



TERRA FORMA – 2021-2029 EQUIPEX + (PIA3)

Une plateforme d'observation dédiée aux enjeux de recherche située sur les territoires



Rencontres Chercheurs-Gestionnaires 2024

Jeudi 21 novembre 2024

20.06.24

Des réseaux de capteurs innovants pour comprendre l'habitabilité de notre planète

Contexte

- Aborder les défis de l'anthropocène en soutenant les observatoires dans leur volonté de répondre à des questions de recherche systémique
- Proposer des **outils génériques nationaux** pour harmoniser les approches
- Développer des démarches de **sciences participatives** autour des questions environnementales
- **Mettre en oeuvre des services** pour répondre à la fois à des questions scientifiques fondamentales et aux demandes des gestionnaires



Des réseaux de capteurs innovants pour comprendre l'habitabilité de notre planète

Approche technique

Une plateforme d'observation « multi-messenger » pour les territoires

- 1) Augmenter les fonctionnalités des capteurs environnementaux tout en restant sur des couts bas;
- 2) Orchestrer des réseaux de capteurs hétérogènes adaptables et évolutifs
- 3) Accompagner l'instrumentation d'une infrastructure sociale pour l'appropriation large des capteurs et données (open science & FAIRisation)

Défis techniques

Capteurs in-situ et mobile

Basse consommation

Intelligence embarquée -> information pertinente

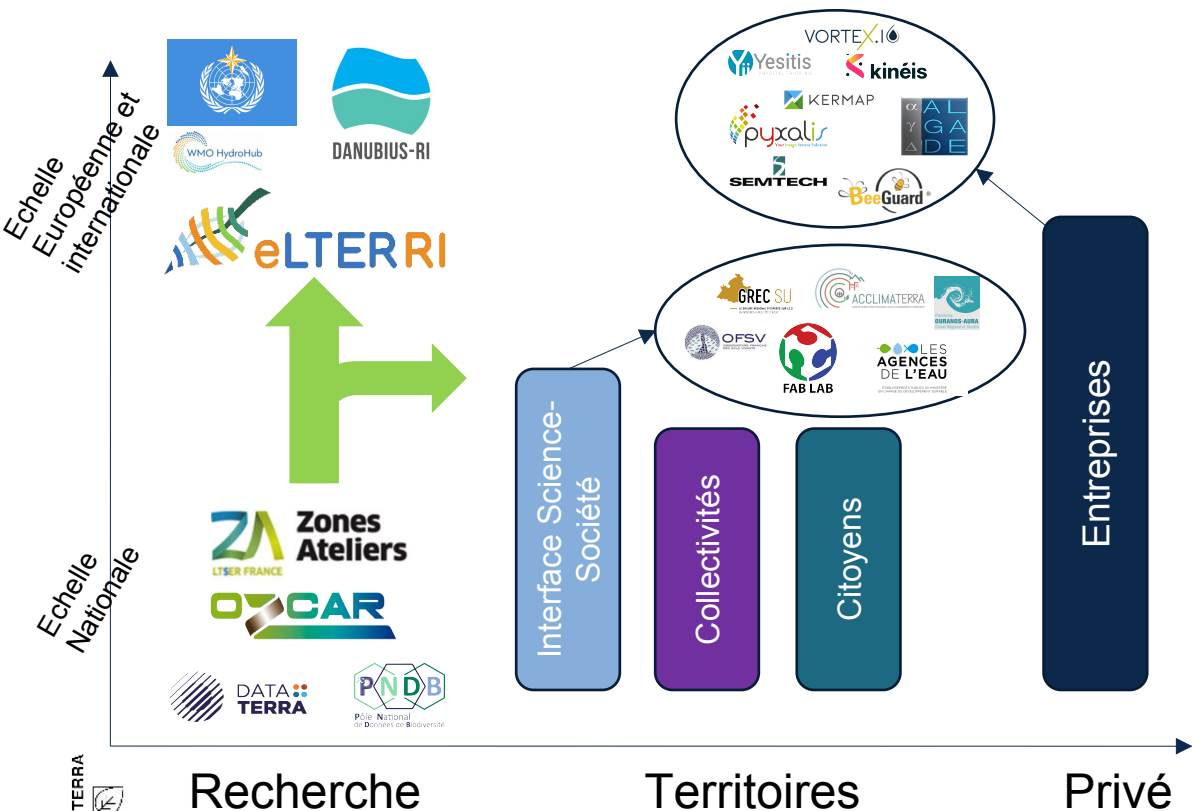
Miniaturisation

Bas cout (facteur 10), faible impact, low tech

Socialement appropriés

Définir la portée des nouvelles technologies pour les enjeux de transition socio- écologiques, alimenter les démarches low-tech

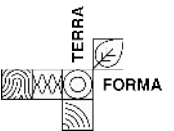
TERRA FORMA, Un projet structurant et fédérateur



19 part.
dont 3 organismes de recherche,
15 universités et 1 entreprise

~160
45 labos Collaborateurs
78 ETP « thématiques »
60 ETP « technologiques » et « sociales »
8 instituts du CNRS sur les 10

9.5 M€
cout complet 39.5 M€



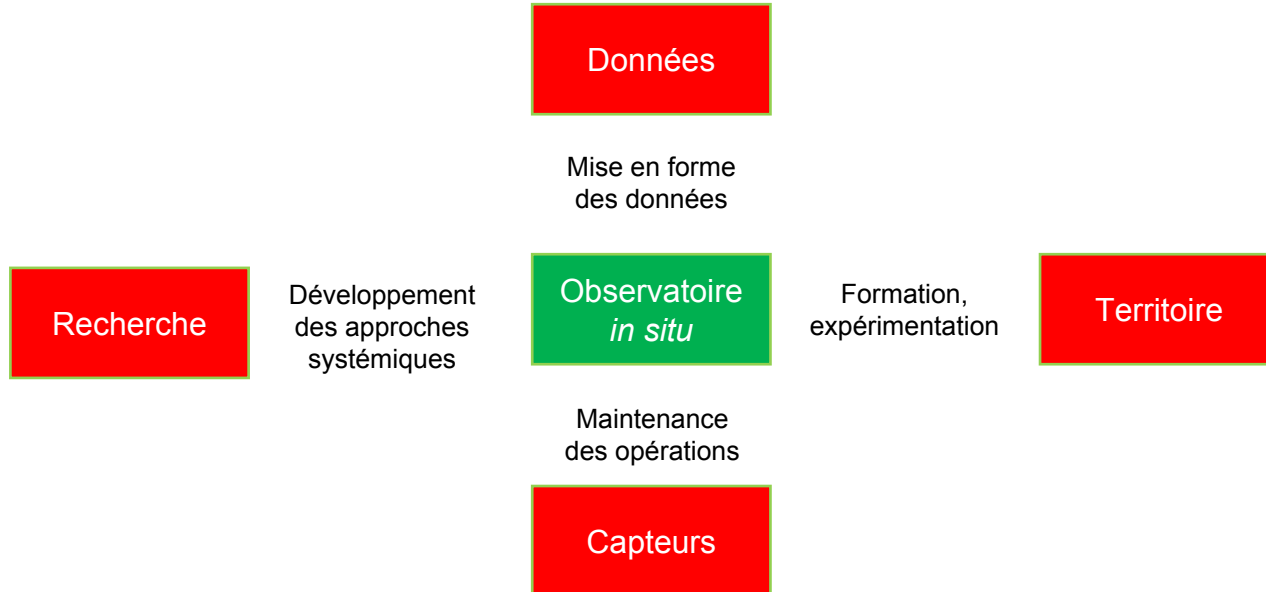
Plateforme d'observation de l'anthropocène

Une solution nationale pour augmenter les observatoires :

- Portée des solutions technologiques ?
- Harmonisation des pratiques ?
- Développement d'une nouvelle communauté ?
- Cohérence avec l'existant ?

Outil stratégique de la recherche

- Cas particulier documenté d'où émerge la généralité
- Sentinelle des transformations socio-environnementales
- Antichambre d'expérimentations novatrices
- Lieu de construction de connaissances situées



Données

Mise en forme
des données

Observatoire
in situ

Maintenance
des opérations

Capteurs

Recherche

Développement
des approches
systémiques

Formation,
expérimentation

Territoire

Offre de services de la plateforme d'observation TERRA FORMA

INSTRUMENTATION – conception & duplication

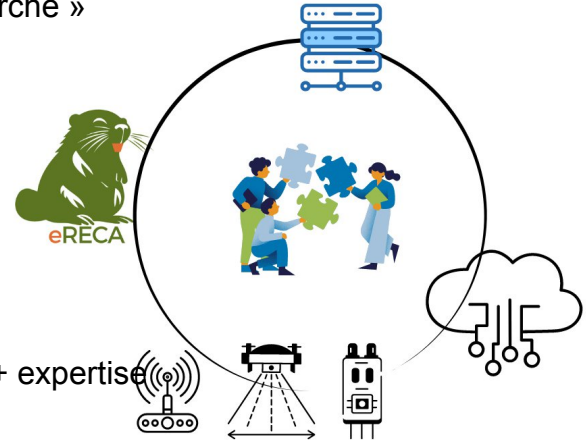
- ✓ Ressourcerie eRECA : Bibliothèque de solutions techniques
- ✓ Procédure de duplication de petites séries pour un public cible « la recherche »

FLUX DE DONNEES – transmission & gestion

- ✓ Serveur LNS : « eduroam » des observatoires
- ✓ Cloud TF : Gestion et enrichissement des données chaudes

EXPERIMENTATION – instruments & partenaires

- ✓ Parc instrumental RIPOSTE : parc hétérogène, mise à disposition outils + expertise
- ✓ Centre de ressources : Développer les métrologies citoyennes



Plateforme d'observation de l'anthropocène

Une solution nationale pour augmenter les observatoires :

Portée des solutions technologiques ?

Harmonisation des pratiques ?

Développement d'une nouvelle communauté ?

Cohérence avec l'existant ?

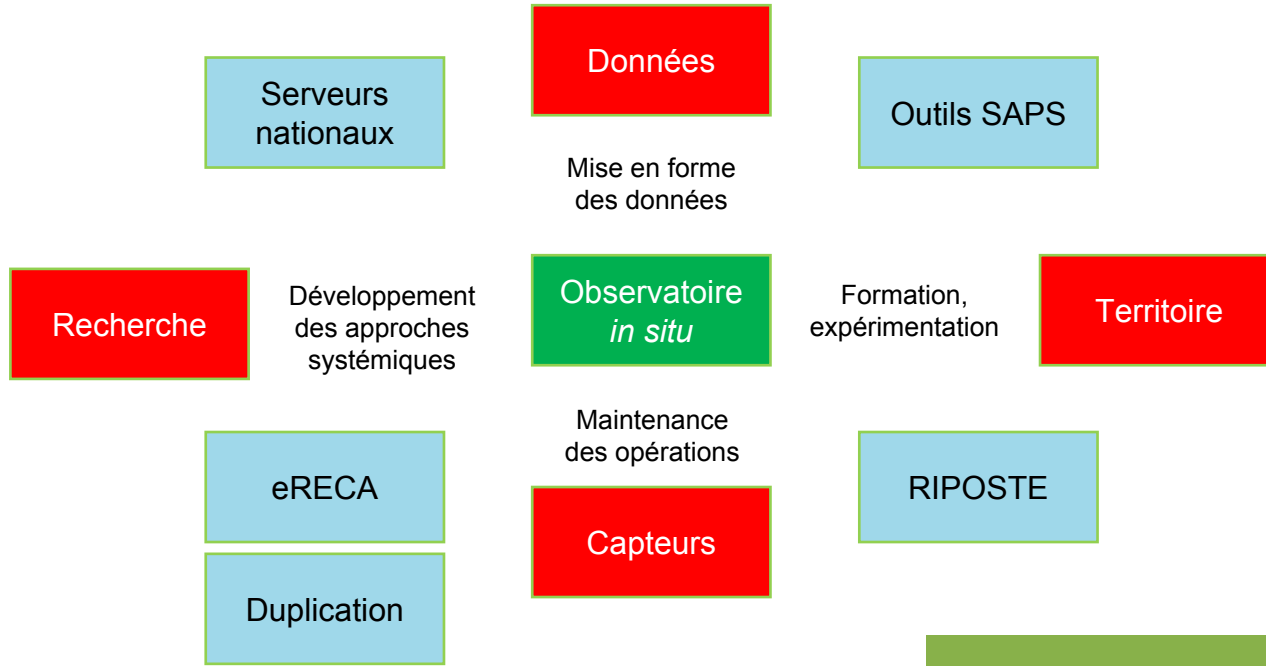
Outil stratégique de la recherche

Cas particulier documenté d'où émerge la généralité

Sentinelle des transformations socio-environnementales

Antichambre d'expérimentations novatrices

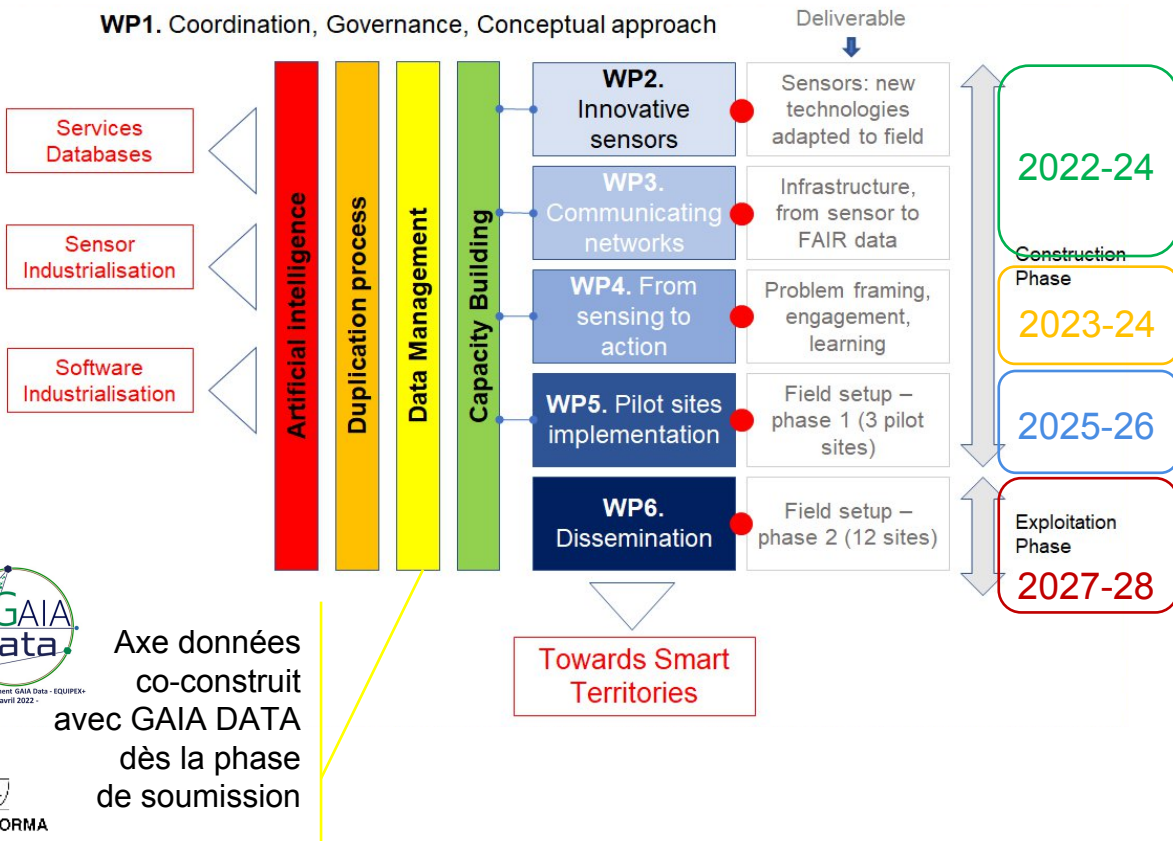
Lieu de construction de connaissances situées



Structuration du projet



Durée du projet
05/2021 → 04/2029

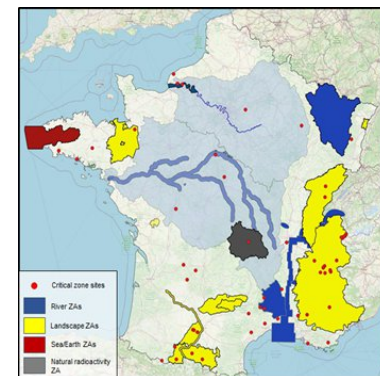


Deux phases

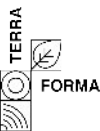
6 WP / 4 AT

20aine de produits de recherches (WP2)

=> 13 observatoires



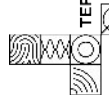
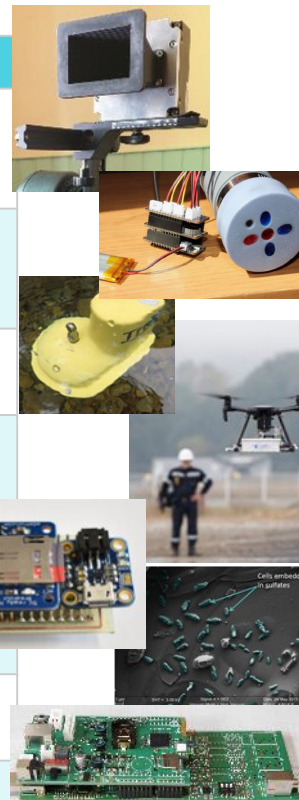
Axe données co-construit avec GAIA DATA dès la phase de soumission



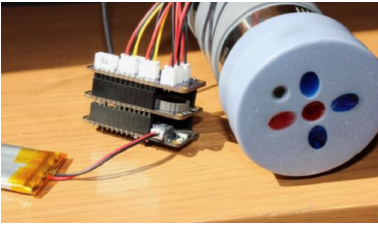
TERRA FORMA, WP2 – capteurs innovants

Adaptation des démarches qualité « gros projets »
Accompagnement d'un qualitatif dans les développements

Core development		Livrables et nouvelles opportunités
WP2.1	Caméra hyperspectrale TRL 4 -> 6 15 k€	haute résolution spectrale + IA , Etat des systèmes intégratifs (végétation, rivières), De la diversité fonctionnelle au fonctionnement des écosystèmes
WP2.2	Sonde multiparamètres TRL 4 -> 7 1 k€	Flux de matière: débit, Chl-a turbidité, O2, pH, CO2, Nitrate, matière organique dissoute. Bassins de tête et variabilité
WP2.3	Métabolisme des rivières TRL 6 -> 8 2 k€	Isotopes du carbone in situ , gaz dissous inertes et réactifs, origine du carbone inorganique dissous
WP2.4	Bioaccumulation des contaminants TRL 5 -> 8 9 k€	Intégrateurs rapides et contrôlés large spectre pour métaux trace, pesticides, résidus, contaminants émergents ... + radon
WP2.5	Cartographie gaz à effet de serre TRL 6 -> 8 20 k€	Cartographie haute résolution des flux de CO2, CH4, H2O embarqué sous drone.
WP2.6	Biologging TRL 4 -> 7 1 k€	Colliers GPS/accéléromètre, capteurs miniatures, de la position au comportement
WP2.7	Capteurs biogéochimiques TRL 6 -> 8 20 k€	Biosampler, lab on a chip, suivi de l'activité microbologique , spatialisation par hydrogéophysique.
WP2.8	Pièges audio-video TRL 6 -> 8 2 k€	AI embarquée + ultra low power Identification automatique
WP5.x	Capteurs en réseau	Humidité des sols + e-cagging



WP2 - Des innovations au cœur de l'interdisciplinarité



Point de départ : fluorimètre pour la mesure de chlorophylle-a

Impression 3D, système de communication LoRa, résolution Chl.-a : 0,1 µg/L.

Open source / Coût : 50 €



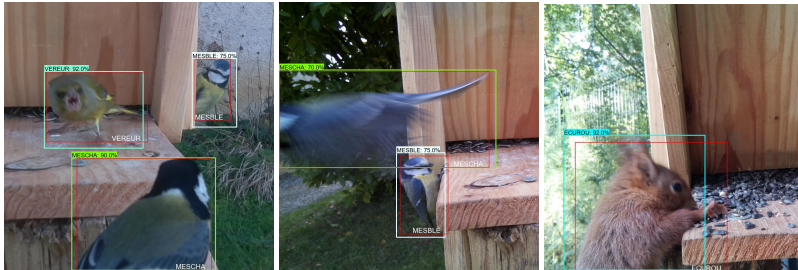
Développement sonde multiparamètre TERRA FORMA

Débit, température, conductivité, PAR, turbidité, Chl-a, O₂, pH, CO₂,

Open source / Coût : 300€



© Vincent Raimbault, LAAS, Toulouse



© Maxime Cauchoix, LEFE-SETE-IRIT, Toulouse

Pièges audio-vidéo

- Apporter l'intelligence au plus proche du capteur
- Automatiser les opérations répétitives
- Diminuer les latences sur l'analyse des données

Précision : **87,5 %**

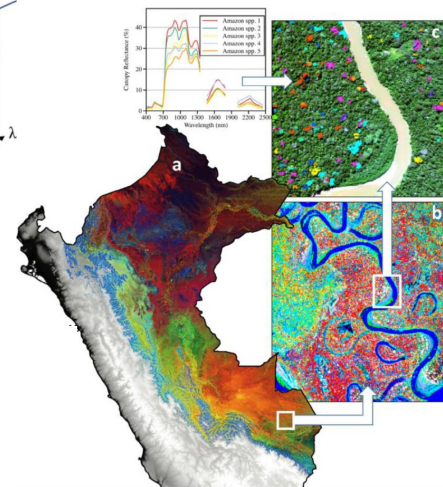
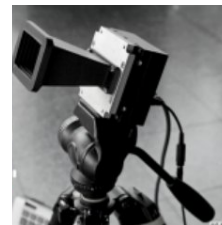
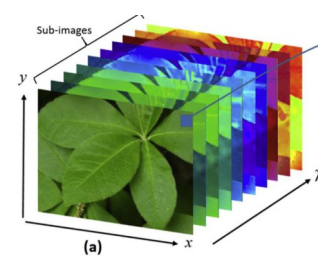
WP2 – Des innovations au cœur de l'interdisciplinarité

Rassembler des expertises nationales en instrumentation, détourner des capteurs existants

Capteur hyperspectral positionné dans une « niche » suivi temporel, limitation du spectre à 40 longueurs d'ondes

Sous licence / Coût : 25 000€

- Miniaturisation (caméra <1 kg)
- Soft de pilotage pour utilisateurs non instrumentalistes
- Enjeux sur biodiversité fonctionnelle, suivi des couverts, flux MES



Sonde de teneur en eau

Open Source / Coût : 1000€

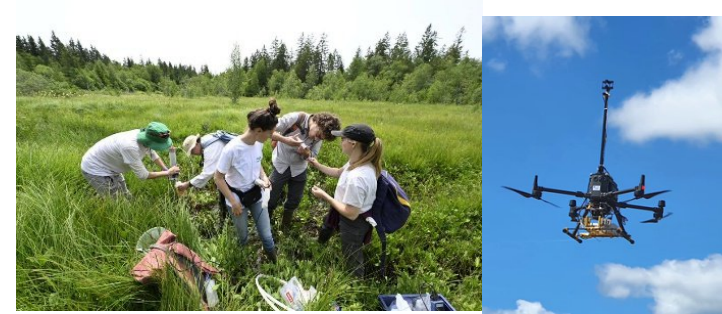
- Pensé en réseau, multi-profondeur
- Objectif de qualité de la donnée, séparation conductivité – teneur en eau



WP2 – Des innovations au cœur de l'interdisciplinarité

Expérimentation de Frasne : Juin 2023 / 15 laboratoires

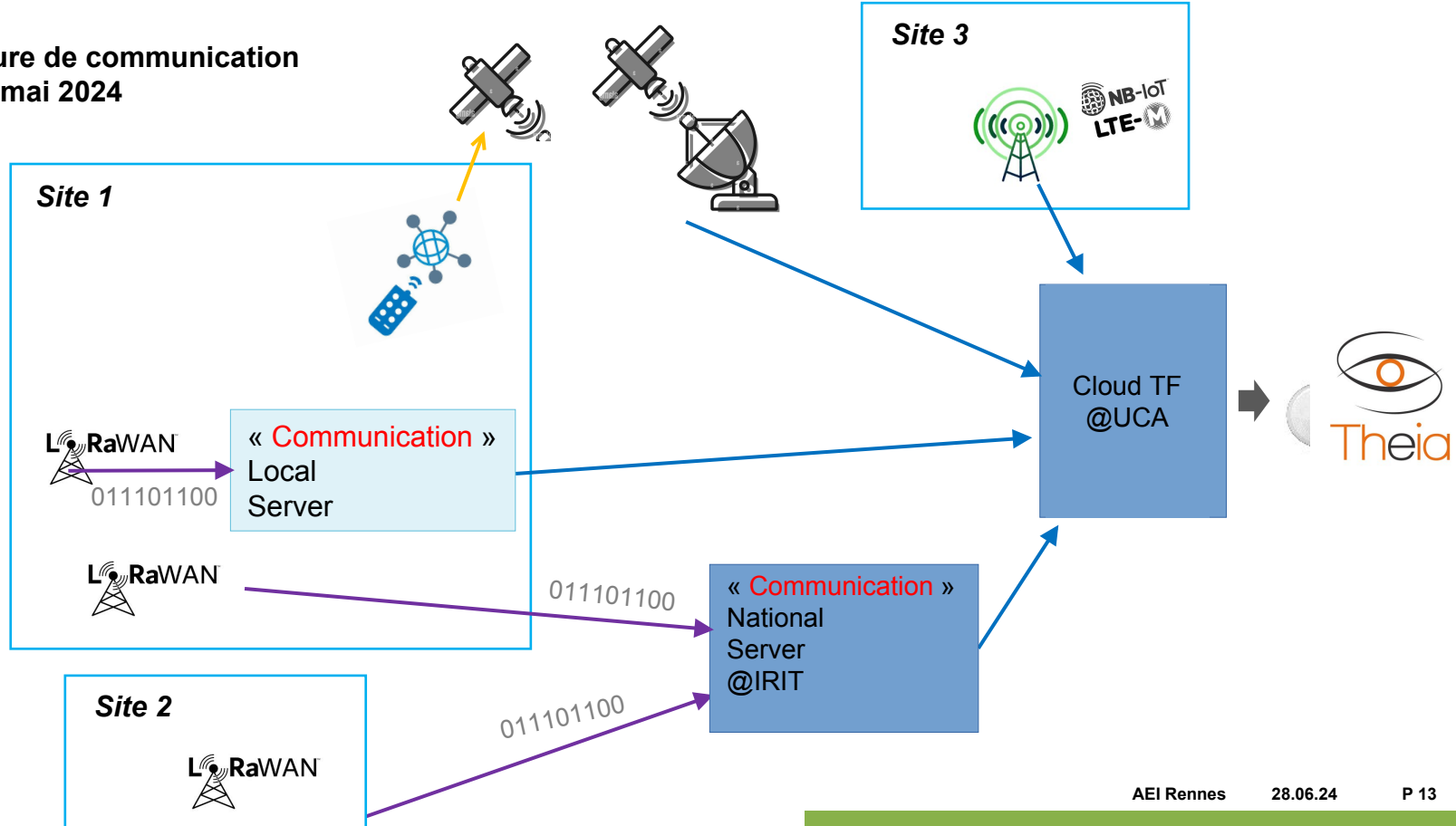
- Test des capteurs TF pour l'étude des flux et des concentrations de CO₂/CH₄ (eaux souterraines, interface sol-atmosphère)
 - Cartographie haute résolution des concentration en GES liés à la Tourbière (WP2.5)
 - Gaz dissous dans l'eau (WP2.3)
 - Echantillonnages pour définition de la sonde MOD (WP2.2b)
- Apport aux questions scientifiques associées à la variabilité spatiale des flux de CO₂ / CH₄ :
 - Bilan et flux, production, transfert, flux vers l'atmosphère
 - Voies métaboliques en jeu dans la méthanogènesetrophie



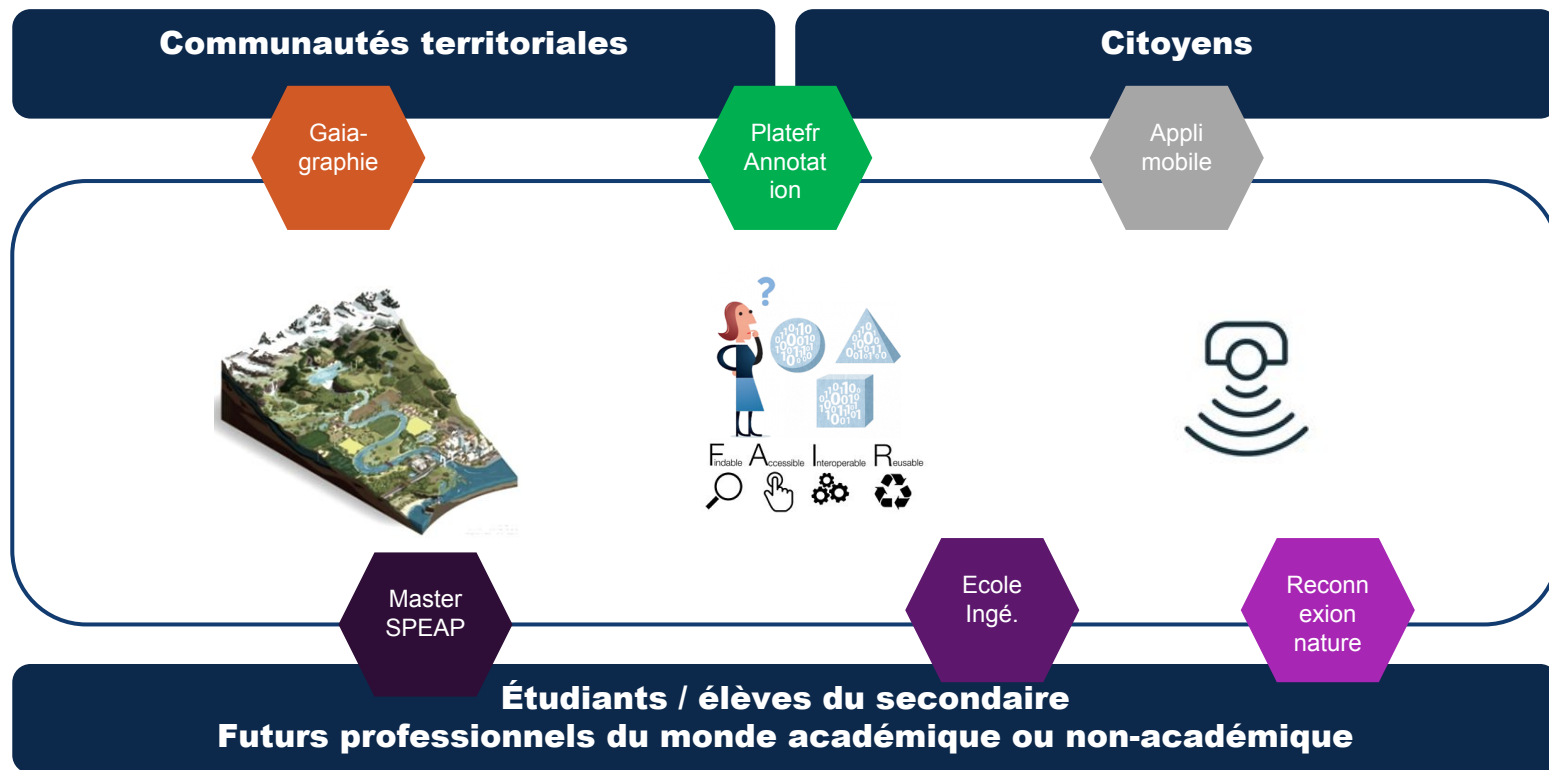
WP3 - Du capteur aux serveurs de données

- Données brutes
- Données « décodées »

Architecture de communication testée fin mai 2024



WP4 - Du capteur à l'action



WP4 - Du capteur à l'action

Recherche et Sciences participatives TF

Intensité collaborative/participative (degré d'engagement, de co-construction)

Communautés territoriales TF

GaiaGraphie

Speap / Art & Science

Design interfaces – services - portail collaboratif

Projets Tutorés

Tiers-Lieux Fablabs

Observatoires

Projet Reconnexion

Base de données expertes TF

Prototypage capteurs, réplication

Métrologie participative (collecte de données)

Annotations (enrichissement)

Base de données ouvertes TF

Ressourcerie (instruments) v1

Ressourcerie (instruments) v2

Webinaires TF

COMOP

Rencontres TF >=2024

Degré d'ouverture aux « non experts »

Scientifiques TF

Experts-techniciens

Institutions / Agences

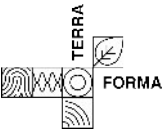
Enseignement

Professionnels (ex. agriculteurs , pêcheurs)

Associations (environnementales, médiations des sciences...)

Habitants des territoires

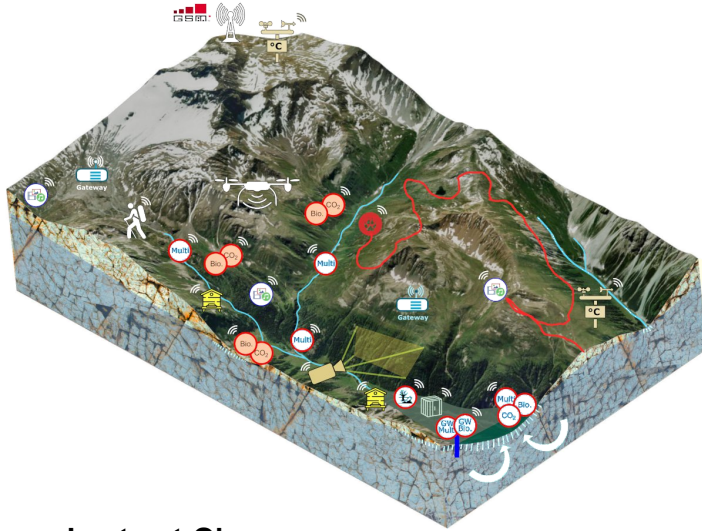
Société



Projets/Objets WP4
Actions de recherche participative SAPS

Instance d'échanges/partage
Outils / Ressources TF

WP5-6 – 13 observatoires de l'anthropocène



Deux étapes :

- ✓ Co-déploiement sur **3 sites pilotes**
- ✓ Implémentation sur **10 sites supplémentaires (AMI)**

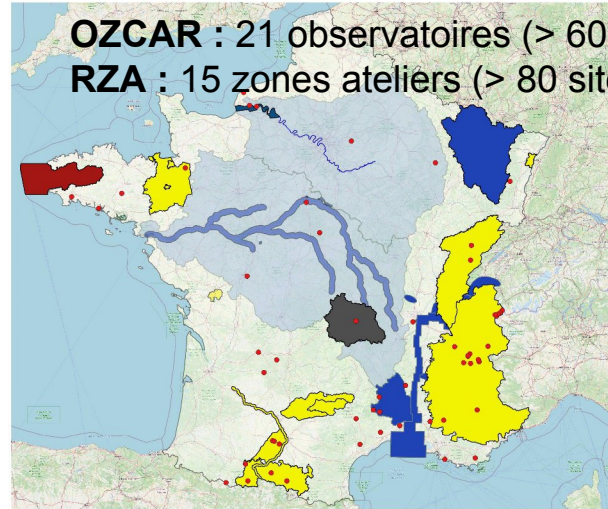
Lautaret-Oisans



Auradé



Guidel-Ploemeur



OZCAR : 21 observatoires (> 60 sites instrumentés)

RZA : 15 zones ateliers (> 80 sites instrumentés)

Pour suivre nos actus

TERRA FORMA Equipex+
Concevoir et tester les observatoires de l'anthropocène

PRÉSENTATION LA RECHERCHE RÉSULTATS SERVICES PARTENARIATS VIE DU PROJET

Le rapport annuel 2023 vient de paraître

RAPPORT ANNUEL 2023

Accéder à l'agenda

TERRA FORMA : déployer un réseau dense de capteurs répondre aux défis environnementaux

Piloté par le CNRS, le projet TERRA FORMA vise à concevoir et déployer, sur des territoires témoins, un réseau dense de capteurs environnementaux open pour mieux comprendre les changements environnementaux en cours et s'y adapter. Le projet a été officiellement lancé le 24 janvier 2022.

terra-forma.cnrs.fr
Articles, Rapports annuels...

Trouvez les vidéos par sujets, intervenants, ...

Nos dernières publications Intervenants et intervenantes

Nos dernières publications

ALIMENTATION ÉLECTRIQUE DE CAPTEURS AUTONOMES : AVEC OU SANS BATTERIE
Conférence
01:02:57
Vincent Boitier

KICK-OFF MEETING DU PROJET TERRA FORMA
Conférence
00:21:15
LONGUEVERGNE Laurent

<https://www.canal-u.tv/chaines/terra-forma>
Webinaires, Capsules vidéo

Recherche

TERRA FORMA Equipex +

178 abonnés

+ Créer

Voir en tant que membre

Fil d'actualité

Activité 7

[linkedin.com](https://www.linkedin.com/company/terra-forma)

18.11.
24

Laboratoires impliqués : CARRTEL, CEBC, CEFE, Centre de Géosciences, CERFE, CESBIO, Chrono-environnement, CRAL, CReSTIC, DT-INSU, Dynafor, ECOBIO, ECOLAB, EVS, GET, GR, GSMA, HABITER UR, IGE, IM2NP, IPAG, IPGP, IRISA, IRIT, ISM, ISTO, LAAS, LCA, LECA, LEMAR, LHYGES, LIG, LIRMM, LMGE, LPC, LRGP, LIS, RiverLy, SAS, Subatech.

Tutelles et partenaires non académiques : **CNRS** : INSU, INEE, INSIS, IN2P3, INP, INS2I, INSHS, INSB. **Autres organismes de recherche** : IRD, INRAE, IPGP. **Ecole d'ingénieur** : Mines ParisTech. **Universités** : Grenoble, Savoie-Mont-Blanc, Toulouse, Rennes, Clermont-Auvergne, Montpellier, Reims, Toulon, Franche Comté, Orléans, Strasbourg, Aix Marseille. **EPIC** : INERIS. **PME** : Extralab

Soutiens: CNES, OFB, BRGM, Agence de l'eau Loire Bretagne, Réseau RECOTOX, l'observatoire du sol vivant, Institut Carnot Eau&Environnement, Groupes Régionaux des experts du climat, Régions, Office régionales de la biodiversité, Fondation François Sommer

Remerciement aux autrices du livre TERRA FORMA qui nous ont laissé l'emprunt de leur titre.

Contact(s): terra-forma@services.cnrs.fr

<https://terra-forma.cnrs.fr/>

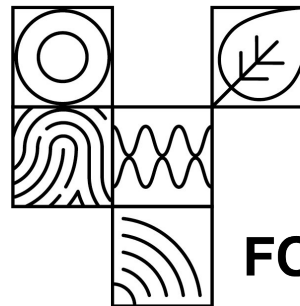
<https://www.canal-u.tv/chaines/terra-forma>

anr[®]
agence nationale
de la recherche



ANR-21-ESRE-0014

TERRA



FORMA

