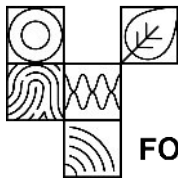


TERRA



FORMA

COMité OPérationnel (COMOP) – Réunion de lancement

anr [©]
agence nationale
de la recherche
AU SERVICE DE LA SCIENCE



Jeudi 28 Septembre 2023

Laurent Longuevergne (PI) laurent.longuevergne@univ-rennes.fr ;
Virginie Girard (CP) virginie.girard@univ-grenoble-alpes.fr ;
Maryse Carmes (resp. WP4) maryse.carmes@lecnam.net



28.09.23

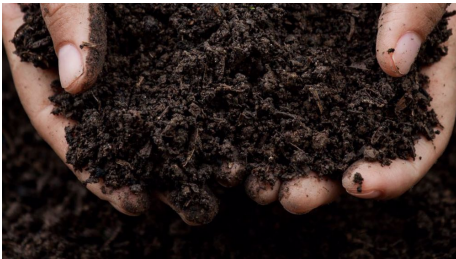


Introduction

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

Défis scientifiques

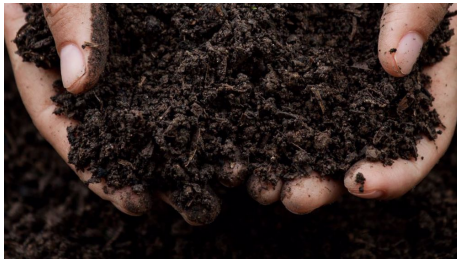
Etudier les interactions biotiques-abiotiques, humaines-non-humaines



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

Défis scientifiques

Etudier les interactions biotiques-abiotiques, humaines-non-humaines



Approche technique

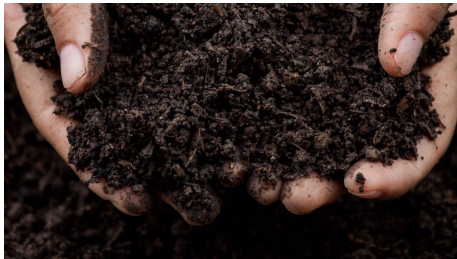
Une plateforme d'observation « multi-messenger » pour les territoires

- 1) des capteurs intelligents
- 2) des réseaux de capteurs
- 3) une infrastructure sociale

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

Défis scientifiques

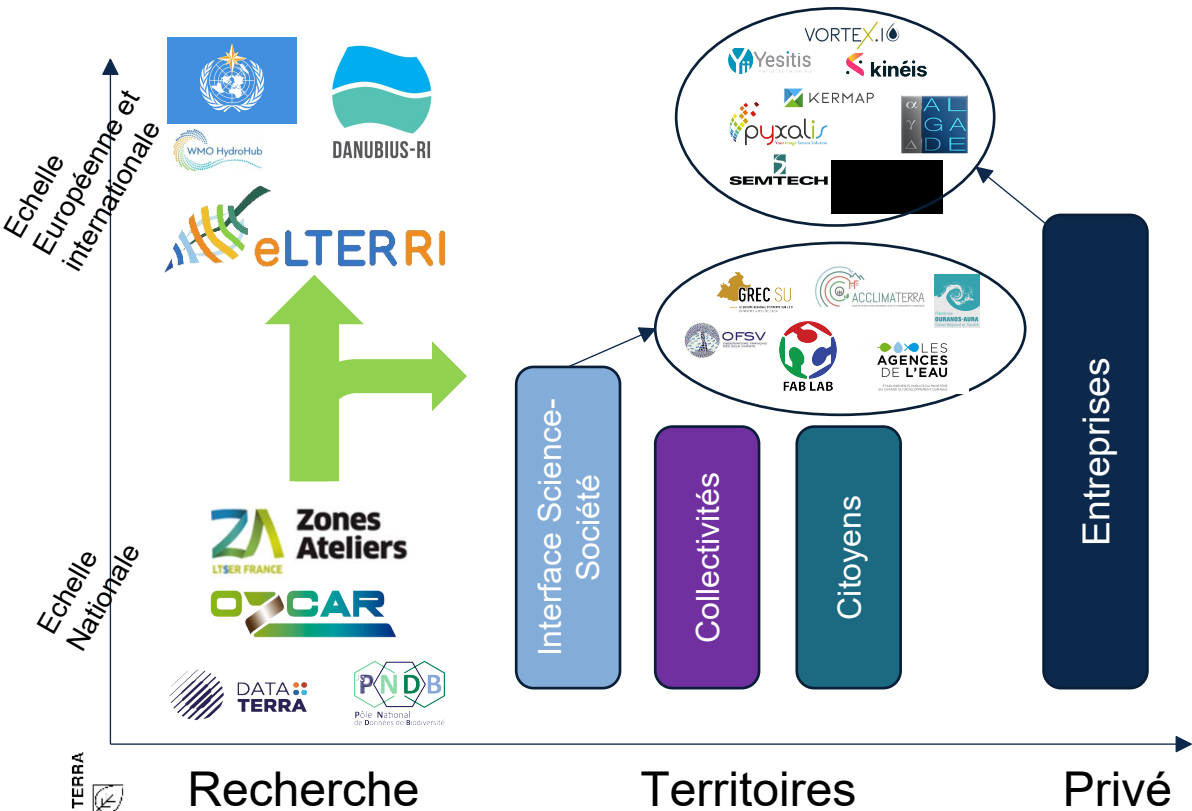
Etudier les interactions biotiques-abiotiques, humaines-non-humaines



Contribuer à l'action en transférant les outils et les données aux acteurs des territoires



TERRA FORMA, Un projet structurant et fédérateur



19 part.

dont 3 organismes de recherche,
15 universités et 1 entreprise

~160

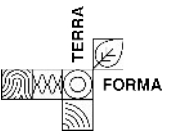
45 labos

Collaborateurs

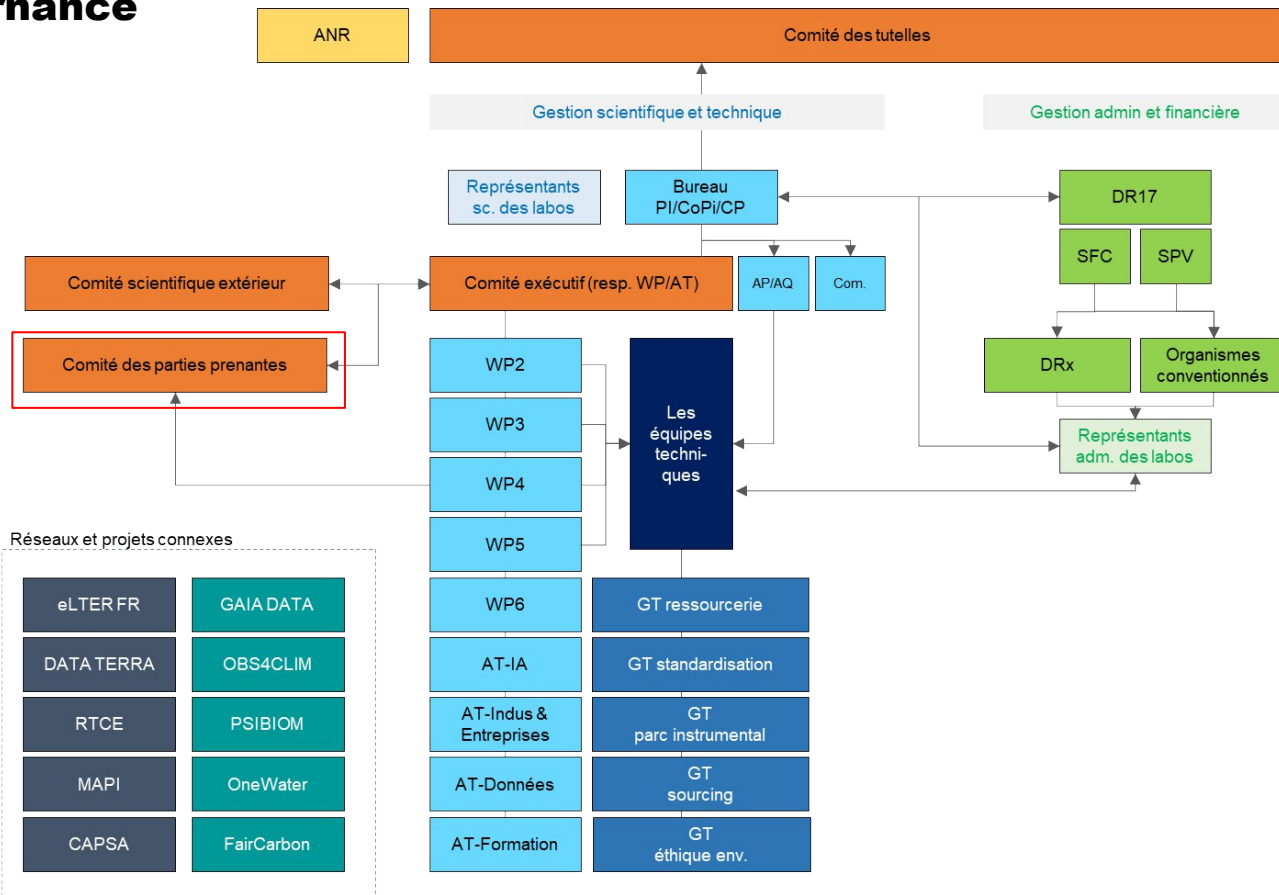
78 ETP « thématiques »
60 ETP « technologiques » et « sociales »

39.5 M€

dont une aide ANR de 9,6M€



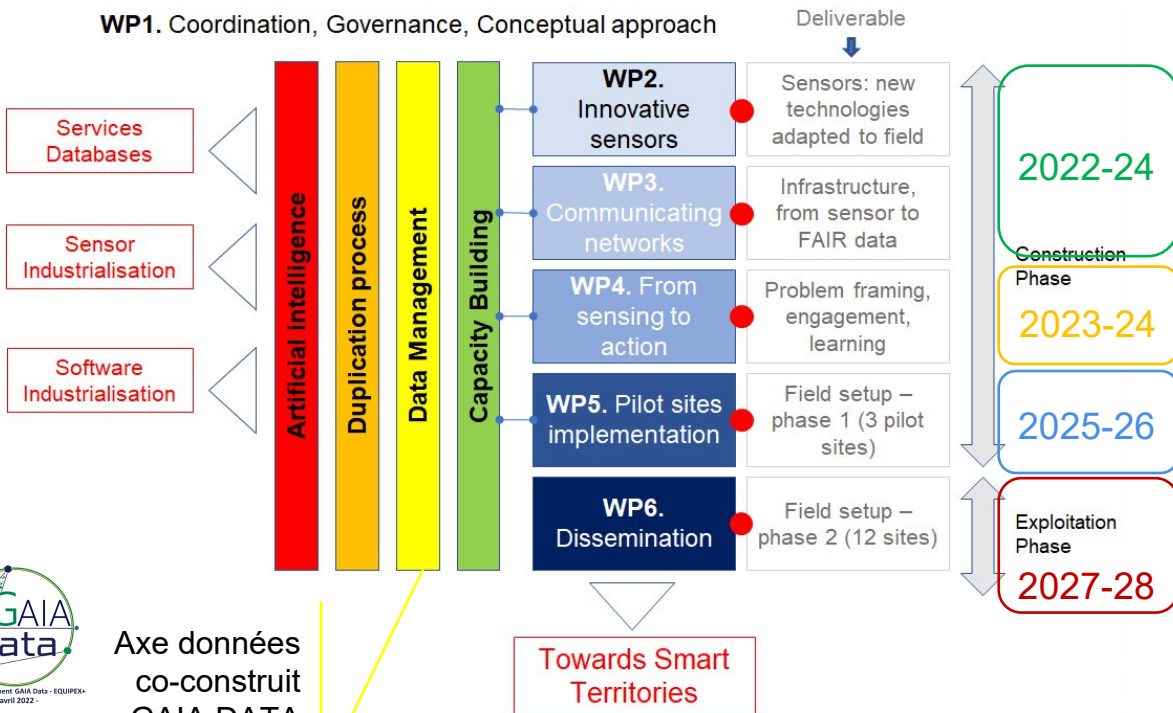
Gouvernance



Structuration du projet



Durée du projet
05/2021 → 04/2029

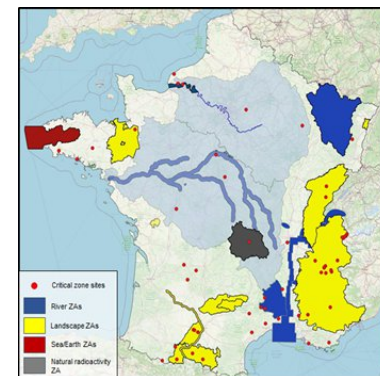


Deux phases

6 WP / 4 AT

20aine de produits de recherches (WP2)

=> 13 observatoires



Journée de lancement GAIA Data - EQUIPEX - 12 avril 2022

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



Le COMOP, c'est quoi ?

**Une structure de gouvernance consultative
pour traiter des enjeux d'appropriation et
de territorialisation**

Objectifs de la réunion

Remettre en contexte le COMOP

**Présenter l'état d'avancement du projet
depuis sa soumission**

**Définir nos modalités d'échanges tout au
long du projet**

Ordre du jour

- 09:00** → 09:10 **Introduction** ⌚ 10m 
- Objectifs du COMOP (comité des parties prenantes), instance de consultation et de dialogue avec des parties prenantes et partenaires externes à TF.
- 09:10** → 10:00 **Participants au COMOP** ⌚ 50m 
1. Tour de table (5min/pers. : Nom, Fct, Organisme, Localisation géo, Besoins/Attentes vis à vis de TF)
 2. Synthèse besoins/attentes
- 10:00** → 10:20 **Rappels sur le projet TERRA FORMA et état d'avancement** ⌚ 20m 
- Défis scientifiques, technologiques et socio-environnementaux,
 - Organisation, WP, planification,
 - Etat d'avancement depuis 2022 + projets à venir 2024/25
- Temps pour les questions
- 10:20** → 10:40 **Pause** ⌚ 20m
- 10:40** → 11:00 **Illustrations de cas d'usages de capteurs TF in-situ** ⌚ 20m 
- Pré-concentrateur de contaminants dans les rivières (TRACESENS/THOE)
 - Expérimentation de Frasne : mesure et bilan de GES
 - Capteurs connectés (ECONNECT)
- Temps pour les questions sur les technologies TF et les domaines d'application
- 11:00** → 11:50 **Le COMOP en pratique** ⌚ 50m 
- Document cadre : amendement des propositions
- 11:50** → 12:00 **Conclusion & Perspectives** ⌚ 10m 

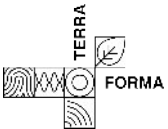


Les membres du COMOP

Présentation des partenaires

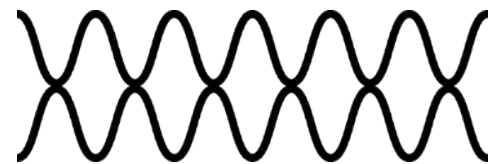
Nom, Fonction, Organisme, Localisation géographique

**Souhaits/Attentes vis-à-vis de TERRA
FORMA à travers le COMOP**





Scientific American, December 9, 2020



Présentation du projet TF

Rappels & état d'avancement

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

Défis techniques

Capteurs in-situ et mobile

Basse consommation énergétique

Intelligence embarquée

Miniaturisation

Bas coût, faible impact

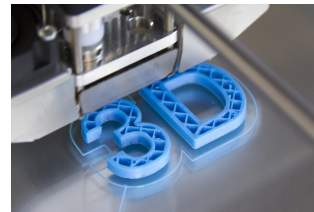
Socialement appropriés

Nouvelles technologies

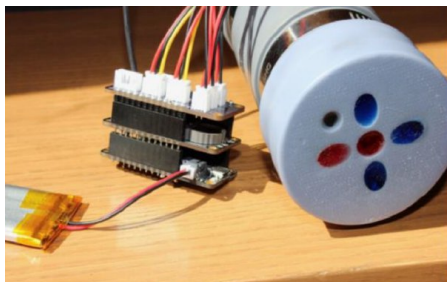
optique, internet des objets, impression 3D, intelligence artificielle.

Nouveau paradigme

Intelligence collective



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 €

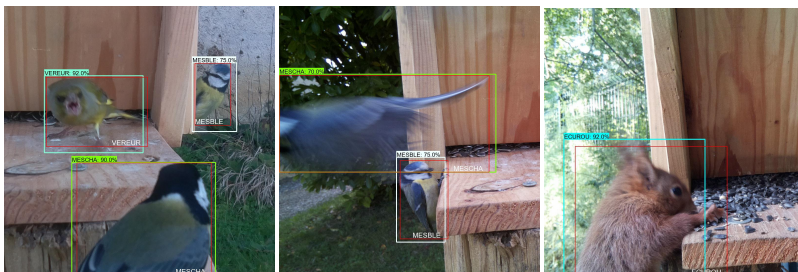


Développement sonde multiparamètre
TERRA FORMA

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

Open source / Coût : 500-2000 €

© 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

Précision : 87,5 %

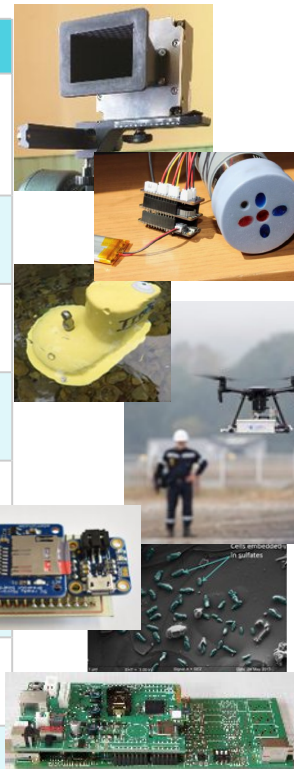
TERRA



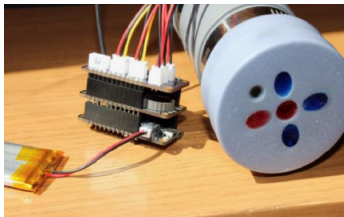
FORMA

WP2 - Des innovations au cœur de l'interdisciplinarité

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



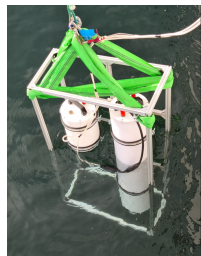
WP2 - Des innovations au cœur de l'interdisciplinarité



Sonde flux de matière bas coût : débit, Chl-a, turbidité, O₂, pH, CO₂, nitrates, matière organique dissoute. **Têtes de bassins et variabilité spatiale.**



Intégrateur rapide et contrôlé large spectre pour métaux traces, résidus de pesticides, contaminants émergents ...



Isotopes du carbone *in situ*, gaz dissous inertes et réactifs, **origine du carbone dissous.**



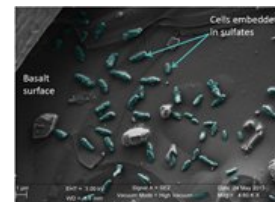
Cartographie haute résolution des flux de CO₂, CH₄, H₂O embarqué sous drone.



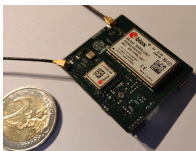
Caméra hyperspectrale haute résolution avec IA. Fonctionnement des écosystèmes.



Piège audio/vidéo, IA embarquée avec identification en ligne.

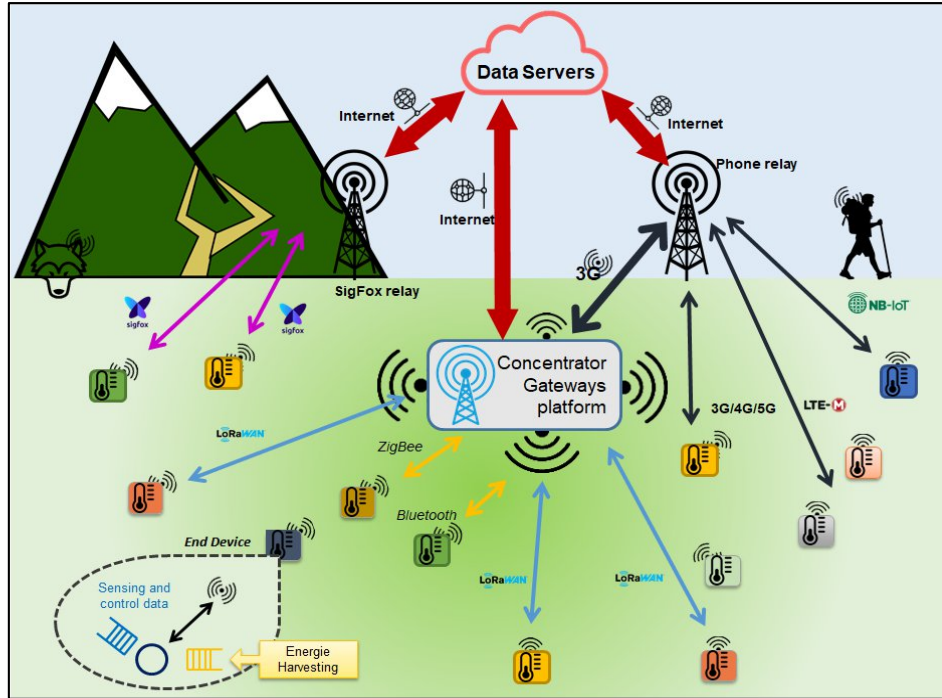


Sondes de suivi de l'activité microbologique, spatialisées par hydro-géophysique.



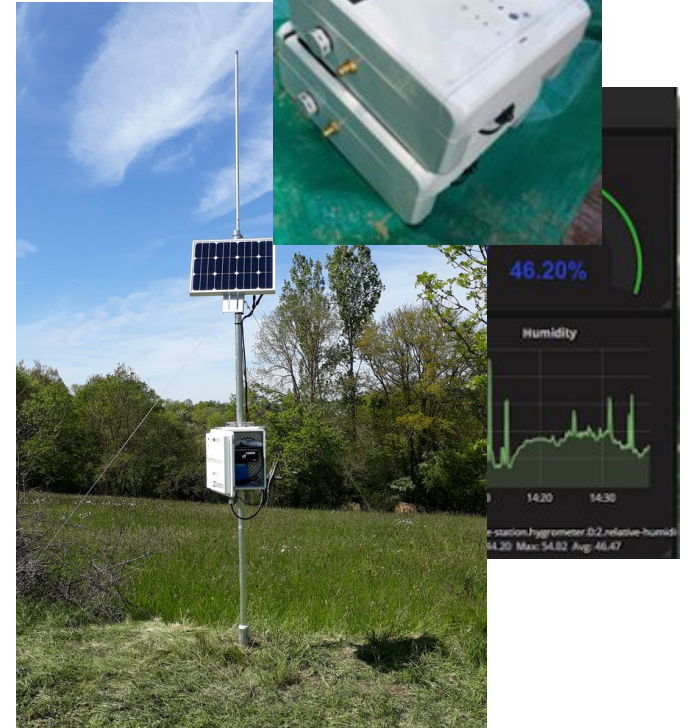
Collier GPS/accéléromètre et audio-vidéo, miniaturisation. De la position au comportement.

WP3 - Du capteur aux serveurs de données



Un réseau réactif et optimisé

Créer des pipelines de traitement des données au plus près des capteurs et des usages & Automatiser des tâches répétitives



© Laurent Royer, LPC, Clermont-Ferrand

WP4 – Du capteur à l'action

Une démarche méthodologique de recherche-action-participation

Enjeu majeur : comment incarner et rendre productif, à partir de Terra Forma, l'appréhension de nos milieux et de leur vulnérabilité, selon ce double mouvement de : la « Big Science » vers la « Small Science » et inversement ?

- Renforcer l'intelligibilité des données du système Terre et soutenir les processus d'engagements sociaux et politiques liés
- Interroger les conditions d'une articulation de Terra Forma avec l'essor des métrologies citoyennes (nouveau dialogue entre les « sciences citoyennes », une « small science », et la « Big Science »)

Tiers Lieux



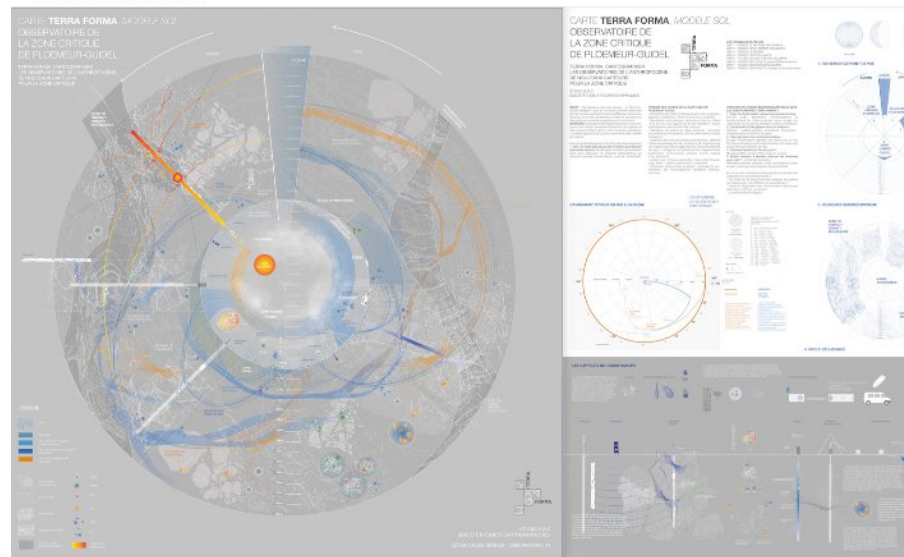
Expressions des besoins, co-design, formation, etc.

Programme de sciences participatives

- Plateforme d'annotation
- Application smartphone

Acteurs/Publics

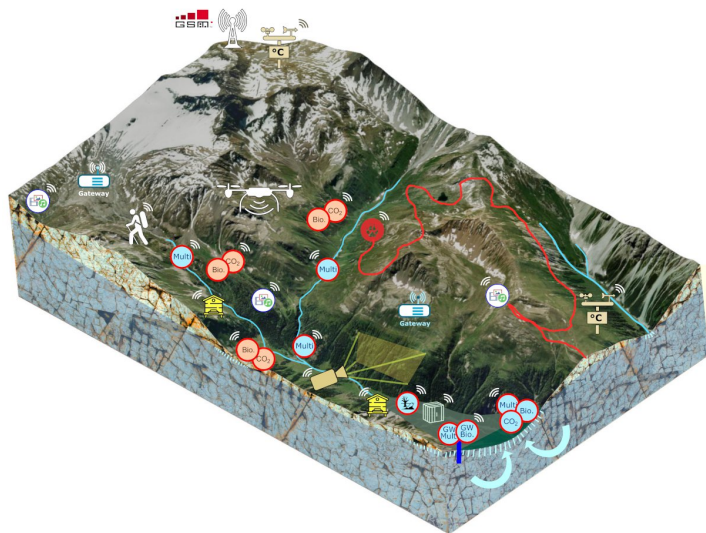
WORK IN PROGRESS



Alexandra Arènes - WP4 Cartes - SOC

Extrait de Gaiographie du site Guidel-Ploemeur. ©Alexandra Arènes (SOC).

WP5-6 – 13 observatoires de l'anthropocène



Lautaret-Oisans



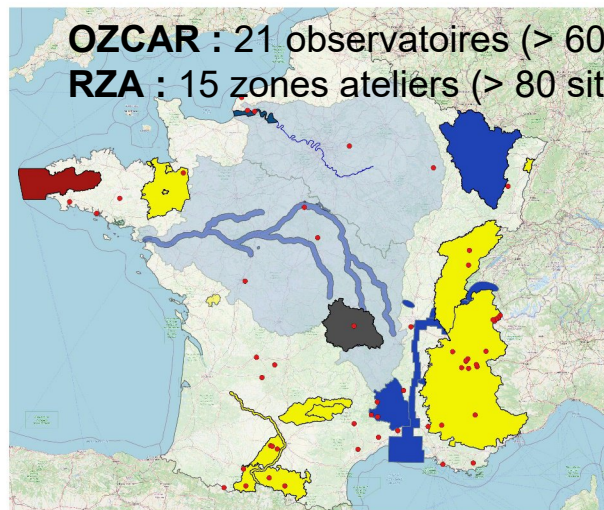
Auradé



Guidel-Ploemeur

Deux étapes :

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



OZCAR : 21 observatoires (> 60 sites instrumentés)

RZA : 15 zones ateliers (> 80 sites instrumentés)



Royal de Luxe Création



Illustrations des applications

Bioaccumulation des contaminants

De l'échantillon ponctuel à l'échantillon intégré avec une approche « lowtech »

Capteur sur Brevet avec l'entreprise AEL

Perspectives : colorimétrie in-situ, système d'alerte précoce avec espèces sentinelles.



LES CAPSULES
THOE
le robot sous-marin

Présentation de THOE/TRACESENS ©F. Albert, TERRA FORMA

Expérimentation de Frasne – juin 2023



Réserve Naturelle
TOURBIÈRES DE FRASNE-BOUVERANS

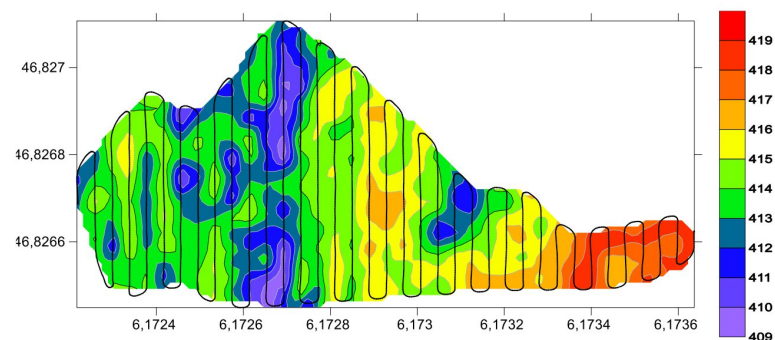
SNO **Tourbières**
Fonctionnement des tourbières tempérées et impact des changements globaux



13 laboratoires; 17 chercheurs sur le terrain et 43 au total, 33 paramètres mesurés

Etude des flux de CO₂ et CH₄
(source, production et transfert) à l'échelle de la tourbière de Frasne :

- Caractérisation spatiale
- Calibration drone vs. chambre/tour à flux
- Caractérisation des mécanismes clefs (respiration, methanotropie...)



Cartographie des mesures de CO₂ par drone. ©L. Joly, TERRA FORMA

Econnect, suivi automatisé de la biodiversité et du fonctionnement des écosystèmes

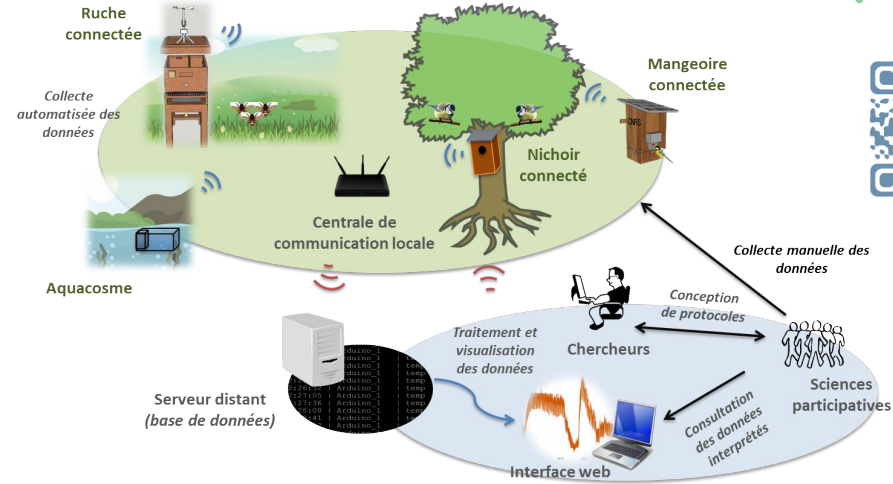


Projet de 3 ans (2020-2023)
impliquant 6 laboratoires de
recherche et 3 entreprises

4 développements :

- Ruche connectée
- Mangeoire connectée
- Nichoir connectée
- Aquacosme

==> enjeux de communication,
autonomie, calcul embarqué...+
éthique (observation in situ vs.
automatisation)



Schématisme de la plateforme Econnect. ©Econnect

Econnect, suivi automatisé de la biodiversité et du fonctionnement des écosystèmes

Expérience de BeeGuard



Capture d'écran de l'interface développée pour programmer les tests cognitifs à distance, visualiser les tests et les données. ©Econnect



Le COMOP en pratique

Discussion autour du document cadre



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 et Toulouse INP, Rennes, Clermont-Auvergne, Montpellier, Reims, Toulon, Franche Comté, Orléans, Strasbourg, Aix Marseille, Le Havre Normandie. **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, Offices 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

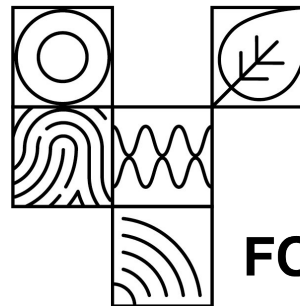
<https://terra-forma.cnrs.fr/>

anr ©
agence nationale
de la recherche
AU SERVICE DE LA SCIENCE



ANR-21-ESRE-0014

TERRA









FORMA



Règles d'échanges pour cette réunion en visio



-  **Garder vos caméras allumées**
-  **Eteindre vos micros en dehors des prises de paroles**
-  **Levée la main pour prendre la parole**
-  **Respecter les temps de paroles**
-  **Privilégier le chat pour des compléments d'information (lien internet, contact...)**
-  **P. NOM (Organisme)**



Capture écran du 28/09/23 (à faire)