



Retour sur la mission Télédétection INRA-Irstea 2018-2019

Mission commandée par le DS Environnement INRA (T. Caquet) et le DGRI Irstea (P. Flammarion)

P. Maurel, INRAE, UMR TETIS Montpellier
J. P. Wigneron, INRAE, ISPA Bordeaux

Lettre de mission

Objectifs

- **Partager les informations sur activités /stratégies actuelles de l'INRA et d'Irstea en matière de télédétection :**
- **Définir une stratégie partagée dans le cadre du futur établissement INRA / Irstea.**
- **Proposer un dispositif d'animation en télédétection à l'échelle du futur établissement**

Responsables :

Irstea : Pierre Maurel, UMR TETIS, coordinateur Equipex GEOSUD, membre du BE Theia, co-responsable avec le CNES du Groupe de Travail ayant abouti à la création du dispositif Dynamis

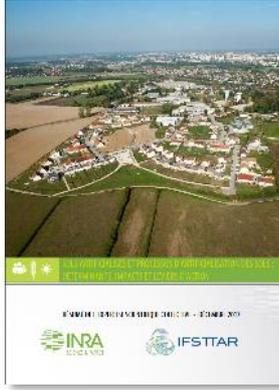
INRA : Jean-Pierre Wigneron, animateur équipe MOST (INRA ISPA Bordeaux), co-animateur réseau Télédétection INRA (2006-2016), membre CS THEIA

Pourquoi la télédétection à l'INRAE?

« ... la télédétection a un rôle central à jouer dans de nombreux domaines d'application où des fronts de science ne peuvent être attaqués et dépassés sans l'apport des produits satellitaires »



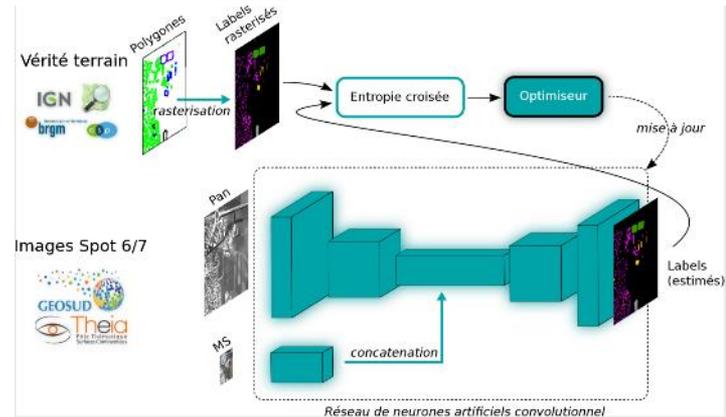
Plan biodiversité
Action 7



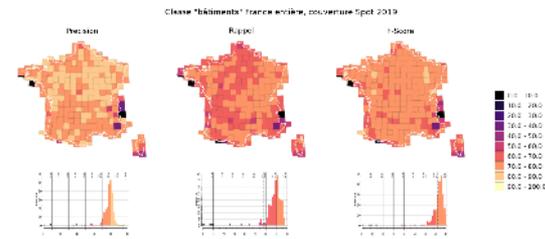
- Nombreuses bases de données existantes** (locales, régionales, nationales, Européennes)
- ... des objectifs différents
- ... des mesures difficilement comparables (X4 à X10)
- ... des coûts de production importants (opérateurs)
- ... des mises à jour peu fréquentes

Frontière INRAE sans le spatial

**Disponibilité couverture
satellitaire Spot 6/7
annuelle (GEOSUD)**
+
**Intelligence artificielle
(machine learning) et
réf terrain massives**



Traitement automatisé à « grande échelle »
> Cartographies régionales et nationale annuelles





Ecologists and space agencies must forge a global monitoring strategy, say Andrew K. Skidmore, Nathalie Pettorelli and colleagues.

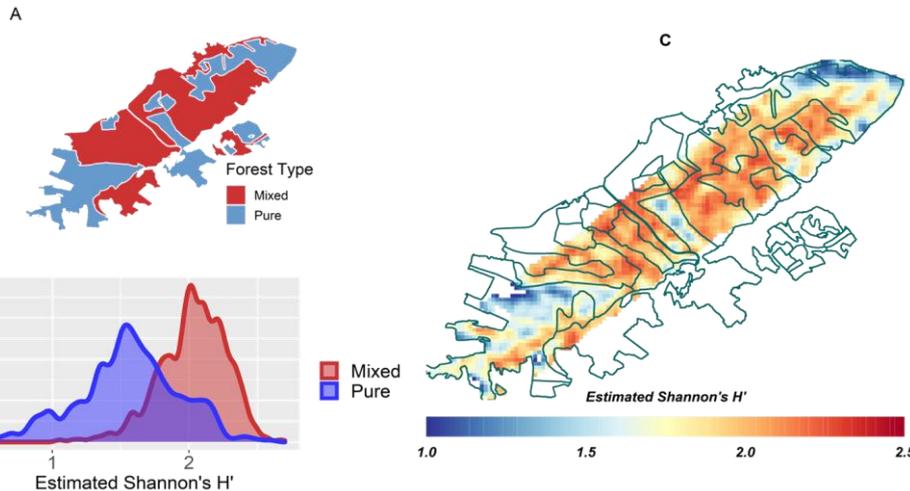
Skidmore *et al.*, *Nature*, 523(7561), 2015.



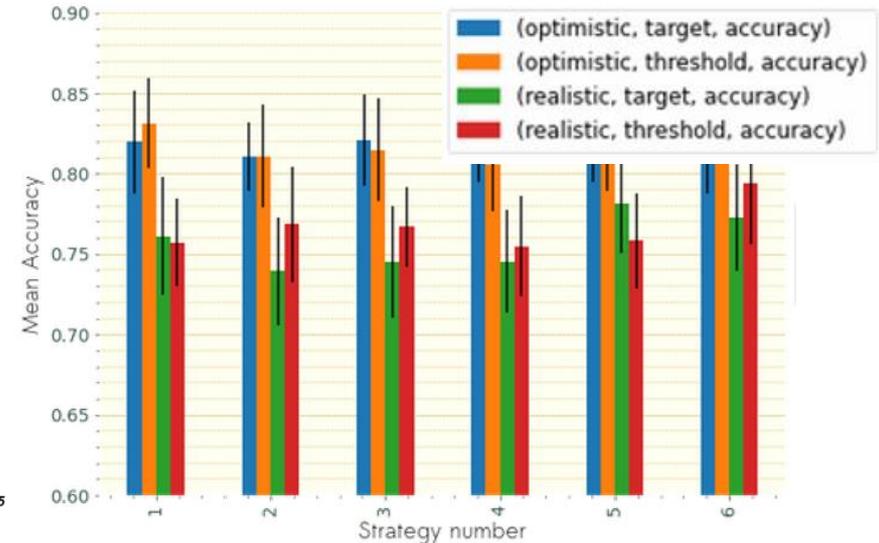
- Qualité d'une variable essentielle :
- Proxy TLD représentatif d'objets et d'échelles pertinents pour biodiv
 - Variable d'état (en général)
 - « Ecosystem agnostic »
 - Techniquement mesurable, viable économiquement

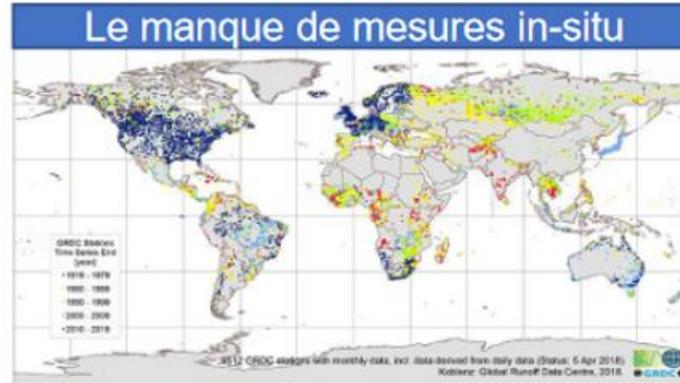
Frontière INRAE sans le spatial

Cartographie de la diversité taxonomique (diversité alpha, shannon)

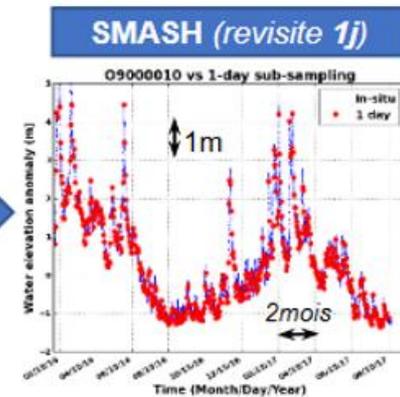
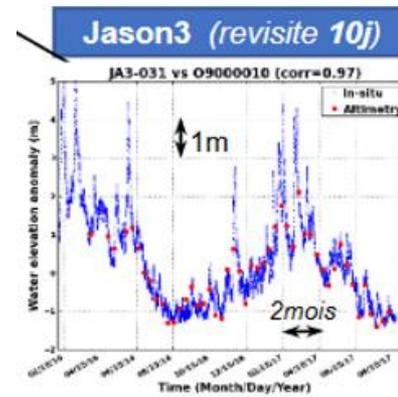
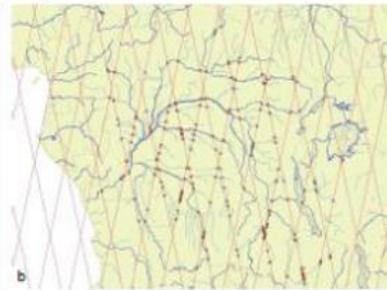
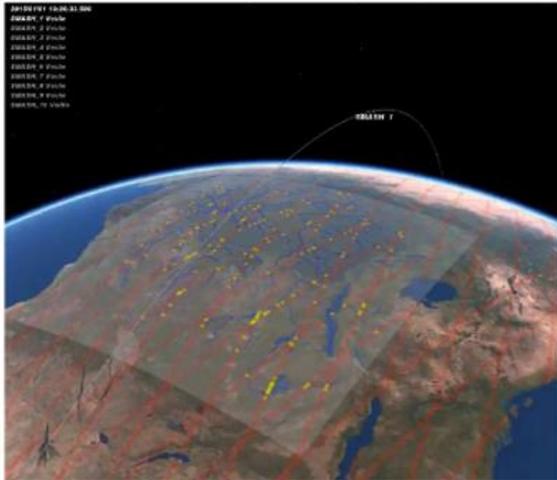


Performance de reconnaissance de 8 essences selon les caractéristiques instrumentales simulées (image Hypspec 0,4-2,5 μm)





Frontière INRAE sans le spatial



Mesure journalière des niveaux d'eau/débits sur les fleuves rivières

Dépérissements biotiques (parasites) ou abiotiques (climat) dans les forêts



Mesures in situ
(prélevement,
analyses)



Comprendre / prévoir?

- OUI: Quels arbres, types d'attaques?
- NON: Suivi de la dynamique spatio-temporelle

Frontière INRAE sans le spatial



Observations
territoires /
régions



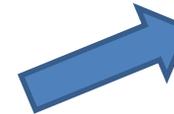
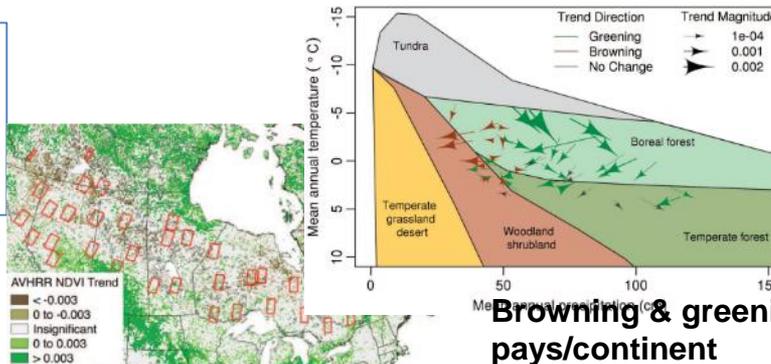
Suivi récurrence, étendue,
propagation....



- bilan dégâts
- dynamique spatiale & temporelle
- compréhension macro-écologique:



Observations
régions/
continentales



Car ces évènements s'insèrent généralement dans une dynamique long terme et régionale/globale (esp. invasive, climat, hydrologie)

Mesures in situ
Et tours à flux



Mesures « trop » locales:
-échantillonnage spatial très limité
-accès données (non publiques)
-coûts/répétitivité/homogénéité
/historique des mesures ?

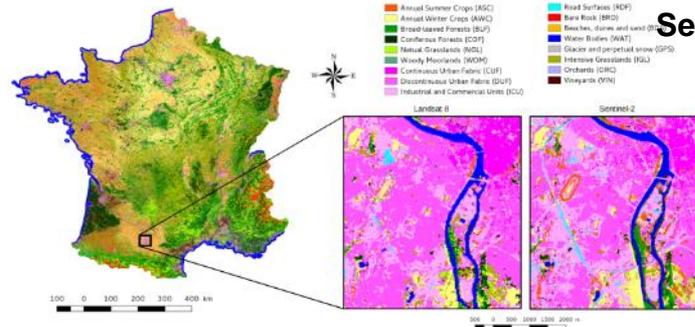
➔ bilan spatial & temporel ??

Frontière INRAE sans le spatial



Observations
territoires /
régions

France land cover classification, from Landsat 8 to Sentinel-2.



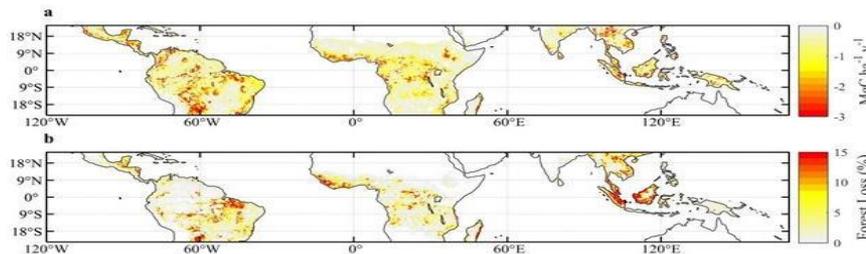
Carte OSO CESBIO
Sentinel 2, annuelle



-cartographie
cultures, forêt
(surface, type)

-Dynamique
temporelle/spatiale

-Stocks (pertes et
gains) intégrés à
l'échelle des pays
/continents



Cartes déforestation (Hansen, Maryland) et cartes stocks de carbone basé sur l'indice SMOS L-VOD qui devient une référence (INRAE Bordeaux, Nature Plants, 2019, Science Adv., 2020)

Des initiatives européennes

- **COPERNICUS / SENTINEL** (lancement Sentinel-1A & 2A en 2015-2016)
Satellites à forte résolution spatiale (10m) et temporelle (jour) = une révolution

Des initiatives privées

- GAFA
- Nouvelles missions THRS (Planet constellation nanosat, Airbus DS Pléiades Neo à 30cm ...)
- Consortium industriels spatial x numérique x télécom

Des initiatives nationales

Le pôle Theia



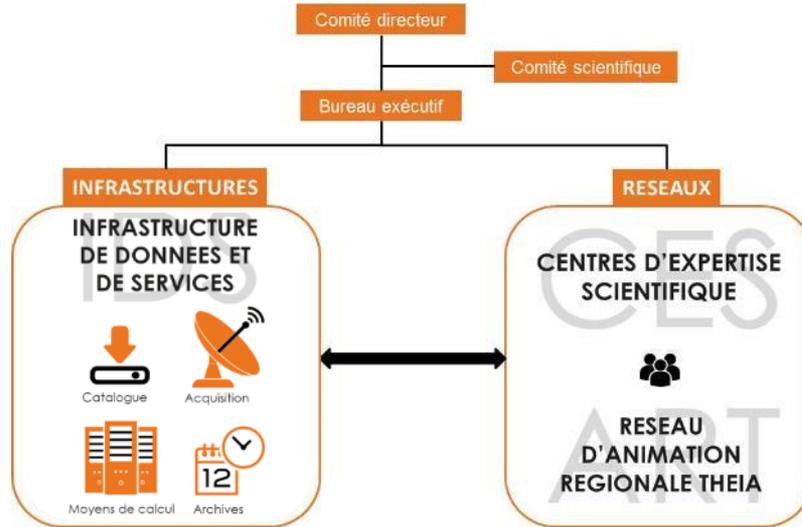
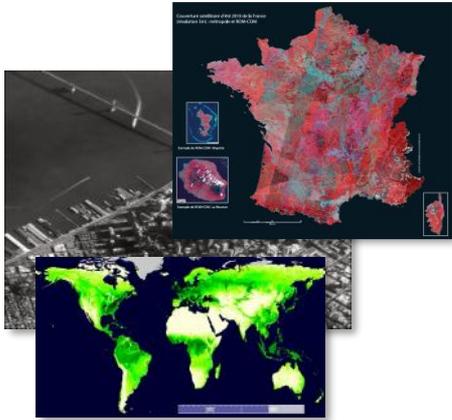
L'Infrastructure de Recherche Data Terra

Des initiatives régionales

- Le CESBIO (Toulouse)
- Pôle Maison de la Télédétection et GEOSUD (Montpellier)
- Des pôles régionaux qui se structurent : Aquitaine, Bretagne, Grand Est, PACA ...

 **Des missions nouvelles et des produits/services enfin opérationnels !**

Infrastructure données et services



Mise en réseaux



Des experts pour des produits qualifiés (CES): Occupation du sol, artificialisation, humidité des sols ...

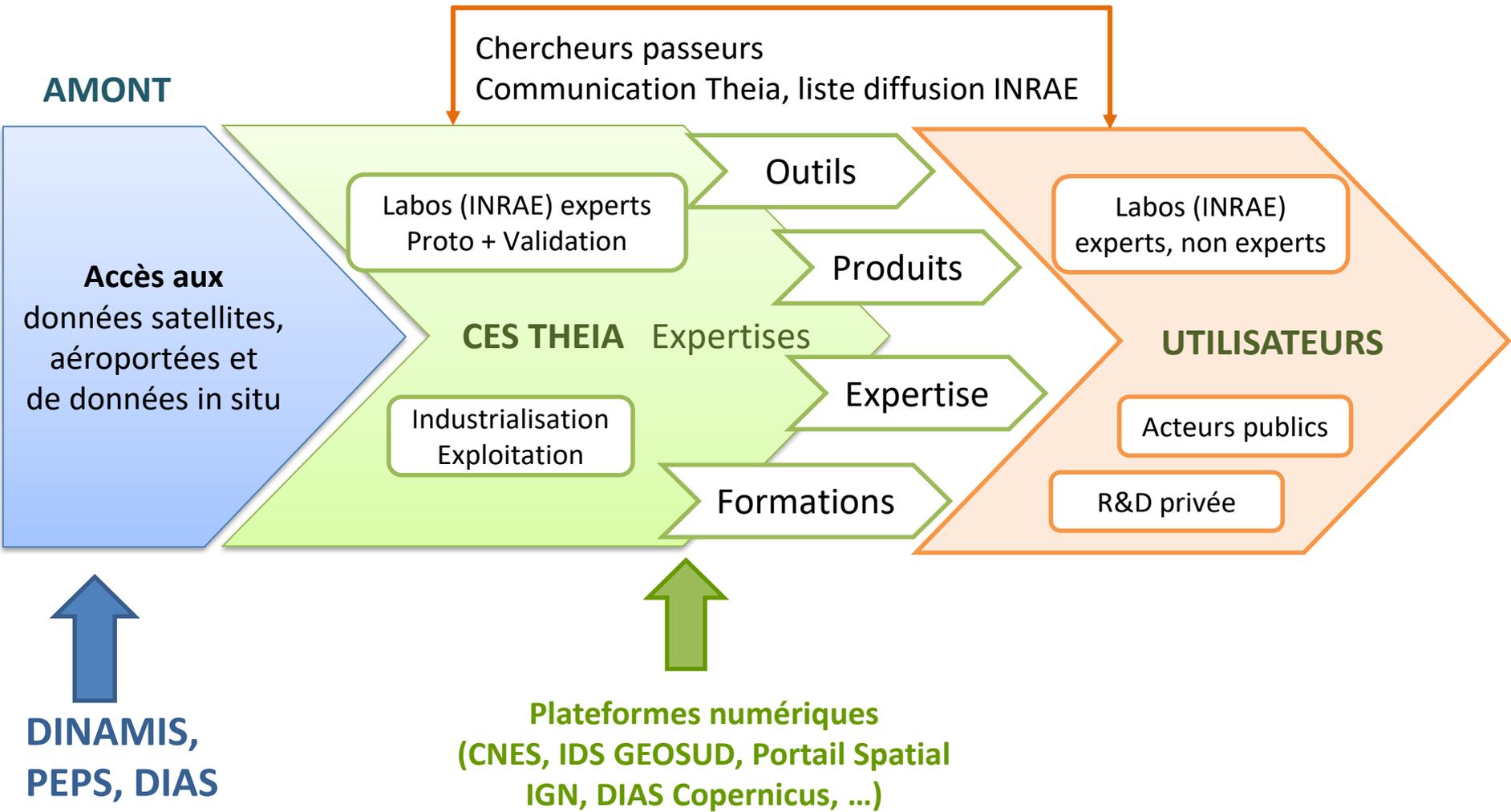
Des acteurs d'une même région (ART): Occitanie, PACA, Aquitaine, Bretagne, Ile de France ... Pays du Sud

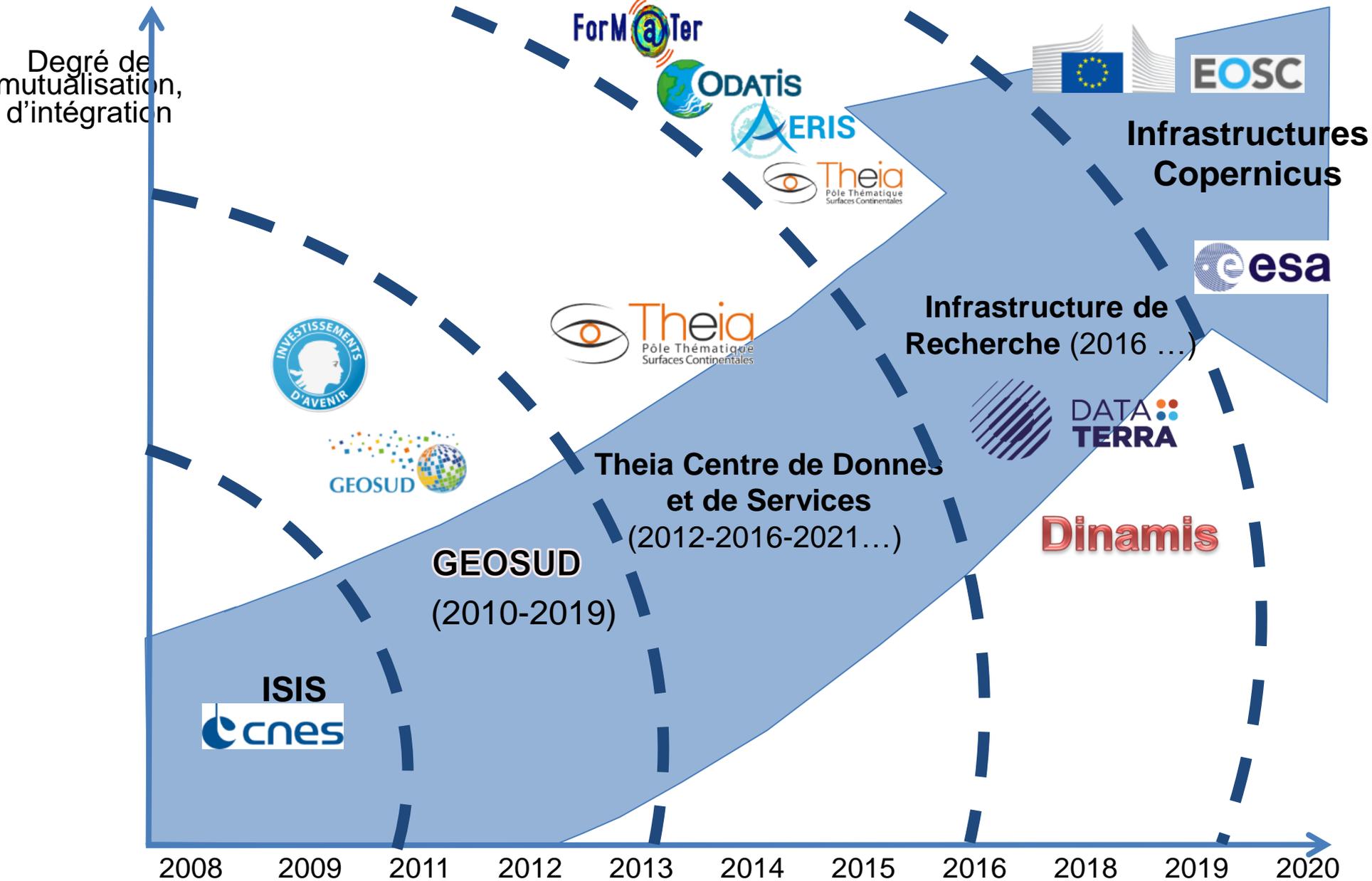
Animation: newsletter, bulletin, séminaires annuels...



Theia dans la chaîne de valeur ajoutée

Logique d'innovation ouverte recherche / public / privé (ART Theia)





- **Paradoxal: missions nouvelles et produits TLD opérationnels mais les effectifs TLD (Bioclimatologie à l'origine puis EA) déclinent:**
- **2012/2013: Mission INRA demandée par J-F Soussana (DS Environnement): quels services opérationnels apportés par le nouveau contexte: Theia, missions ESA/Sentinel...?**
- **Sorties de la mission (2014-2020):**

1) Priorités: définition de produits opérationnels à fort potentiel pour l'INRA

2) S'appuyer sur le CESBIO pour le développement des produits et services



Recrutement forces ingénierie (IR EFPA 2014) et forces scientifiques (DR & CR EFPA)

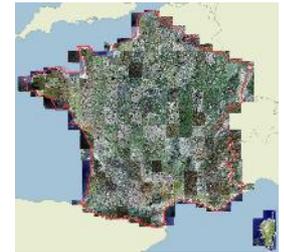
3) Renforcement des compétences scientifiques sur les centres d'expertise INRA :

pour piloter les développements des services co-construits INRA-CESBIO et valoriser les produits satellitaires dans les applications



Peu d'avancées ici (?): CR et IR EA à Avignon (EMMAH) sur proxi-détection non-satellitaire

- **1^{ère} équipes télédétection Cemagref Montpellier mi 80**
- **Maison Télédétection (MTD) en 1994 (extension 2016)**
- **Appui à la dissémination TLD dans d'autres centres** (formation, accueils)
 - Aix (incendies, hydrobio), Grenoble (forêt, biodiv), Bordeaux (pollution BV), Lyon (hydrologie, hydrobio), Nogent (forêt)
- **Projet GEOSUD depuis fin 2010**
 - Stratégie MTD pour lever freins à utilisation imagerie sat.
 - CPER + EQUIPEX (2011-2020), Coord. Irstea.
- **Pôle Theia**
 - A l'initiative de sa création en 2012 avec le CNES
 - Forte implication depuis
- **Capitalisation de GEOSUD dans l'IR DataTerra (DINAMIS et Theia)**



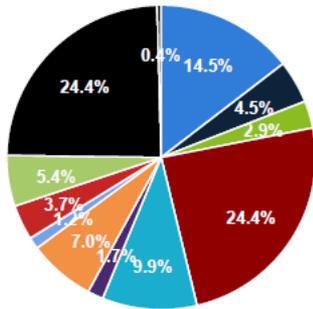
Principales questions abordées, compte tenu du potentiel d'innovation apporté par la télédétection et du contexte INRAE

- 1) Cartographier le dispositif télédétection INRAE au sein de l'ensemble THEIA
- 2) Quelle stratégie partagée dans le cadre du futur établissement INRAE ?
- 3) Quel dispositif d'animation en télédétection à l'échelle du futur établissement?

Enquête: cartographie du dispositif télédétection INRAE au sein de l'ensemble THEIA

enquête sur 12 départements INRAE: 242 réponses de chercheurs/ingénieurs

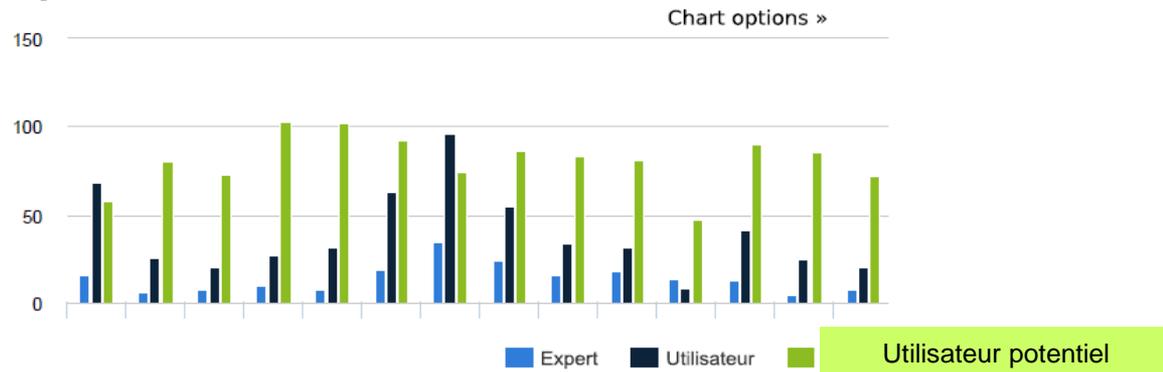
Quels Départements ?



AGROENV	35
AQUA	11
BAP	7
ECO-FA	59
ECO-SOCIO	24
GA	4
NUMM (MIA, Ecotechnologies)	17
PHASE	3
SA	9
SPE	13
TERRA (SAD, Territoires)	59
TRANSFORM	1

**ECODIV et ACT = 50% puis
AGROECOSYSTEM, ECOSOCIO,
MathNum, SPE, AQUA**

Expert ou utilisateur ?



30% experts, et 70% pur utilisateurs

record utilisateurs: (172) « Occupation des sols », puis (155) « Variables biophysiques végétation »

13 CES ont ≥ 100 utilisateurs (actuels ou potentiels):

« Réflectance de surface », « Température de surface et émissivité », « Albédo », « Evapotranspiration », « Humidité de surfaces », « Paysage », « Cartographie physiognomique de la végétation naturelle », « Biomasse forestière et changement de couverture », « Humidité du sol à très haute résolution spatiale », « Irrigation », « Urbanisation et artificialisation ».

Recommandation 1: maintien au sein d'INRAE d'une expertise solide en télédétection et de moyens de production de produits et services TLD

- **Vigilances sur les risques de pertes de compétences** là où l'expertise de l'établissement est centrale (Cf perte de compétence Infrarouge thermique (stress des cultures), site de calibration forêt, en 2019 etc.)
- **Conforter, e.g. ressources humaines et moyens informatiques, les capacités de production et de diffusion de produits maîtrisées par INRAE**



Site INRAE de télédétection forêt suivi depuis 1990

Développer les services et produits ne doit être qu'une étape pour venir en appui aux applications dans les laboratoires INRAE

Recommandation 2: accorder la priorité au renforcement des RH pour le développement d'applications « aval » s'appuyant sur les produits TLD:

- (1) **Rôle central de la TLD pour dépasser des fronts de science**, en lien avec des enjeux de recherche majeurs pour INRAE, où l'INRAE est peu présent dans un contexte international : (Cf. analyse conduite pour la signature de la convention 2019 INRA-CNES)

- (2) **Valoriser les applications dans des laboratoires clefs en ciblant des chercheurs « passeurs » de haut niveau** avec une double compétence thématique/mathématiques (statistique/physique). Les dispositifs de recrutements « blancs » (CR, bourse ERC) sont ici très pertinents pour l'attractivité INRAE

- (3) **Rôle majeur joué par l'IA, les mathématiques, les statistiques dans la valorisation des données**
 - (i) Favoriser les recherches émergentes en IA orientées traitement/analyse des données ;
 - (ii) Développer les collaborations avec l'INRIA et des pôles de recherche en Mathématiques et Informatique → expertise unique sur le *Big Data* et le *Machine Learning*.



Recommandation 3: en termes de dispositif d'animation

- (i) d'articuler l'animation scientifique INRAE avec celle conduite au sein du pôle Theia
- (ii) appuyer la RH communication du pôle Theia, car c'est un élément indispensable pour l'animation des recherches INRAE en télédétection
- (iii) de constituer un « comité de conseil » en télédétection pour les départements et la direction d'INRAE, en nommant un correspondant par département ;
- (iv) de créer une liste de diffusion « Télédétection » INRAE en s'appuyant sur une première liste issue de l'enquête.

Recommandation 4: En matière d'innovation ouverte, de valorisation/transfert, d'appui aux politiques publiques

- (i) **développer une réflexion stratégique collective avec les services de valorisation d'INRAE, les autres co-tutelles des UMRs et les ministères (MAA, MTES)**
- (ii) **élargir cette réflexion au sein du pôle Theia et de l'IR Data Terra en proposant ce sujet à l'occasion des prochains Comités Directeurs et en lançant un groupe de travail multi-organismes**

Place du séminaire 2022

- Dans la continuité de cette mission (après un long tunnel COVID), ce séminaire a 3 objectifs principaux :
 - J1-J2 : Réunir pour la 1^{ère} fois la communauté INRAE hybride et multi disciplinaire experts/utilisateurs
 - Représentés : 20 unités, 9 départements, +sieurs Directions et services d'appui (DS, CD, DC, DISC, DSI, SDAR)
 - J1 : Partager une vision actualisée du paysage national (DINAMIS, Theia, ...)
 - J2 : Proposer collectivement un dispositif d'animation en lien avec la télédétection à l'échelle d'INRAE articulé avec ceux existants