



TERRA FORMA – PIA3 EQUIPEX+ 2021-2028

Concevoir et tester l'observatoire intelligent des territoires à l'heure de l'Anthropocène



Enjeux et limites d'une démarche Low Coast

Atelier « Low Coast » - INSU Brest, 8-9 septembre 2022

Laurent ROYER, CNRS, Laboratoire de Physique de Clermont

pour la Collaboration TERRA FORMA

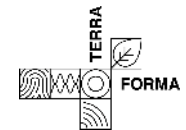
<https://terra-forma.cnrs.fr/>





Le Projet TERRA FORMA

en quelques diapo



Développement et déploiement de Réseaux de Capteurs innovants

Face aux enjeux d'habitabilité de notre planète:

→ Challenges scientifiques

- Etude des interactions biotique-abiotique
- Etude des interactions humain-non-humain

Ressources en eau



Impact de la chimie

Capital Sol



Biodiversité et habitats

Développement et déploiement de Réseaux de Capteurs innovants

Face aux enjeux d'habitabilité de notre planète:

→ Challenges technologiques

- Développer une approche « **multi-messenger** » à l'échelle d'un « lieu de vie » ou d'un « territoire »

(1) Capteurs intelligents

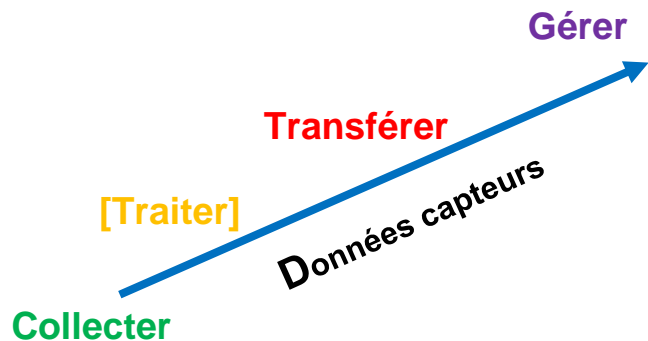
(2) Infrastructure de communication – Réseaux denses de capteurs hétérogènes

(3) Infrastructure sociale - Appropriation

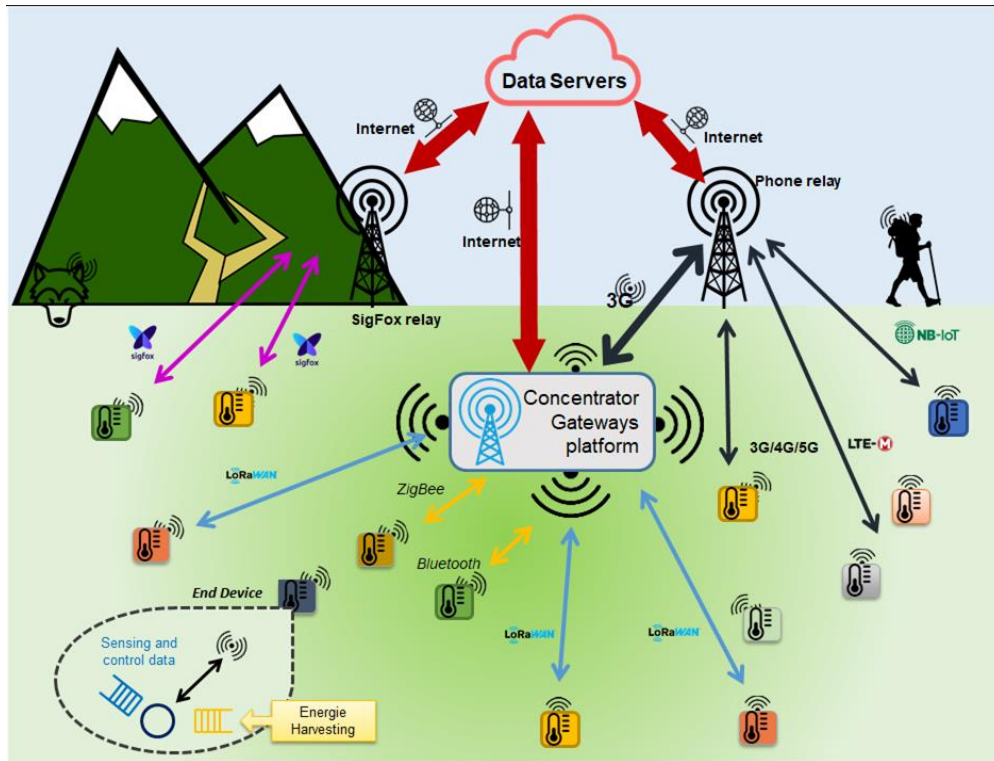


Une instrumentation pour des données **FAIR**

FAIR: Findable, Accessible, Interoperable, Reusable



Grande **diversité** des besoins, contraintes, technos



Encrer les développements sur les sites de recherche

Expérimentations sur 3 sites pilotes représentatifs des grands écosystèmes
puis déploiement sur 12 autres sites à l'échelle de la France



Site Lautaret-Oisans

Situé au coeur des Alpes, le site du Lautaret-Oisans est un site pilote présentant des défis sur les réseaux de communication



Site Guidel-Ploemeur

Situé sur la côte bretonne, le site Guidel-Ploemeur est un site pilote présentant des défis sur les capteurs aux interfaces sol-surface/sol-profond, en lien avec les enjeux de la gestion de la ressource en eau



Site Auradé

Situé dans les plaines et coteaux de Gascogne, le site de Auradé est un site pilote présentant des défis sur le suivi des polluants...

Développements technologiques

- Développement de:
 - ≈ 20 nouveaux produits
 - des infrastructures réseaux multi-protocoles
 - du « energy harvesting »
 - des outils de gestion des données (Data Terra – Gaia Data)
 -

Sobriété énergétique

Low Cost

Intelligent

Ouvert

Autonome

Robuste

Socialement accepté

Faible impact

Performant

Facile d'usage

Principaux développements	Livrables et nouvelles opportunités
WP2.1 Au-delà des couleurs	Caméra hyperspectrale haute résolution + IA , Etat des systèmes intégratifs (végétation, rivières), de la diversité fonctionnelle au fonctionnement des écosystèmes
WP2.2 Sonde multiparamètre	Sonde flux de matière bas cout : débit, Chl-a turbidité, O2, pH, CO2, Nitrate, matière organique dissoute. Bassins de tête et variabilité
WP2.3 Métabolisme des rivières	Isotopes du carbone in situ , gaz dissous inertes et réactifs, origine du carbone inorganique dissous
WP2.4 Bioaccumulation des contaminants	Intégrateurs rapides et contrôlés large spectre pour métaux trace, pesticides, résidus, contaminants émergents ...
WP2.5 Gaz à effet de serre - flux d'échanges	Cartographie haute résolution des flux de CO2, CH4, H2O embarqué sous drone.
WP2.6 Biologging	Colliers GPS/accéléromètre , capteurs miniatures, de la position au comportement
WP2.7 Capteurs biogéochimiques	Sondes de suivi de l'activité microbiologique , spatialisation par hydrogéophysique.
WP2.8 Pièges audio-video	Pièges audio/vidéo, AI embarquée avec identification en ligne.

Low-Cost @ Terra Forma (1/3)

- Souvent une mauvaise connotation → Faible niveau Qualité/Service
- Pour nous (CNRS, Univ., ...), cache parfois des coûts de RH « non visibles »
- Pas de réduction de coût grâce au volume
- Gain par l'intégration de composants produits en gros volume



Extraits du relevé de notes de l'atelier Frugalité @Terra-Forma mai 22

Low-Coast @ Terra Forma (2/3)

La frugalité peut être perçue tant dans les développements que les usages. Ainsi, un capteur frugal devrait:

LES DEVELOPPEMENTS

- **Sobriété numérique:**
 - Emettre/produire/acquérir des données utiles et pertinentes
- **Sobriété énergétique:**
 - Efficacité énergétique; compromis entre calcul embarqué et consommation d'énergie
- **Sobriété matérielle:**
 - Dimensionnement au besoin réel (ex: SoLo vs mini-SoLo)
 - Packaging minimal mais optimal (enjeu de miniaturisation) et avec un impact minimum sur l'environnement
- **Durabilité:**
 - Être pensé dans la totalité du cycle de vie: réparabilité, obsolescence des composant/capteurs
- **Modularité:**
 - Être suffisamment modulaire pour suivre l'évolution des besoins, des technologies
- **Généricité:**
 - Être suffisamment générique pour ne pas multiplier les systèmes et redévelopper à chaque nouveau besoin

Compromis



Générique vs Spécifique

- Exemple: nœud communicant SoLo vs mini-SoLo



SoLo



mini-SoLo

Low-Coast @ Terra Forma (2/3)

La frugalité peut être perçue tant dans les développements que les usages. Ainsi, un capteur frugal devrait:

LES USAGES

- Être **transparent** (open source, open hardware), ce qu'on retrouve rarement pour les capteurs sur étagères
- Être fabriqué à des fins d'**appropriation plus larges que celles des chercheurs** ; aller vers un mode d'emploi facile pour tout type d'utilisateur (user-friendly ; protocoles pour les sciences participatives), et un guide pour la maintenance
- Être **déployé de manière optimale** (rationalisation des déploiements, implication des sciences participatives pour des collectes de données opportunistes, si redondance dans les réseaux, penser à l'optimisation, etc.) et définir le gain de carbone
- Être conçu dans un environnement dit également frugal avec le **partage d'expertise / mutualisation des savoir-faire (ressourcerie)** ;



Vers une Ressourcerie ?

Catalogue de solutions techno. partagées, documentées, évaluées, améliorées, élémentaires ou complètes, ... accessible en ligne



Rechercher dans...

0 filtre(s) sélectionné(s)

Afficher résultats

Labo/Equ
ipe

Se souvenir

DT INSU
IRISA
IRIT
LAAS
LPC

Nouveaux - 180 Jours (5824)

Niveau de développement

TRL3
TRL4
TRL5

(990)

Trouvez la technologie de capteur la mieux adaptée pour presque tous les projets ou toutes les applications, grâce à notre vaste sélection de solutions issues des marques mondiales les plus innovantes. Des capteurs de pression, de température et de courant aux capteurs à CI, de lumière, de mouvement, de proximité et bien d'autres types, nous répondons à tous vos besoins.



Capteurs connectés clé en main



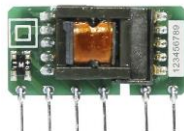
Capteurs seuls



Modules microcontrôleur



Interfaces de communication



Module d'alimentation



Module gestion du temps- GPS



Modules mémoire



Packaging



Passerelles-routeurs



Merci pour votre attention

Low-cost OBS ... but expensive nest for fish since 1996 ☺



Partners : CARTEL, 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, LECA, LEMAR, LHYGES, LIG, LIRMM, LMGE, LPC, LRPG, LSIS, RiverLy, SAS, Subatech.

Institutions : CNRS : INSU, INEE, INSIS, IN2P3, INP, INS2I, INSHS, INSB.
Research Organisms : IRD, INRAE, IPGP. **Engineer Schools** : Mines ParisTech. **Universities** : Grenoble, Savoie-Mont-Blanc, Toulouse, Rennes, Clermont-Auvergne, Montpellier, Reims, Toulon, Franche Comté, Orléans, Strasbourg, Aix Marseille. **EPIC** : INERIS. **PME** : Extralab

Support: 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

Warm acknowledgements to the authors of TERRA FORMA book (MIT Press)
<https://mitpress.mit.edu/books/terra-forma>

Contact(s): laurent.longuevergne@univ-rennes1.fr; arnaud.elger@univ-tlse3.fr;
virginie.girard@univ-grenoble-alpes.fr

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

anr®
agence nationale
de la recherche



ANR-21-ESRE-0014

TERRA



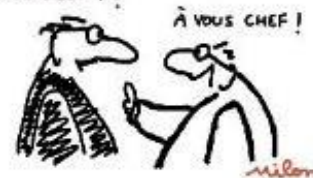
FORMA



Eléments du Cahier des charges

Définition du compromis

SI JE VOUS PARLE
D'INTELLIGENCE
ARTIFICIELLE
VOUS PENSEZ À ?



- **Collecter** toutes (ou presque) les données capteurs
 - adaptabilité matérielle (interfaces câblées, sans fil, ...)
 - adaptabilité logicielle (drivers)
- **Transférer** les données quelque que soit le site et la position
- **Garantir** la **qualité** du service: QoS > 90% ?
- **(Pré)-traiter** les données in-situ (IA)
- **Limiter** la **maintenance**: autonomie > 6 mois ?
 - Optimisation données transmises
 - Energy Harvesting
 - Fiabiliser

- **Pérenniser** les équipements: durée de vie > 10 ans ? (réparabilité)
- **Faire évoluer** les systèmes (nouvelles technos)
- **Limiter** l'impact environnemental
- **Rendre** les systèmes « **accessibles** »
 - DIY
 - Facilité d'usage; outils d'aide (tutoriels, vidéo,...)
- **Limiter les coûts** (sur la durée de vie)

Compromis à trouver !