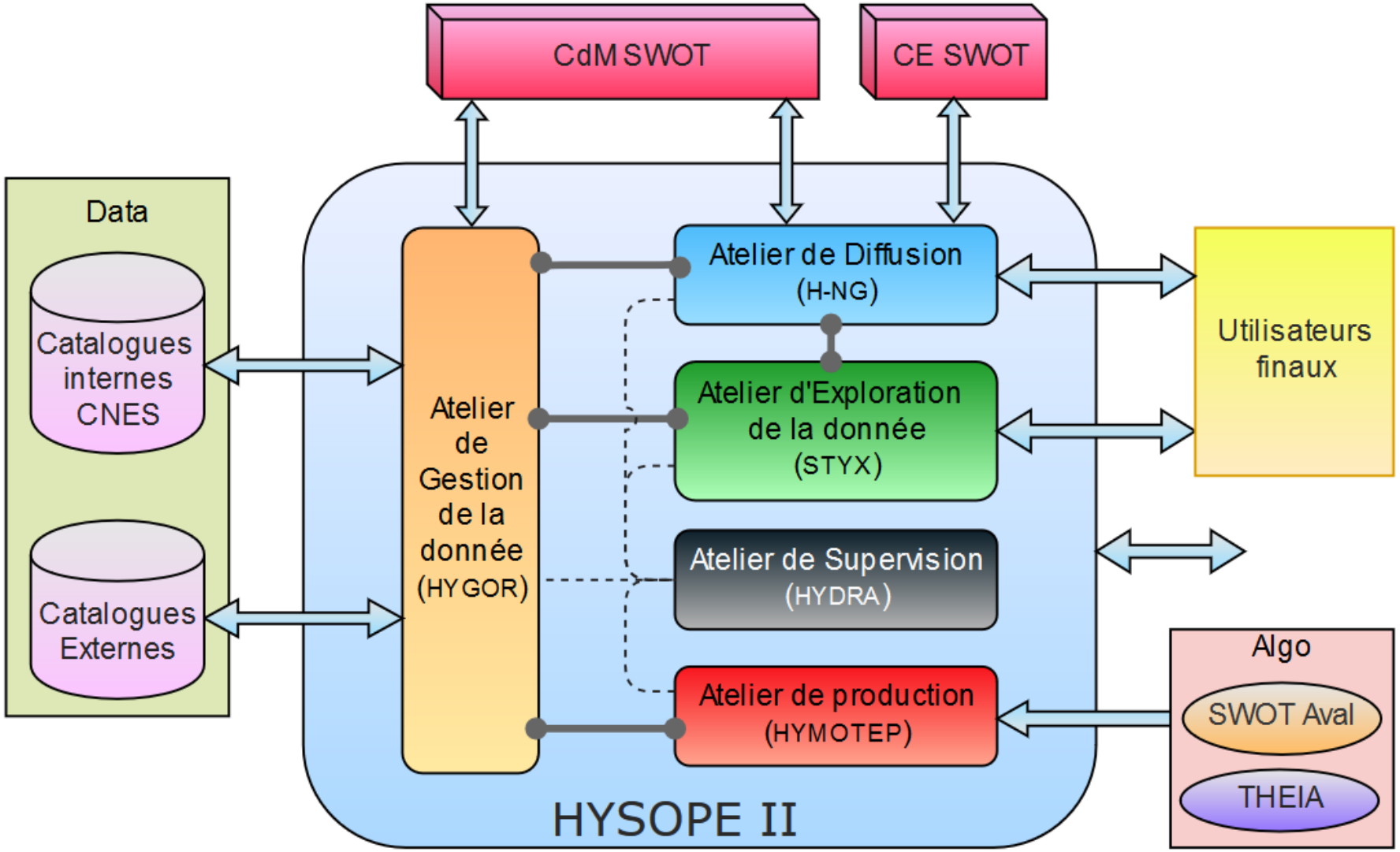


Moyens techniques

- Catalogue
- Espace Stockage
- Centre de traitements
- Ressources calcul
- Modules acquisition
- Sécurité

Définition de 5 ateliers fonctionnels

Architecture fonctionnelle prévue



Atelier d'exploration scientifique

- Avec l'accroissement du volume de données, les scientifiques ne pourront plus mettre au point leurs algorithmes sur des systèmes informatiques locaux

- L'objectif sera de fournir un environnement de développement d'algorithmes et des ressources spécifiques (calcul, stockage, outils, données) à des utilisateurs scientifiques (= Bac à Sable).

❖ **Grandes fonctions**

- Accéder aux données et les explorer (visualiser, découper…)
- Développer ou importer/améliorer ses propres algorithmes à côté des données et les exécuter sur des ressources dédiées (nœuds/mémoire/stockage)
- Partager les contextes/algorithmes/données/docs