



IR DATA TERRA : E-Infrastructure de données (spatiales, in-situ) et de connaissances pour une observation intégrée du Système Terre et de l'environnement

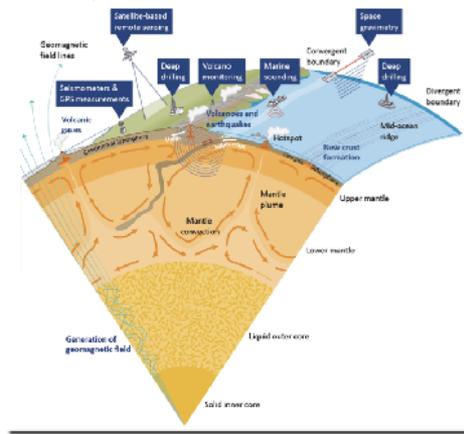
Frédéric Huynh (IRD), directeur IR Data TERRA

*Emmanuel Chaljub (UGA-CNRS), directeur pôle **Form@Ter** ; Patrice Henry (CNES), directeur pôle **AERIS** ; Erwann Qumbert (IFREMER), directeur pôle **ODATIS** ; Anne Puissant (UNISTRA), directrice pôle **THEIA** ; Jean-Denis Vigne (MNHN) coordinateur **PNDB**, Richard Moreno (CNES), **directeur technique** ; Jean-François Faure (IRD), secrétaire exécutif **DINAMIS***



A complex dynamical system

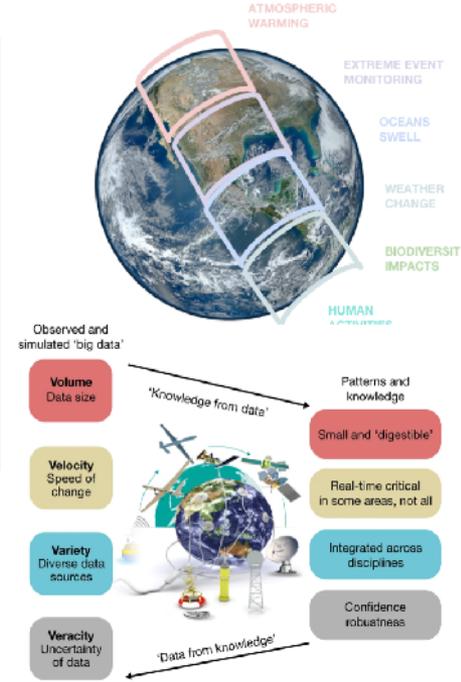
- Coupled geophysical, bio-chemical and environmental processes,
- With different spatial and temporal scales,
- And permanent interactions between the solid Earth, continental surfaces, and fluid envelopes (ocean, atmosphere),
- As with the anthroposphere.



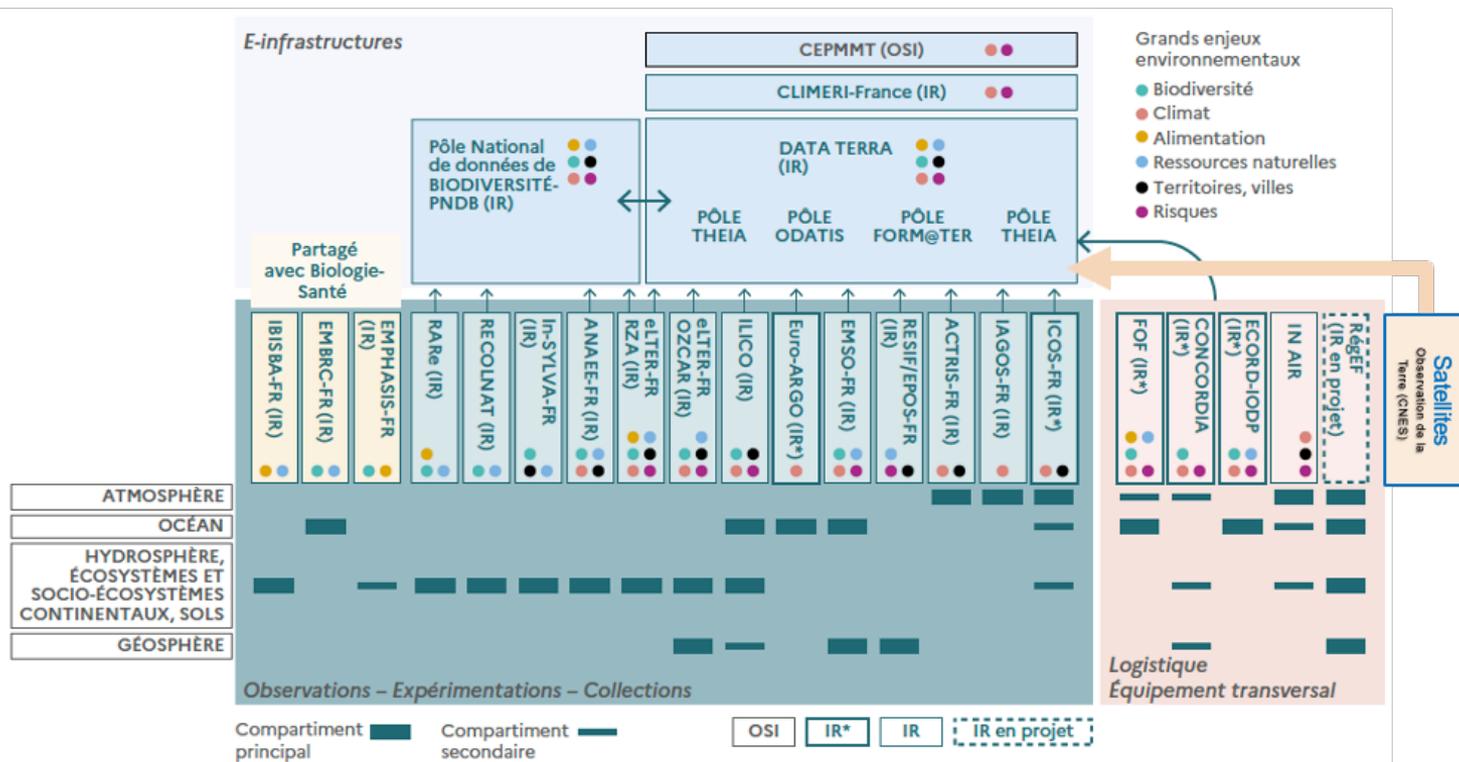
Evolution of the needs

- Integrated approaches to complexity and uncertainty quantification
- Multi-physics & multi-scale stochastic simulations
- Multi-domain, multi-sensor data enabling multi-wavelength analysis (*spatial, spectral, temporal & textual*)
- In-situ & space data coupling: e.g. data assimilation, inference
- Long-term data series and services
- Integrated Artificial intelligence and big data services
- Inter- and trans-disciplinary science/societal challenges

Requires **access to and cross-analysis of diverse, diverse and voluminous multi-source data** (satellites, in situ, campaigns, long-term observations as well as experimental, numerical models results, etc...)



Scientists and decision makers need to have an **integrated interdisciplinary approach** for multi-domain data access and services together with on-demand AI-enabled data analysis and modelling of increasing resolution, uncertainty quantification, and extreme natural events characterisation



MESRI - FRN 2022-2025 - HC-IR, mai 2021

Missions de Data Terra : E-Infrastructure du domaine environnementement / système Terre

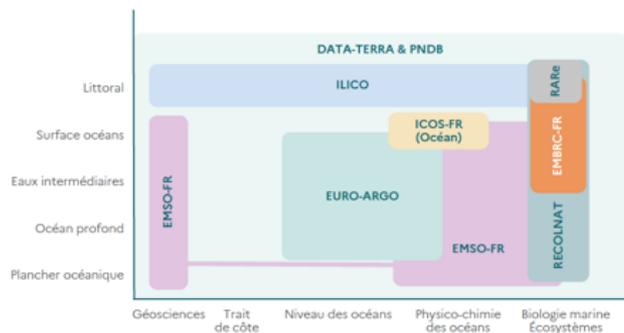


Figure 4 : infrastructures de recherche françaises dans le domaine « Océan et littoral ». L'encadré orange (EMBR-C FR) indique une infrastructure commune avec le domaine Biologie-Santé. Les infrastructures de logistique pour l'accès au milieu océanique ne figurent pas sur cette figure.

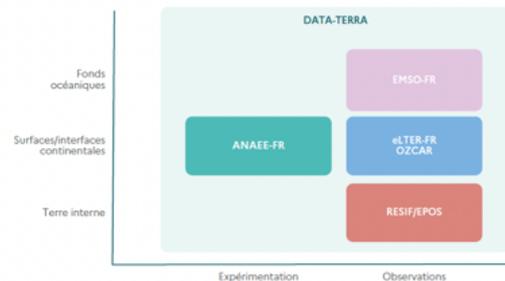


Figure 6 : Infrastructures de recherche françaises dans le domaine « géosphère ». Les infrastructures de logistique pour l'accès au milieu océanique ne figurent pas sur cette figure.

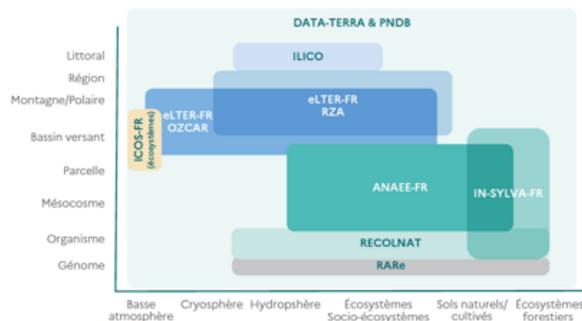


Figure 5 : Infrastructures de recherche françaises dans le domaine « Hydrosphère, écosystèmes et socio-écosystèmes continentaux et sols ». Les infrastructures de logistique pour l'accès au milieu océanique ne figurent pas sur cette figure.

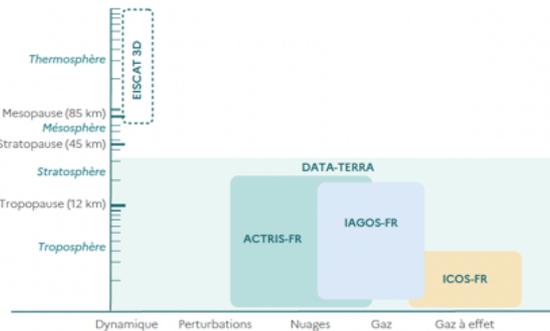
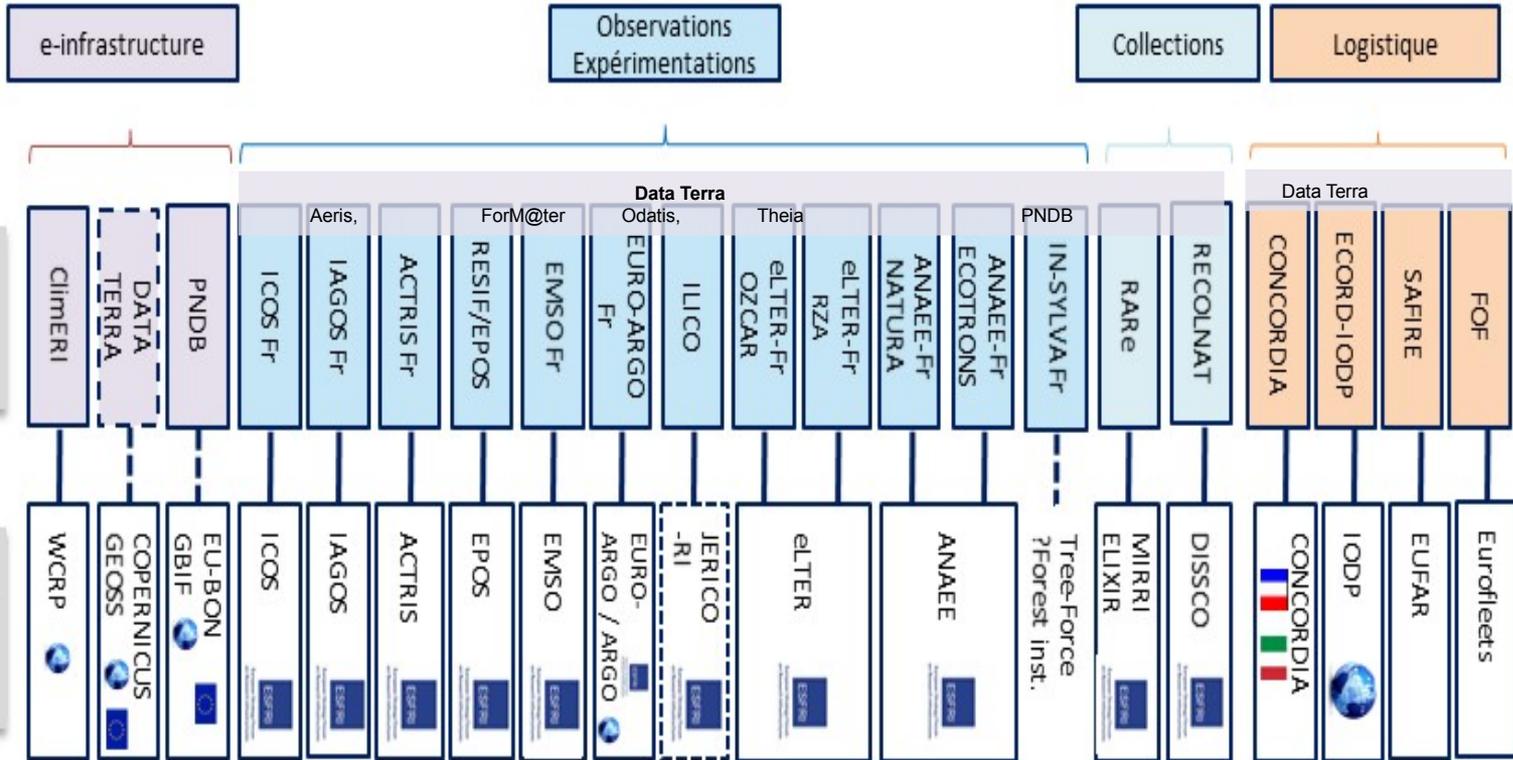


Figure 3 : Infrastructures de recherche françaises et européennes dans le domaine « Atmosphère ». L'infrastructure EISCAT-3D est une infrastructure ESFRI sans participation française. Les infrastructures de logistique pour l'accès au milieu atmosphérique ne figurent pas sur cette figure.

e-infrastructures

Le Pôle de données et services du système Terre DATA TERRA est une infrastructure qui se structure pour offrir un portail unique vers les quatre pôles (AERIS pour l'atmosphère, ODATIS pour l'océan, FORM@TER pour la Terre solide et THEIA pour les surfaces et interfaces continentales) ainsi que des services et outils. Il permettra de contribuer aux grands programmes européens comme COPERNICUS et internationaux comme GEOSS

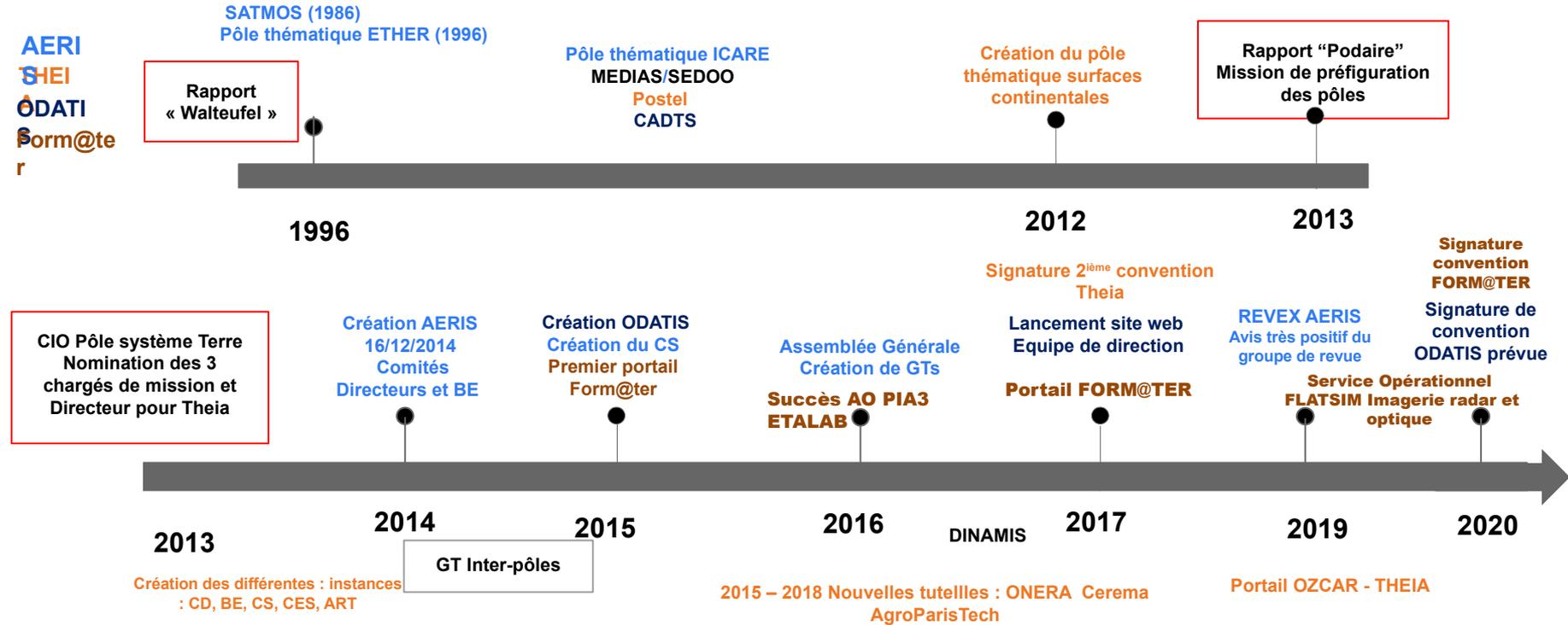


TGIR & IR nationales

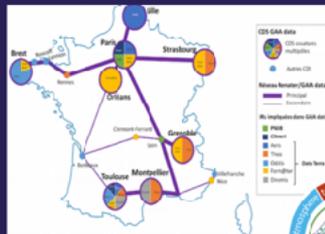
Miroir européen
Miroir ESFRI
Réseau international

Construction et vision à long terme

Processus d'intégration inter-organismes



Develop a global system of access to data, products and treatment services to analyse, understand, model and predict history, functioning and evolution of the Earth system subject to global changes



- 26 Research Organizations and Universities
- 30 Data and Services Centers (CDOS)
- 32 Consortium of Scientific Expertise (CES)
- 230 FTE / 450 scientists, engineers

DATA & SERVICES HUBS

- Atmosphere
- Ocean, coastal
- Land Surfaces
- Solid Earth
- Biodiversity
- Climat models, data simulation

CROSS-CUTTING SERVICES

- HR Spatial Imagery
- FAIR Data and Services Networking Communities

- Long term observation data
- constellation satellites optic, radar...
- In situ : physical and biological variables
- Data from models Climat, water, ecosystem



€42m/year



1000 products & services



15,000 permanents users



> 100 PB (2022/2023)

DATA TERRA 2024 : 5 PÔLES nationaux de données et services - compartiments du système Terre et dispositifs transversaux



Faciliter l'accès et l'utilisation des données et produits de qualité sur l'ensemble des compartiments du système Terre (Données spatiales, aéroportées, sols, in-situ)

Développer des services de visualisation et de traitements adaptés aux besoins, à l'accroissement de la volumétrie et aux avancées technologiques

Favoriser la mutualisation, interopérabilité, émergence d'approches multi- et inter-disciplinaires

Servir les communautés scientifiques, les acteurs de l'action publique et de l'innovation

Mettre en œuvre une stratégie nationale, européenne et internationale



PROJETS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES

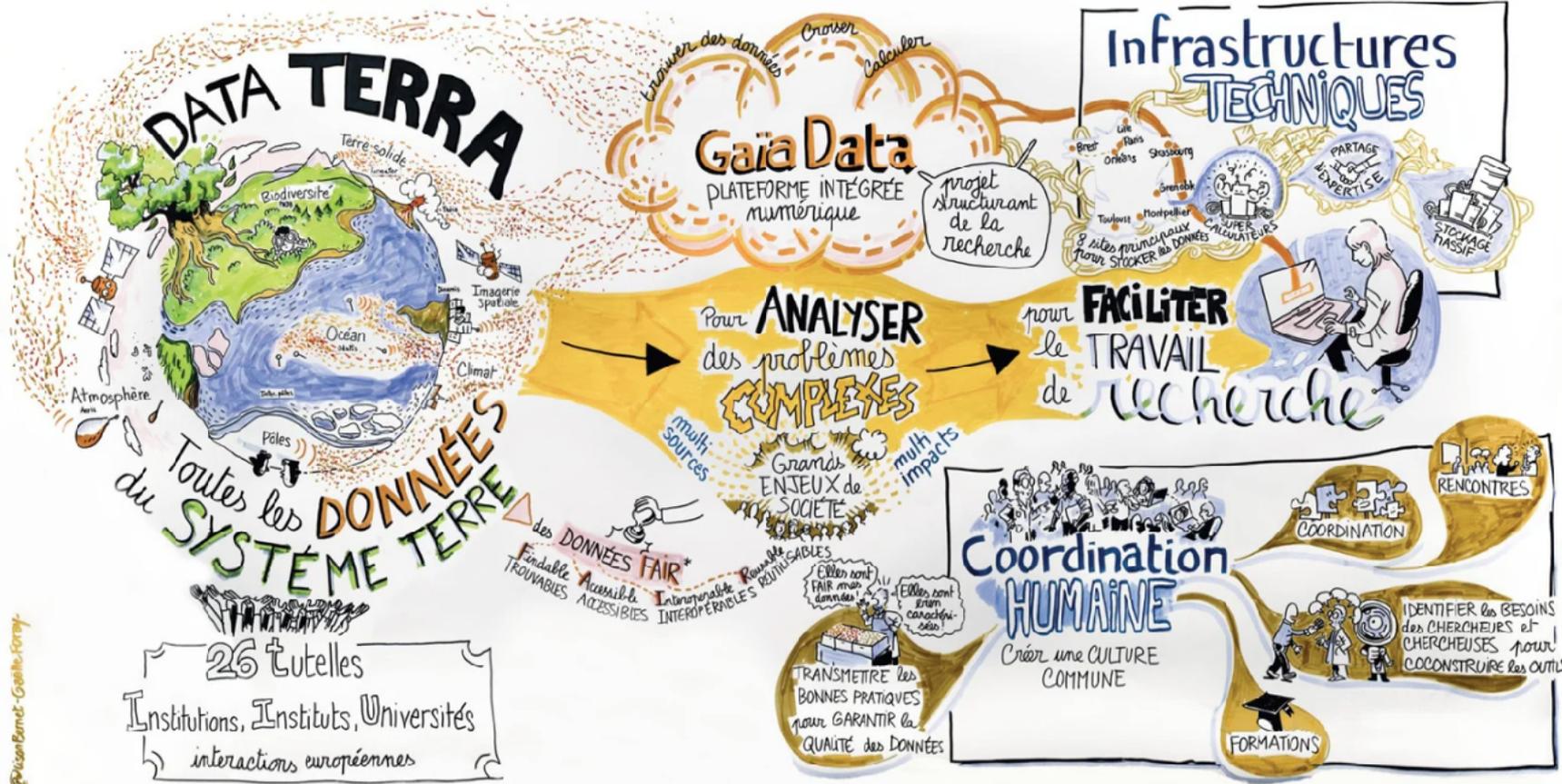
Nationaux, Européens et Internationaux

- EOSC : FAIR-EASE, ...
- GAIA DATA
- PEPR ...



GRUPE DE TRAVAIL
SCIENCE, TECH, FORMATION,
EUROPE & INTERNATIONAL,
COMMUNICATION,
COOPÉRATION Pays du Sud



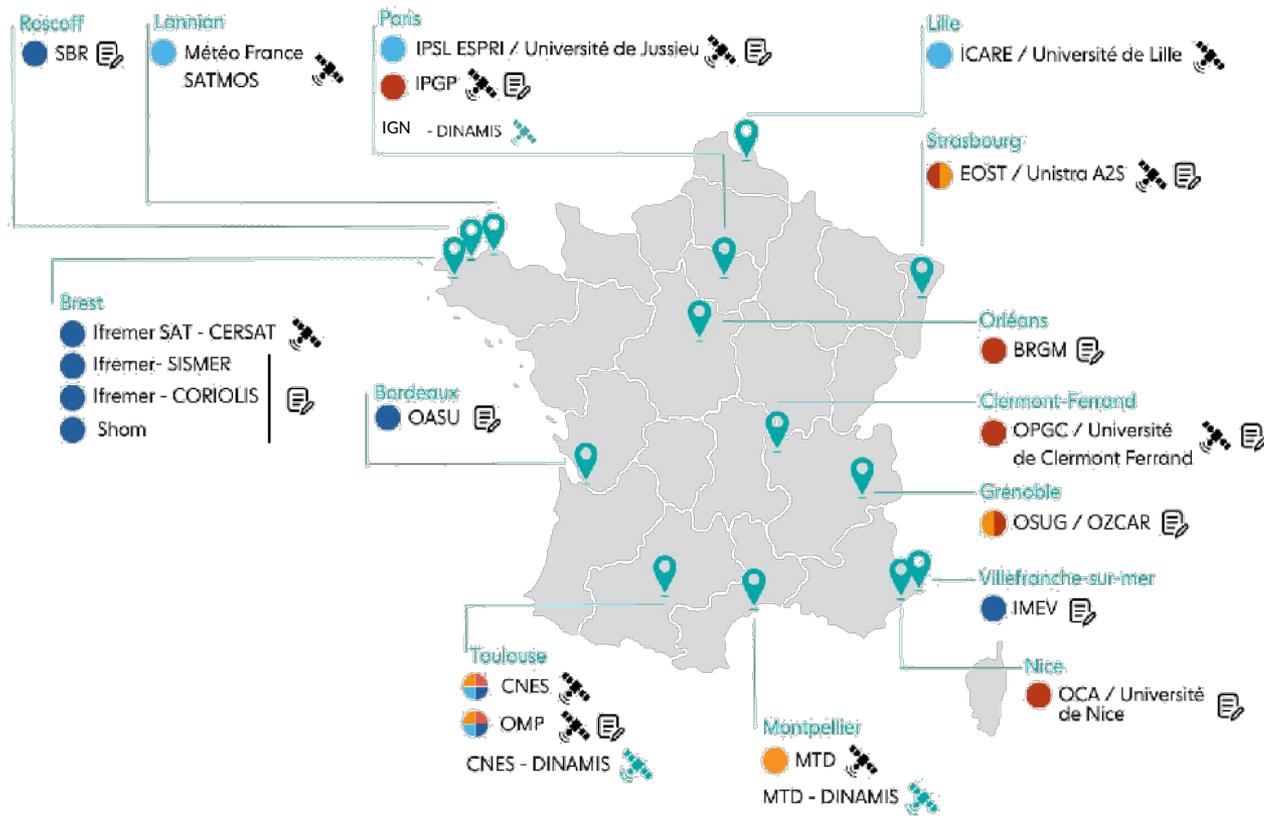


DATA TERRA, une e-Infrastructure de Recherche dédiée au système Terre

L'IR DATA TERRA propose des **services** autour des données d'observation du **système Terre interopérables et interdisciplinaires** à tous les niveaux



Implantation de DATA TERRA et de ses Centres de Données et de Services



Pôle de données

- AERIS
Atmosphère
- FORMATER
Terre Solide
- ODATIS
Océan
- THEIA
Surfaces continentales

Dispositif transverse images très haute résolution spatiale



-  Données Satellites
-  Données In-situ

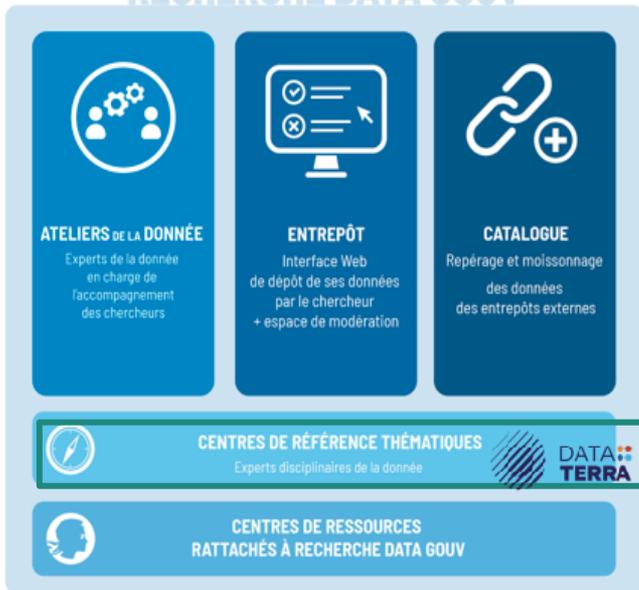
Recherche Data Gov

Data Terra => Centre national de Référence Thématique système Terre et Environnement



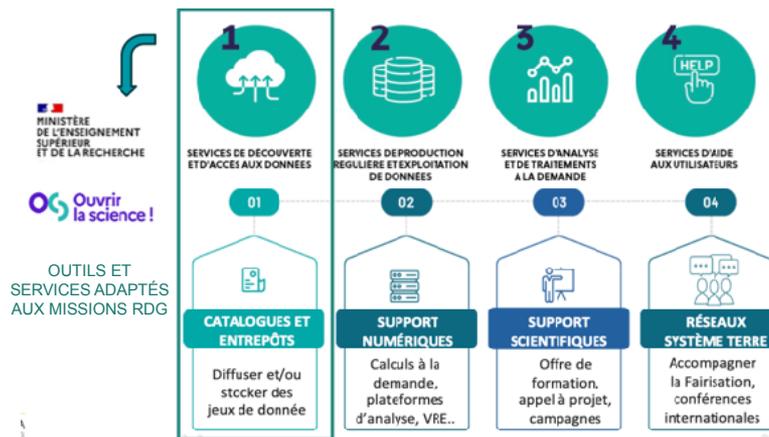
Un écosystème au service du partage et de l'ouverture des données de recherche FÉDÉRER, ACCOMPAGNER, PARTAGER, OUVRIR, RÉUTILISER

RECHERCHE DATA GOUV



Les centres de référence thématiques de Recherche Data Gov :

- Définissent les normes internationales de description des données
- Définissent les normes internationales de diffusion des données (ouverture, période d'embargo, accès restreint)
- Définissent et diffusent les bonnes pratiques de collecte, documentation, traitement, et diffusion des données
- Définissent la liste des entrepôts de données de référence de leur domaine thématique (nationaux et/ou internationaux) vers lesquels orienter les chercheurs pour le dépôt des données et que Recherche Data Gov moissonnera
- Contribuent à la définition de l'arborescence thématiques des données de l'entrepôt Recherche Data Gov
- Soutiennent l'articulation entre les dispositifs thématiques spécialisés et Recherche Data Gov



1/10/2018

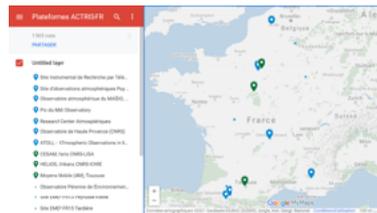


Caractériser et analyser l'atmosphère dynamique, physique et chimie atmosphérique évolution du climat, qualité de l'air, ...

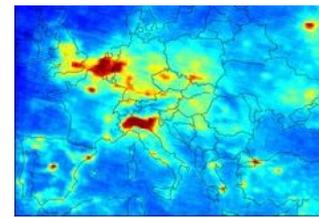
Le pôle de données et de services pour l'atmosphère AERIS fédère au niveau national des activités de gestion de données et d'expertise scientifique en atmosphère.

Les données proviennent de plateformes instrumentées, de réseaux d'observation, d'instruments à bords de satellites, ballons, avions, de mesures de laboratoires, inventaires, modèles, données de campagnes scientifiques.

Quelles thématiques pour les territoires ? Exemple de la qualité de l'air

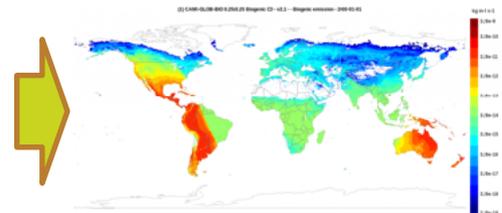


Mutualiser la surveillance de la qualité de l'air

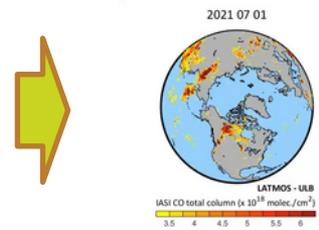


Créer un réseau européen de surveillance de la qualité de l'air

Estimer et quantifier les émissions de carbone et de particules



Suivre les effets des feux de forêts pour la qualité de l'air

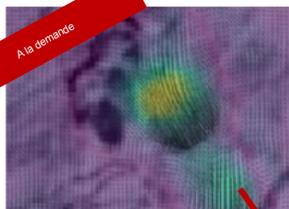


Services ForM@Ter

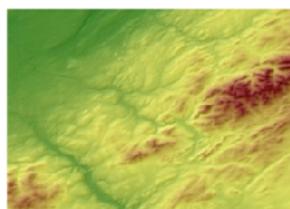
Le pôle de données et services ForM@Ter regroupe les activités de **services aux données** et **l'expertise scientifique de la Terre solide**.

Déformation du sol, géodésie, gravimétrie, géomagnétisme, géochimie, géologie, sismologie...

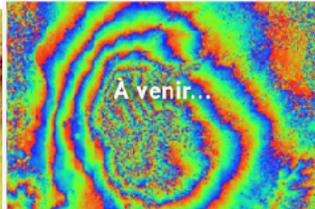
Traitement (intensif) de données
Suivi de la déformation du sol par imagerie spatiale



GDM-OPT



DSM-OPT

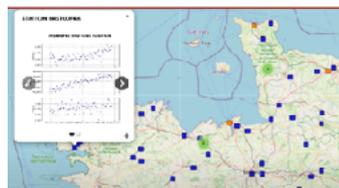


GDM-SAR

Catalogue d'accès aux données et produits

70 collections de données (09/2023)

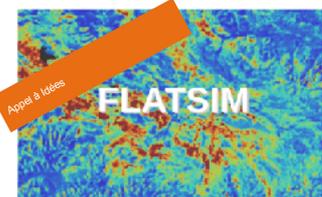
Visualisation



Geodesy Plotter



CIEST²



FLATSIM

Métadonnées

Vocabulaires

6 services de calculs opérationnels (4 à la demande, 2 sur décision)
Un service de calcul à la demande à venir en 2024 (GDM-SAR)

Observer et comprendre les dynamiques des océans

Le pôle de données et de services pour l'océan **Odatis** fédère au niveau national des activités de gestion de données et d'expertise scientifique pour les océans.

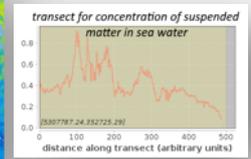
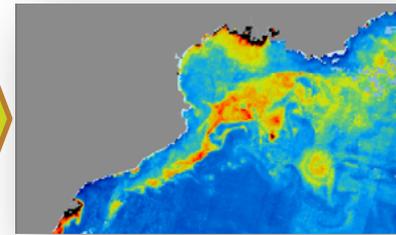
Les **données** proviennent de missions satellitaires, d'instruments in situ (plateformes fixes, flotteurs, gliders, radars, campagnes en mer, mesures en laboratoires, ...)

Quelles thématiques pour les territoires ?



Suivi du trait de côte

Qualité de l'eau



Oxygénation des eaux



Bathymétrie LASER et LIDAR

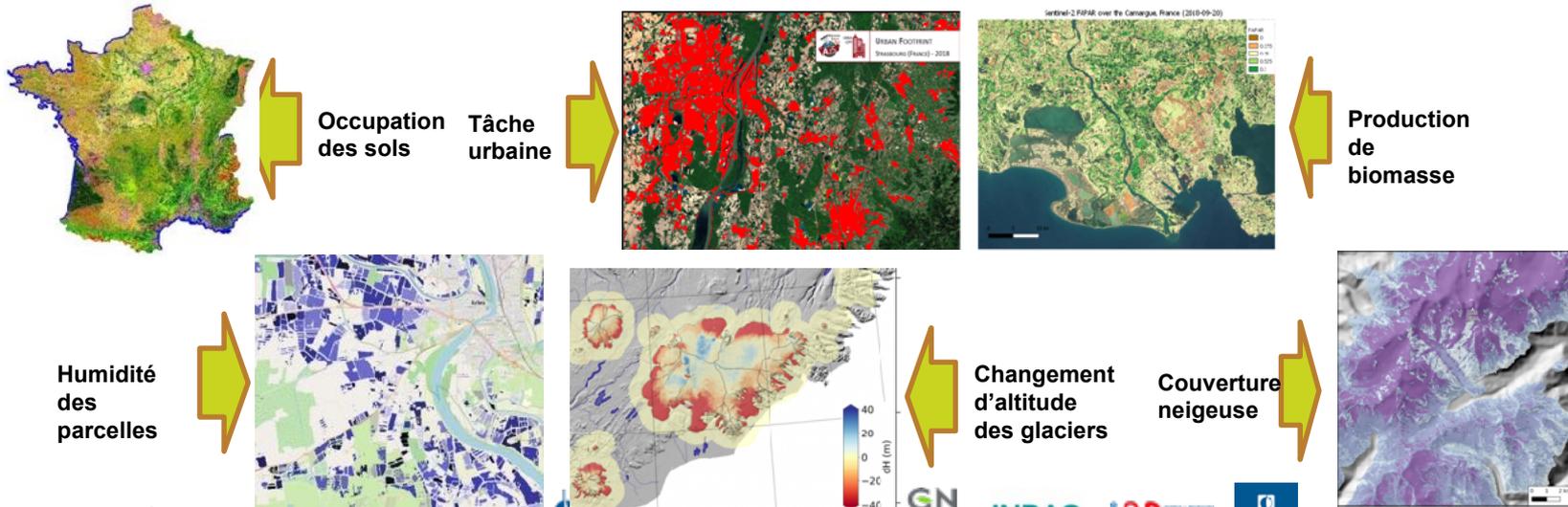


Observer les dynamiques des surfaces continentales et ressources naturelles

Le pôle de données et de services pour les surfaces continentales Theia fédère au niveau national des activités de suivi des écosystèmes et des ressources environnementales.

Les données proviennent de missions satellitaires et d'instruments in situ. Elles soutiennent le développement de produits, modèles et logiciels à valeur ajoutée dans dix thématiques : agriculture, biodiversité, climat, eau, forêt, littoral, neige & glace, risques naturels, santé, urbain.

Quelles thématiques pour les territoires ?





Créé en 2012, le pôle THEIA est soutenu par 10 organismes impliqués dans l'observation du Système Terre et des Surfaces Continentales. Les défis sont de :

1. **Développer et promouvoir** l'utilisation des **données spatiales** en complément des **données in situ** et **aéroportées** par les **communautés** (scientifique, académiques et les acteurs publics) sur les surfaces continentales – selon principes FAIR ;
2. **Générer** des **produits** à valeur ajoutée et des **services** de traitements, les **diffuser** et les **valoriser** ;
3. **Animer et fédérer** un **réseau d'acteurs** (scientifiques, acteurs publics, acteurs privés) autour des SC et faire connaître les avancées scientifiques françaises à l'échelle nationale et internationale.
4. **Participer** à la **formation scientifique**, méthodologique et technique des communautés scientifiques concernées.



Un réseau de laboratoires qui développent, proposent des **méthodes** innovantes et élaborent des **produits à valeurs ajoutées** ainsi que des **services**



Des **capacités de traitements** distribuées sur le territoire et structurées en CD-O-S (vers des Centres de Données d'Observation et de Services – ex-IDS)



Un réseau **d'Animateurs Régionaux Theia (ART)** pour faire connaître les avancées scientifiques, recueillir les besoins, et échanger avec les acteurs publics et privés





CENTRES D'EXPERTISE SCIENTIFIQUE



Une entrée par des questions scientifiques 'Surfaces Continentales'
à cycle carbone / cycle de l'eau / adaptation au changement climatique



Travail en cours :

Identifier et donner de la visibilité aux **producteurs de données/réseaux d'observation déjà structurés** (OZCAR, ANAEE, RZA, etc)

- observatoires labellisés ou non / proposant des données/services sur les surfaces continentales

- Des **animations spécifiques** autour de certaines variables
- Des **animations scientifiques intra/inter CES**
- A différencier des **ateliers thématiques** - rencontre scientifiques/utilisateurs : santé des forêt / urbain / agriculture / irrigation Littoral (à venir)

CENTRE D'EXPERTISE SCIENTIFIQUE

APPLICATIONS

Imagerie et radiométrie

- Réflectance
- Albédo
- Température de S.
- Emissivité
- Micro-onde
- 3D

Occupation des terres

- Occupation des sols
- Espaces semi-naturels
- Forêt
- Urbain
- Classes paysagères
- Maladies infectieuses

Végétation et Sol

- Carbone
- Prop. végétation
- Prop. Sol
- Evapotranspiration

Eaux continentales

- Surfaces en eau
- Hauteur des lac et r.
- Volume d'eau
- Parcelle irriguée
- Mangrove
- Humidité HR et THR
- Couleurs des eaux
- Evapotranspiration

Cryosphère

- Surfaces enneigées
- Surfaces gelées
- Glaciers

Scientifiques ou groupes de de scientifiques Expert par variable ou collection

Variables « directes » ou « socle »

Variables « thématiques » (descriptives)

Variables « modélisées »

Var. modélisées

- Humidité du sol THRS
- Humidité du sol HRS
 - Humidité superficielle basse résolution
 - Humidité superficielle basse résolution IB
 - Humidité spatiale haute résolution
 - Humidité en zone racinaire
- Couleurs/qualité des eaux

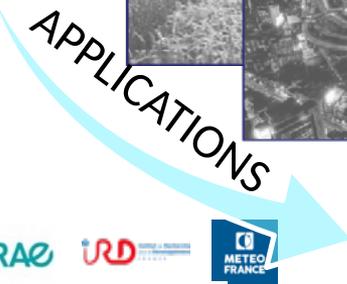
- Concentration en matières en suspension
- Turbidité
- Concentration en Chlorophylle-a
- Coefficient d'abs. de la matière organ. dissoute
- Présence d'algues toxique
- Débit sédimentaires et d'éléments

Var. thématiques (descriptives)

- Surfaces en eau (y compris surfaces inondées)
- Hauteur des lacs et des rivières
- Volumes d'eau (y compris des surfaces inondées)
- Irrigation (parcelle irriguée)
- Mangrove
- Zones humides

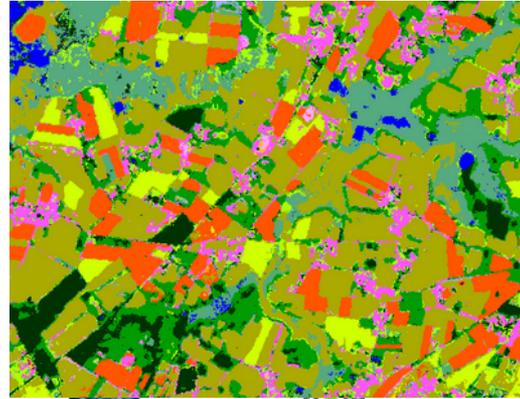
Var. modélisées (suite) :

- *Evapotranspiration*
 - flux de chaleur de surface
 - rayonnement net
 - evapotranspiration journalière
 - evapotranspiration décadaire
 - indice de stress



Eaux de surface à continuum Terre-Mer

- Nomenclature de 23 classes d'occupation des sols depuis 2018, compatibles avec les 17 classes antérieures (2016 & 2017)
- A partir de Sentinel-2 et de données exogènes (climat, registre parcellaire, etc.)
- Chaîne de traitement : iota2 (open source)
- Production par Theia : annuelle sur la métropole. Productions saisonnières en réflexion.
- Echelle : 10 ~20m
- Applications : Agriculture, aménagement, risque, environnement, etc.



(5 millésimes)

- Urbain dense
- Urbain diffus
- Zones industrielles et commerciales
- Routes
- Colza
- Céréales à paille
- Protéagineux
- Soja
- Tournesol
- Maïs
- Riz
- Tubercules / Racines
- Prairies
- Vergers
- Vignes
- Forêts de feuillus
- Forêts de conifères
- Pelouse
- Landes
- Surfaces minérales
- Plages et Dunes
- Glaciers et neiges éternelles
- Eau

=> production cartes France métropolitaine
 – années 2022 / 2023 / en cours 2024

Hauteur / Volume / Biomasse / calcul des stocks carbone

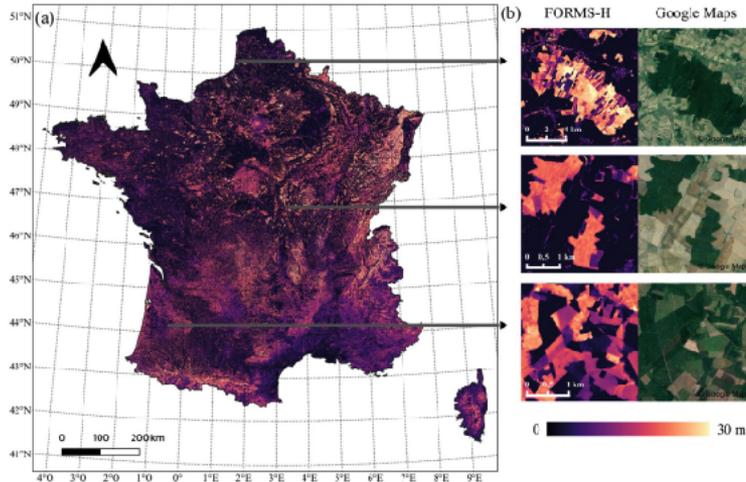


Figure 4: (a) FORMS-H: Tree height map of France at 10 m resolution for the year 2020. (b) Examples at three different locations of height prediction (left) with the corresponding Google map images (right). Brighter colors indicate higher heights.

FORMS: Forest Multiple Source HEIGHT, wood volume, and biomass maps in France at 10 to 30 m resolution based on Sentinel-1, Sentinel-2, and GEDI data with a deep learning approach

Martin Schwartz¹, Philippe Ciaïis¹, Aurelien De Truchis², Jérôme Chave³, Catherine Ottlé¹, Cedric Vega⁴, Jean-Pierre Wigneron⁵, Manuel Nicolas⁶, Sami Jouaber¹, Siyu Liu⁷, Martin Brandt⁷, Ibrahim Fayad^{1,2}

=> production carte France métropolitaine
 – année 2020 (20m)

Hauteur / Volume / Biomasse

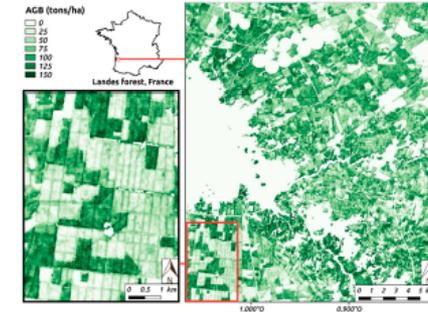


Figure 10. Aboveground biomass (AGB) map covering the study site area. Pixel level application of the model using 5 feature types (L-band, C-band, C-TI, S2-SI, S2-BI-TI). Selected features are presented in Table 4 and validation scatterplot in Figure 6. Non coniferous pixels are masked using the 2016 land cover map [67].

Estimation and Mapping of Forest Structure Parameters from Open Access Satellite Images: Development of a Generic Method with a Study Case on Coniferous Plantation

David Morin^{1,*}, Milena Planells¹, Dominique Guyon², Ludovic Villard¹, Stéphane Mermoz^{1,3}, Alexandre Bouvet¹, Hervé Thevenon¹, Jean-François Dejoux¹, Thuy Le Toan¹ and Gérard Dedieu

- [biodivMapR](#) | Package R permettant de produire des cartes d'indicateurs de biodiversité à partir de l'information issue de données d'imagerie optique
- [FragScape](#) | PlugIn QGIS permettant de calculer les indicateurs de fragmentation du paysage de Jaeger
- [BioDispersal](#) | PlugIn QGIS permettant de modéliser les continuités écologiques
- [Fordead](#) | un package python pour la détection d'anomalies de végétation à partir d'images SENTINEL-2

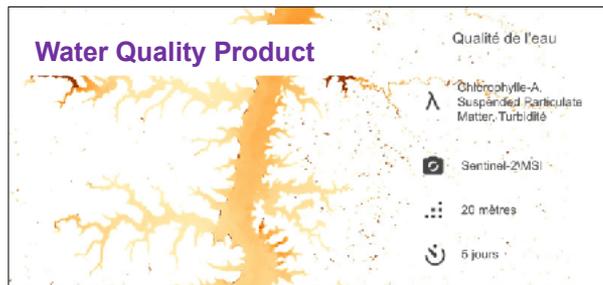
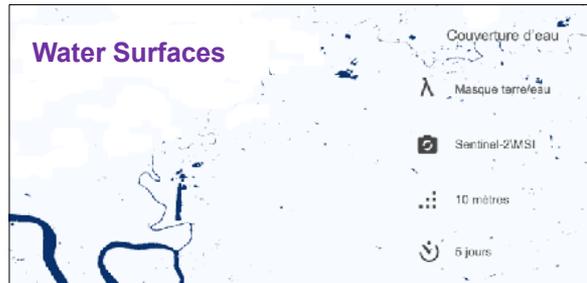
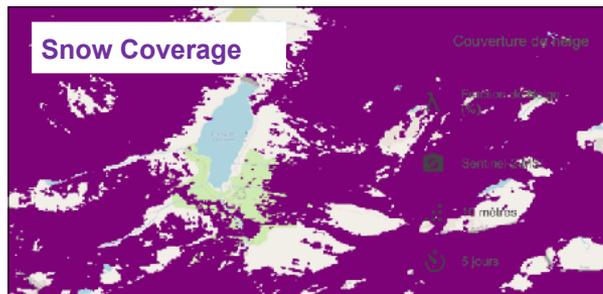
Période de détection



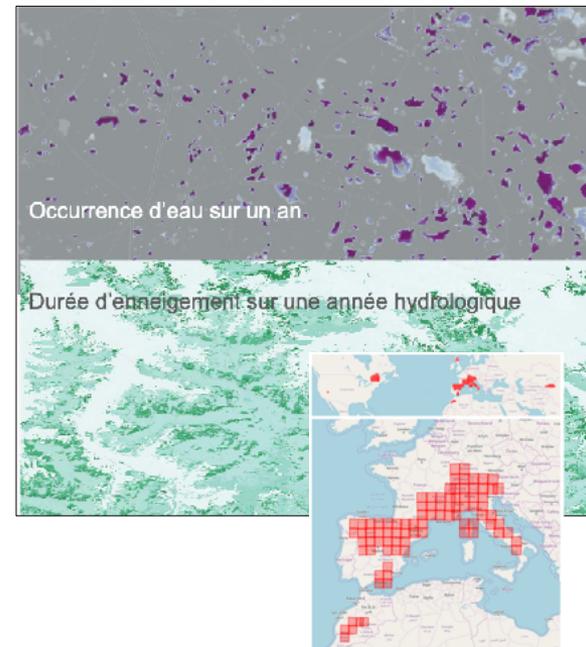
Classe de confiance



End 2023 : **4 Essential Water Variables**
Daily production / distribution, France and part of Europe)



+ **Monthly and Annual** production /
distribution (synthesis)



Permettre et faciliter l'accès et les usages des images satellitaires de très haute résolution spatiale

Le Dispositif Institutionnel National d'Approvisionnement Mutualisé en Imagerie Satellitaire, DINAMIS, s'adresse à 3 types d'utilisateurs :

Utilisateurs institutionnels autorisés français

- Pour la recherche scientifique, l'enseignement supérieur et les acteurs des territoires

Utilisateurs institutionnels autorisés scientifiques étrangers

- Pour la coopération au Sud, dans l'Union Européenne et internationale

Utilisateurs privés (France)

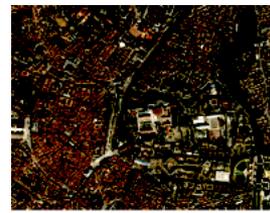
- Pour les porteurs de projets R&D et les prestataires de commandes publiques



Couverture métropolitaine 2020. Copyright ADS - IRD, INRAE, IGN



Littoral Sénégal. Pléiades Copyright CNES, ADS



Montpellier. Pléiades © CNES 2020, distribution Airbus DS

Une offre institutionnelle

Couvertures spécifiques Pléiades

littoraux sableux métropolitains et guyanais, DOM-TOM...

Couvertures millésimées SPOT 6-7 France métropolitaine

Acquisitions ad-hoc Pléiades et SPOT 6-7 Monde entier - Exprimées par les UIA, quel que soit leur lieu d'affectation.

Imageries complémentaires haute résolution

Relais vers le programme CNES Spot World Heritage (Spot 1-5), plateforme CNES PEPS (Sentinel 2), Geosud, programme CNES Kalideos : RapidEye, CosmoSkyMed, TerraSar,-X, Aster...

VAGUE DE CHALEUR EN EUROPE

Été 2022 Les scientifiques travaillent à **comprendre les vagues de chaleur en Europe, leur fréquence ainsi que leur intensité** afin de permettre aux sociétés civiles de mieux se préserver et de réussir à inverser la tendance.

La chaleur extrême persistante amène également à mieux appréhender la notion de climat au sein de la société civile.



AERIS

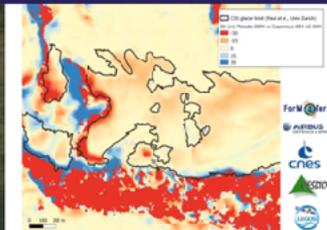
Atmosphère



Feux de forêt et vague de chaleur – un été particulièrement intense

FORM@TER

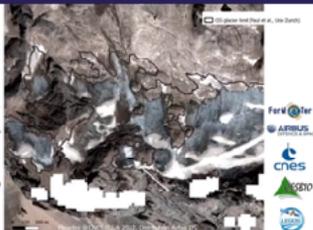
Terre solide



Estimation du volume de glace détaché lors de l'effondrement du glacier de la Marmolada

THEIA

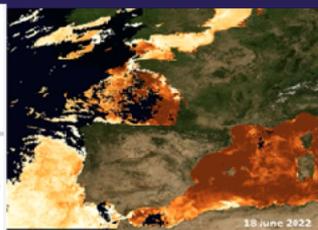
Surfaces continentales



Estimation du volume de glace détaché lors de l'effondrement du glacier au Kurdistan

ODATIS

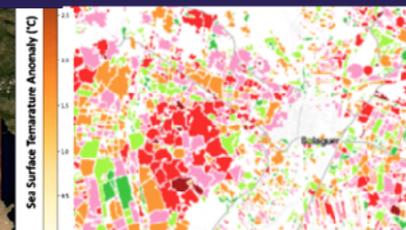
Océans



Vague de chaleur juin 2022 en mer Méditerranée

DINAMIS

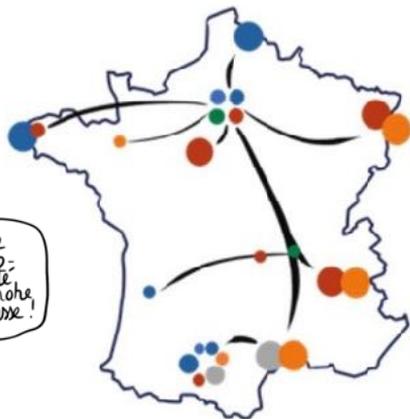
Images satellites HD



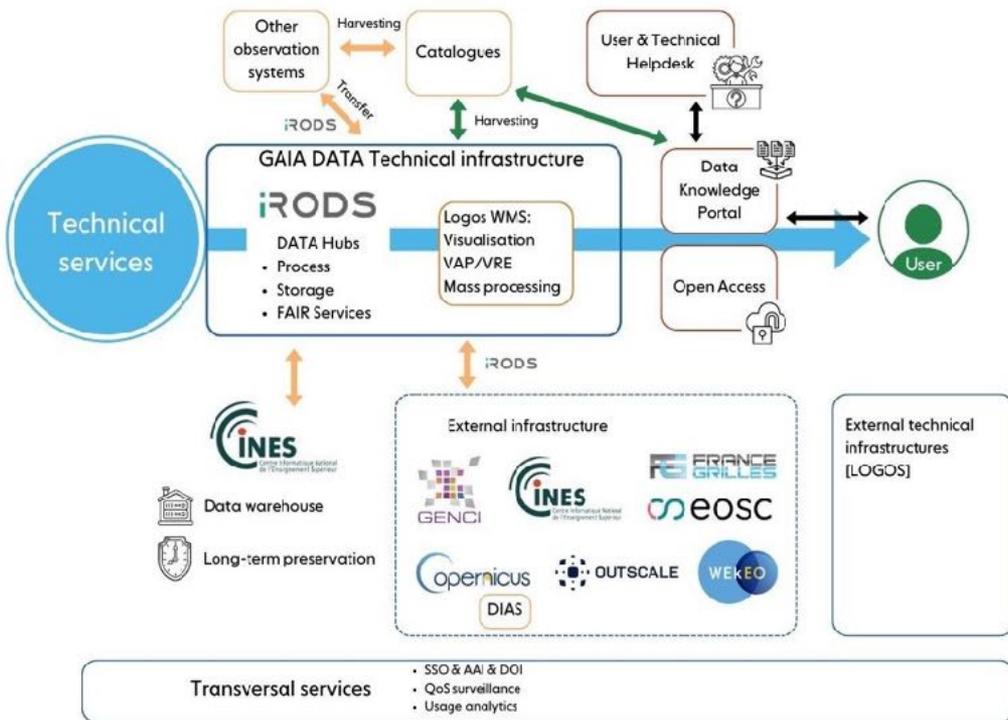
L'ampleur de la sécheresse rendue visible par les satellites

notre hétérogénéité est notre richesse!

8 CENTRES de CALCUL déjà SPECIALISÉS



8 sites principaux
30 sites existants



INFRASTRUCTURE GAIA DATA

Grille de données et de services : 8 principaux centres en réseau



Projets Equipex+ ou PIA4 infra

- FITS
- MesoNet
- Clusster

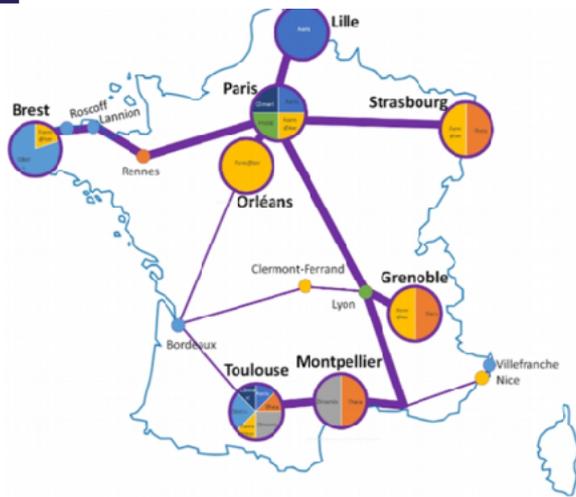
Projets Equipex+ ou PEPR thématiques

- Obs4Clim
- TerraForma
- Marmor
- OneWater

Projets H2020 – Horizon Europe

- IS-ENES
- PHIDIAS
- EOSC-Pillar
- FAIR EASE
- FAIR IMPACT

Projets CPER en région



CDS GAIA data

- CDS ossatures multipôles
- Autres CDS

Réseau Renater/GAIA data

- Principal
- Secondaire

ITS impliquées dans GAIA data

- PNDB
- Climeri
- Aeris
- Thelia
- Odatis
- Form@ter
- Dinamis

Data Terra



- Mise en place d'un réseau dédié haut-débit et sécurisé
- Déploiement d'une grille de données (système iRODS AC) / S3 pour permettre un accès distant aux données et le transfert rapide et automatique de grands ensembles de données d'un centre vers un autre
- Interopérabilité des traitements entre les 8 centres de Gaia Data, avec les centres HPC en France et avec les clouds commerciaux (GAIA-X - DIAS)



Portails pluridisciplinaires

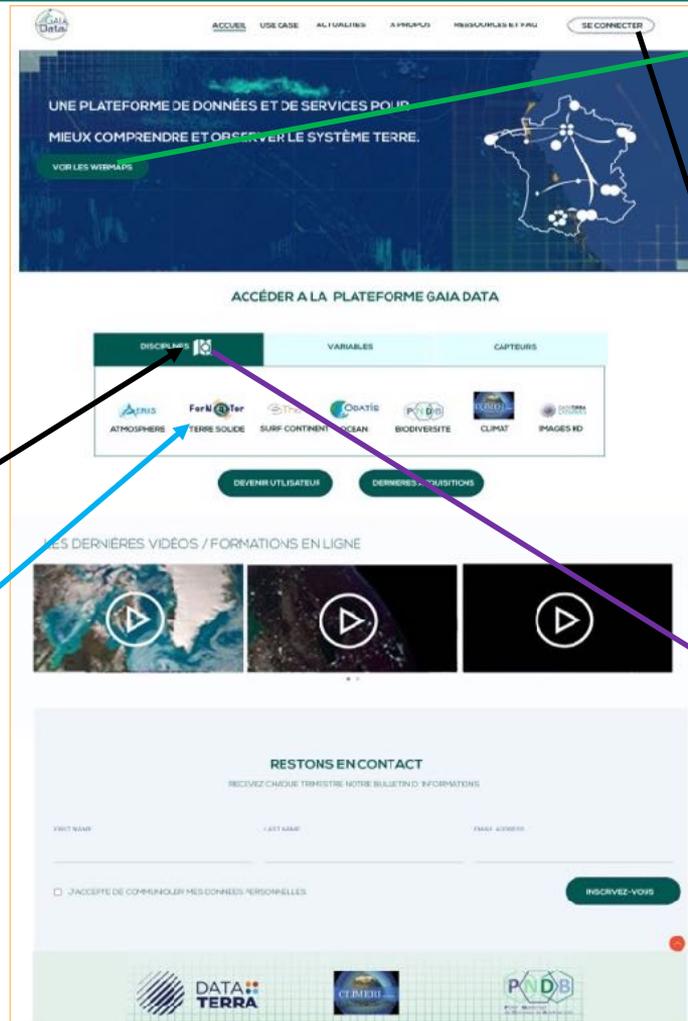
Accès unique aux données

Multiples domaines

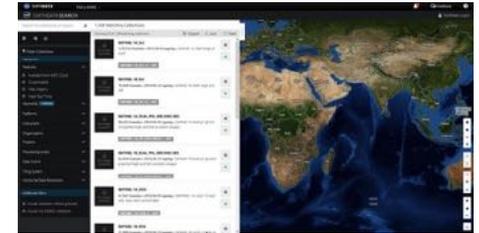
Services à la demande

vocabulaires et ontologies pour sélectionner les jeux de données

Portails thématiques, pôles, domaines ou projets



Visualisation (WebMap)
Accéder / explorer l'ensemble des données disponibles

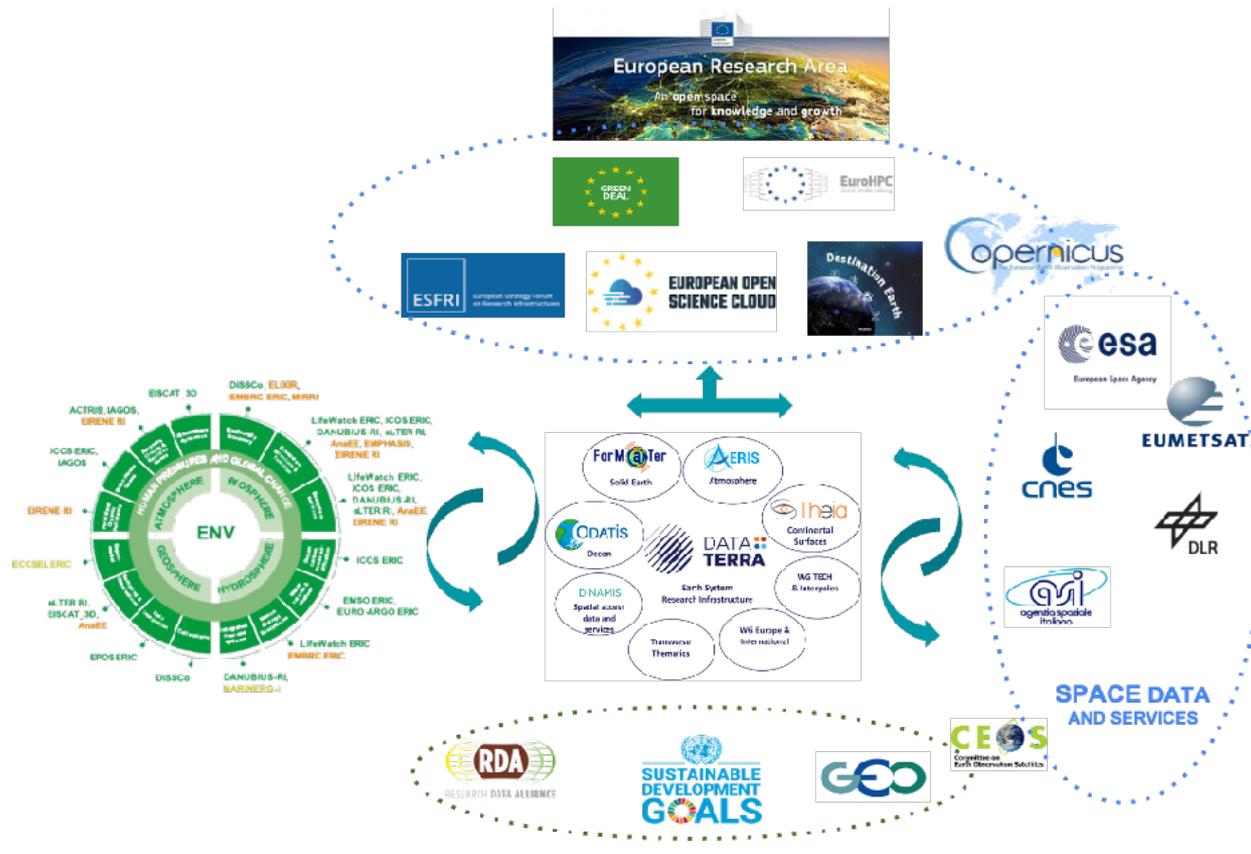


« WebMap utilisateur »
Afficher un ensemble de jeux de données défini et configuré par l'utilisateur

Entrée par un domaine (ex. : Océan) :
Pointeur vers page thème « Océan »
=> Informations sur les missions spatiales et données associées

- WebMap ne présentant que les données relatives à l'Océan
- Ensemble de services liés à l'Océan

European positioning



European projects



EARTH SCIENCE

MARINE

EMODNet, SEADATANET,
BLUE CLOUD,
MARINE COPERNICUS

SURFACES CONTINENTALES

Copernicus Land, Climat C3S

ATMOSPHERE

Copernicus CAMS

...

TRANSVERSAL SERVICES

DATA GOVERNANCE

ENVRI-FAIR, FAIR EASE, EOSC Pillar,
FAIR Impact

HIGH PERFORMANCE CALCULATION

PHIDIAS, EURO-HPC

OPERATIONAL SERVICES

Copernicus Service C3S, CAMS, Land,
Marine

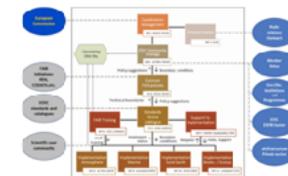


Figure 5. Work package structure and work flow of EOSC-FAIR.





DATATERRA



contact@data-terra.org

+33 (0)4 67 54 87 08

www.data-terra.org