

# Fr-OOS

Coordination des infrastructures d'observations marines françaises

## Ses composantes et le plan de travail 2024 et 2025





2014-2021

Convention cadre Coriolis 2014-2020

Une infrastructure intégrée  
d'observation in-situ de l'océan pour  
l'océanographie opérationnelle et la  
recherche

Convention  
Centre de  
données

Convention  
Cellule  
R&D

Convention  
Moyens à  
la mer

Liens organisés avec les SNOs et  
SOERE CTDO2



## 2014-2021

### Convention cadre Coriolis 2014-2020

Une infrastructure intégrée d'observation in-situ de l'océan pour l'océanographie opérationnelle et la recherche

Convention Centre de données

Convention Cellule R&D

Convention Moyens à la mer

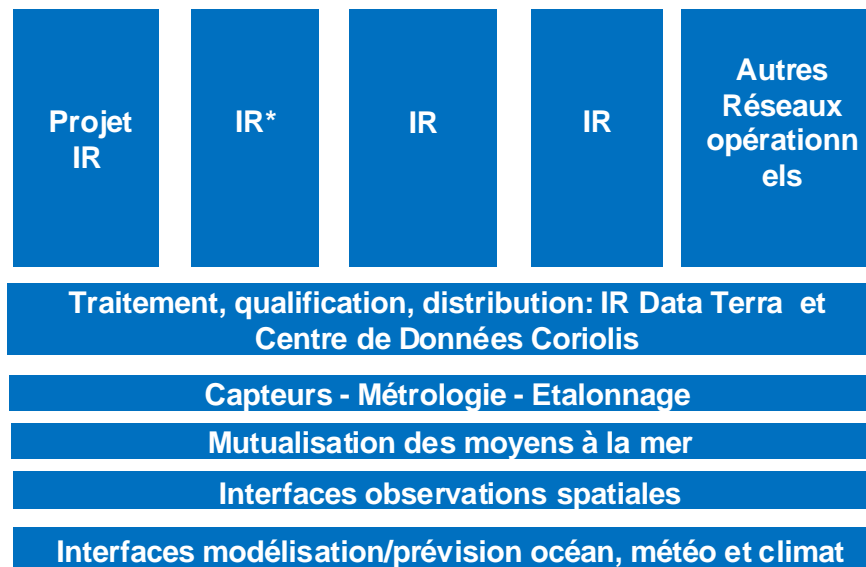
Liens organisés avec les SNOs et SOERE CTDO2



## 2022-2026

### Convention cadre - French OOS 2022-2026

- S'insérer dans la dynamique internationale (GOOS, OceanObs19, Décennie des Océans) et Européenne (EOOS, ESFRI, Copernicus, EMODnet) sur le renforcement de l'observation à long terme des océans du large à la côte
- Trois piliers : recherche, santé des océans, opérationnel
- Contribuer à l'harmonisation du paysage national et à la mutualisation des moyens
- Renforcer les capacités nationales d'observation
- Organiser les interfaces entre les IRs et autres composantes
- Aligner/simplifier les instances de gouvernance



## 2014-2021

### Convention cadre Coriolis 2014-2020

Une infrastructure intégrée d'observation in-situ de l'océan pour l'océanographie opérationnelle et la recherche

Convention Centre de données

Convention Cellule R&D

Convention Moyens à la mer

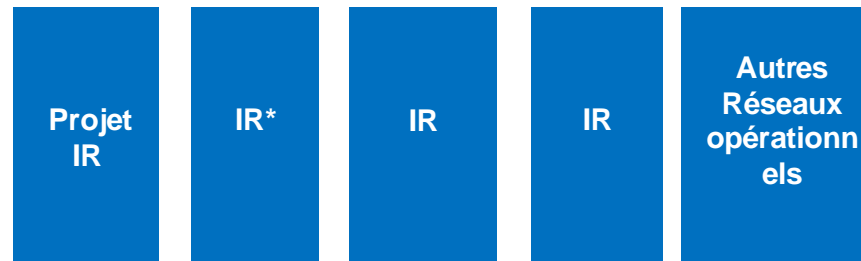
Liens organisés avec les SNOs et SOERE CTDO2



## 2022-2026

### Convention cadre - French OOS 2022-2026

- S'insérer dans la dynamique internationale (GOOS, OceanObs19, Décennie des Océans) et Européenne (EOOS, ESFRI, Copernicus, EMODnet) sur le renforcement de l'observation à long terme des océans du large à la côte
- Trois piliers : recherche, santé des océans, opérationnel
- Contribuer à l'harmonisation du paysage national et à la mutualisation des moyens
- Renforcer les capacités nationales d'observation
- Organiser les interfaces entre les IRs et autres composantes
- Aligner/simplifier les instances de gouvernance



Traitement, qualification, distribution: IR Data Terra et Centre de Données Coriolis

Capteurs - Métrologie - Etalonnage

Mutualisation des moyens à la mer

Interfaces observations spatiales

Interfaces modélisation/prévision océan, météo et climat

## Objectif 2030

**Très grande Infrastructure de recherche sur l'observation marine : French OOS**

Infrastructure unique sur l'observation à long terme des océans (du large à la côte, recherche et opérationnel, physique et biologie) avec des moyens renforcés et pérennes.

2022-2026

Convention cadre - French OOS 2022-2026

## Gouvernance

Le **Fr-OOS (2022-2026)** s'appuiera sur une **structure légère de gouvernance** qui pourra évoluer à long terme vers une structure renforcée (e.g. de type IR\*) incluant:

- ❑ Un **Comité Directeur (CD)** Fr-OOS assisté d'un **Secrétariat Exécutif**. Le CD rassemble:
  - ✓ Les directions des organismes partenaires (CNRS, Shom, CEREMA, MétéoFrance, CNES, Ifremer, IRD)
  - ✓ Les représentants des ministères concernés (invités permanents)
  
- ❑ Un **comité des composantes** constitué des directeurs ou des représentants des infrastructures de recherche labellisées ou en projet, des réseaux d'acquisition des données marines entrant dans le périmètre du Fr-OOS et du directeur du pôle ODATIS de l'IR Data Terra
  
- ❑ Un **conseil scientifique** (à constituer)

2022-2026

Convention cadre - French OOS 2022-2026

## Objectifs du Fr-OOS

### Article 1

1. Renforcer l'observation des océans
2. Harmoniser les activités
3. Organiser les interfaces / développer des activités transverses.
4. Insérer le Fr-OOS dans les paysages internationaux

2022-2026

Convention cadre - French OOS 2022-2026

## Activités du Fr-OOS

### Article 2.2

- A. Stratégie
- B. Suivi d'implémentation
- C. Organisation des échanges en interne et externe
- D. Rayonnement

2022-2026

Convention cadre - French OOS 2022-2026

Plan d'action 2024-2025

**Nos motivations pour le premier plan d'actions :**

2022-2026

Convention cadre - French OOS 2022-2026

Plan d'action 2024-2025

## Nos motivations pour le premier plan d'actions :

- Créer du lien et des habitudes de collaborations entre les Composantes du Fr-OOS
- Consolider une vision commune de l'observation des océans en France



2022-2026



Convention cadre - French OOS 2022-2026



Plan d'action 2024-2025

## Stratégie

Préparation d'une stratégie intégrée d'observation

## Suivi d'implémentation

Réalisation d'une synthèse annuelle de l'observation nationale française

Conception et suivi d'un tableau de bord de l'observation française des océans

## Animation de la communauté

Organisation d'activités fédératives et de mutualisation

Organisation d'activités transversales avec les composantes

Organisation d'ateliers thématiques en 2024

## Rayonnement

Intégration du Fr-OOS dans le paysage international et européen

Organisation d'une conférence nationale de l'observation de l'océan



2022-2026



Convention cadre - French OOS 2022-2026



Plan d'action 2024-2025

## Stratégie

Préparation d'une stratégie intégrée d'observation

## Suivi d'implémentation

Réalisation d'une synthèse annuelle de l'observation nationale française

Conception et suivi d'un tableau de bord de l'observation française des océans

## Animation de la communauté

Organisation d'activités fédératives et de mutualisation

Organisation d'activités transversales avec les composantes

Organisation d'ateliers thématiques dès 2024

## Rayonnement

Intégration du Fr-OOS dans le paysage international et européen

Organisation d'une conférence nationale de l'observation de l'océan



2022-2026



Convention cadre - French OOS 2022-2026



Plan d'action 2024-2025

## Stratégie

Préparation d'une stratégie intégrée d'observation

## Suivi d'implémentation

**Réalisation d'une synthèse annuelle de l'observation nationale française**

Conception et suivi d'un tableau de bord de l'observation française des océans

## Animation de la communauté

Organisation d'activités fédératives et de mutualisation

Organisation d'activités transversales avec les composantes

Organisation d'ateliers thématiques dès 2024

## Rayonnement

Intégration du Fr-OOS dans le paysage international et européen

Organisation d'une conférence nationale de l'observation de l'océan



2022-2026



Convention cadre - French OOS 2022-2026



Plan d'action 2024-2025

## Stratégie

Préparation d'une stratégie intégrée d'observation

## Suivi d'implémentation

Réalisation d'une synthèse annuelle de l'observation nationale française

**Conception et suivi d'un tableau de bord de l'observation française des océans**

## Animation de la communauté

Organisation d'activités fédératives et de mutualisation

Organisation d'activités transversales avec les composantes

Organisation d'ateliers thématiques dès 2024

## Rayonnement

Intégration du Fr-OOS dans le paysage international et européen

Organisation d'une conférence nationale de l'observation de l'océan

2022-2026

Convention cadre - French OOS 2022-2026

Plan d'action 2024-2025

5 days 10 days 30 days 1 year 10 years + ALL

0-10 1-1 0-10 ALL

▼ Everywhere +

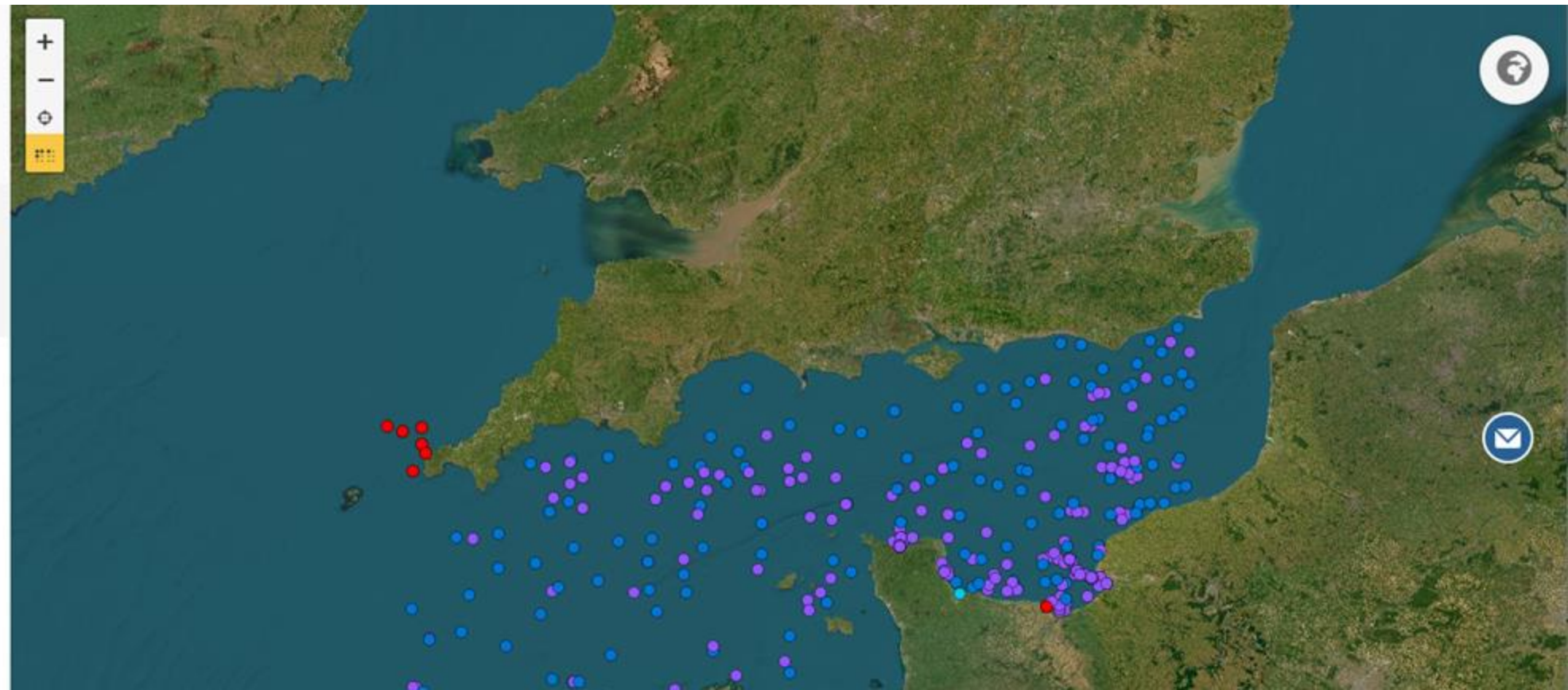
🔍

**Data type**

- CTD 132
- Drifting buoy 55
- Fixed platform 3
- Thermosalinograph 360

**Parameters**

- Sea temperature 550
- Salinity 471
- Oxygen 133
- Chlorophyll-a and fluorescence 123





2022-2026



Convention cadre - French OOS 2022-2026



Plan d'action 2024-2025

## Stratégie

Préparation d'une stratégie intégrée d'observation

## Suivi d'implémentation

Réalisation d'une synthèse annuelle de l'observation nationale française

**Conception et suivi d'un tableau de bord de l'observation française des océans**

## Animation de la communauté

Organisation d'activités fédératives et de mutualisation

Organisation d'activités transversales avec les composantes

Organisation d'ateliers thématiques dès 2024

## Rayonnement

Intégration du Fr-OOS dans le paysage international et européen

Organisation d'une conférence nationale de l'observation de l'océan



2022-2026



Convention cadre - French OOS 2022-2026



Plan d'action 2024-2025

## Stratégie

Préparation d'une stratégie intégrée d'observation

## Suivi d'implémentation

Réalisation d'une synthèse annuelle de l'observation nationale française

Conception et suivi d'un tableau de bord de l'observation française des océans

## Animation de la communauté

### Organisation d'activités fédératives et de mutualisation

Organisation d'activités transversales avec les composantes

Organisation d'ateliers thématiques dès 2024

## Rayonnement

Intégration du Fr-OOS dans le paysage international et européen

Organisation d'une conférence nationale de l'observation de l'océan



2022-2026



Convention cadre - French OOS 2022-2026



Plan d'action 2024-2025

## Stratégie

Préparation d'une stratégie intégrée d'observation

## Suivi d'implémentation

Réalisation d'une synthèse annuelle de l'observation nationale française

Conception et suivi d'un tableau de bord de l'observation française des océans

## Animation de la communauté

Organisation d'activités fédératives et de mutualisation

**Organisation d'activités transversales avec les composantes**

Organisation d'ateliers thématiques en 2024

## Rayonnement

Intégration du Fr-OOS dans le paysage international et européen

Organisation d'une conférence nationale de l'observation de l'océan



2022-2026



Convention cadre - French OOS 2022-2026



Plan d'action 2024-2025

## Stratégie

Préparation d'une stratégie intégrée d'observation

## Suivi d'implémentation

Réalisation d'une synthèse annuelle de l'observation nationale française

Conception et suivi d'un tableau de bord de l'observation française des océans

## Animation de la communauté

Organisation d'activités fédératives et de mutualisation

Organisation d'activités transversales avec les composantes

### Organisation d'ateliers thématiques en 2024

## Rayonnement

Intégration du Fr-OOS dans le paysage international et européen

Organisation d'une conférence nationale de l'observation de l'océan

2022-2026

Convention cadre - French OOS 2022-2026

Plan d'action 2024-2025

## Stratégie

Préparation d'une stratégie intégrée d'observation

## Suivi d'implémentation

Réalisation d'une synthèse annuelle de l'observation nationale française

Conception et suivi d'un tableau de bord de l'observation française des océans

## Animation de la communauté

Organisation d'activités fédératives et de mutualisation

Organisation d'activités transversales avec les composantes

Organisation d'ateliers thématiques en 2024

## Rayonnement

**Intégration du Fr-OOS dans le paysage international et européen**

Organisation d'une conférence nationale de l'observation de l'océan



2022-2026



Convention cadre - French OOS 2022-2026



Plan d'action 2024-2025

## Stratégie

Préparation d'une stratégie intégrée d'observation

## Suivi d'implémentation

Réalisation d'une synthèse annuelle de l'observation nationale française

Conception et suivi d'un tableau de bord de l'observation française des océans

## Animation de la communauté

Organisation d'activités fédératives et de mutualisation

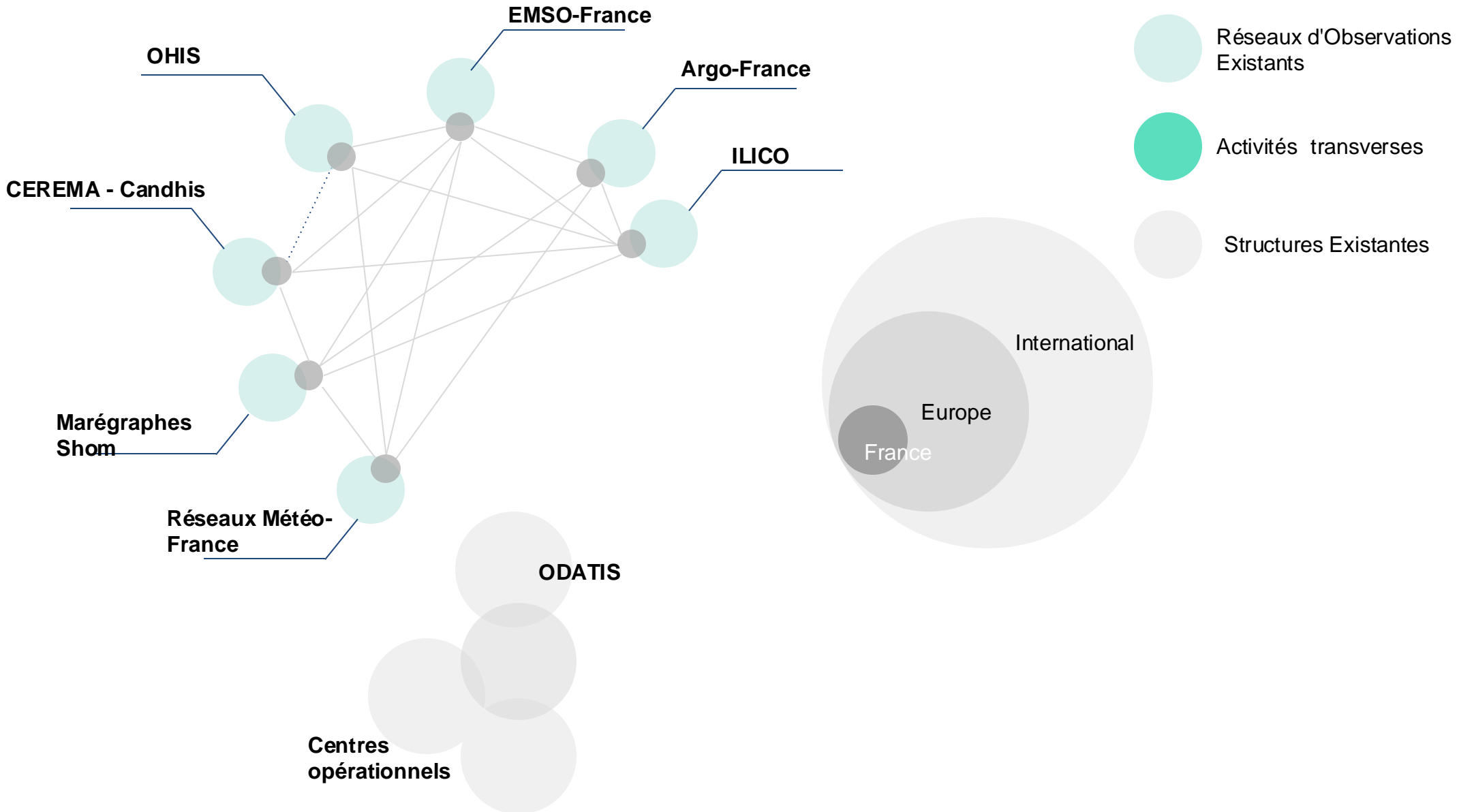
Organisation d'activités transversales avec les composantes

Organisation d'ateliers thématiques en 2024

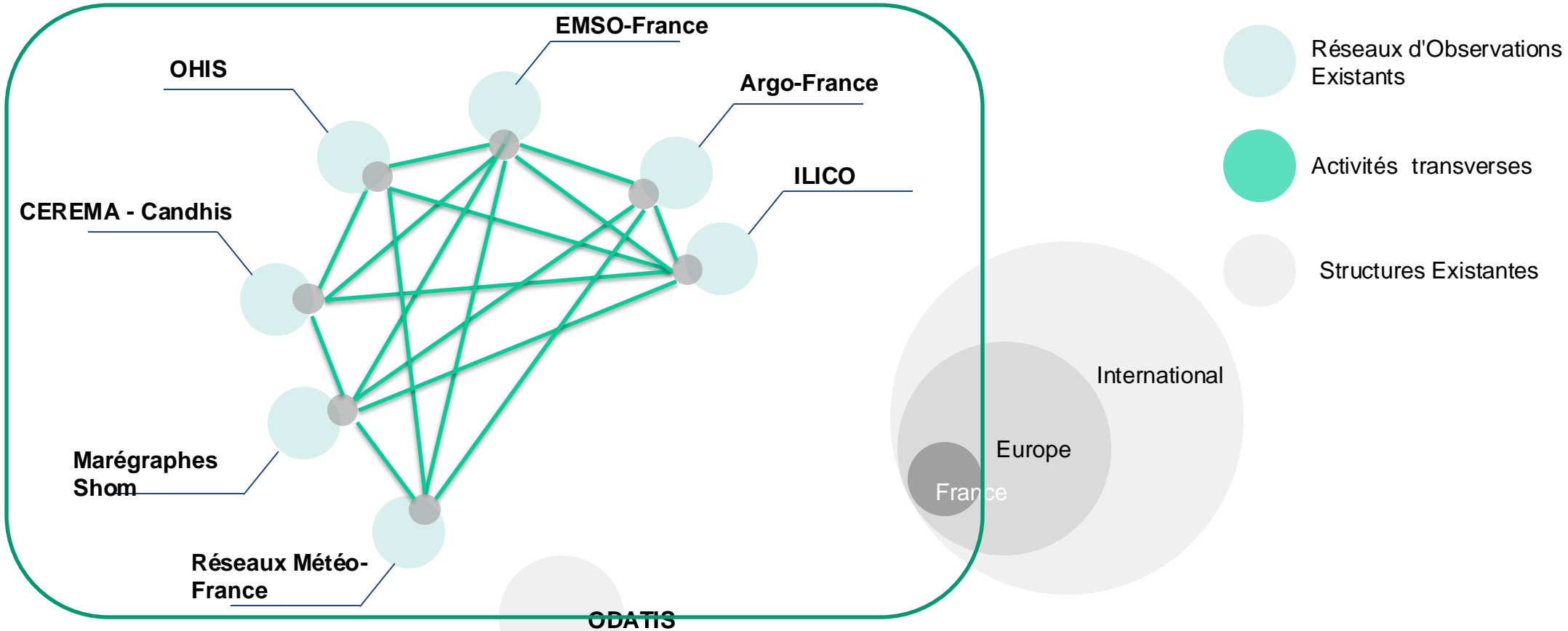
## Rayonnement

Intégration du Fr-OOS dans le paysage international et européen

**Organisation d'une conférence nationale de l'observation de l'océan**



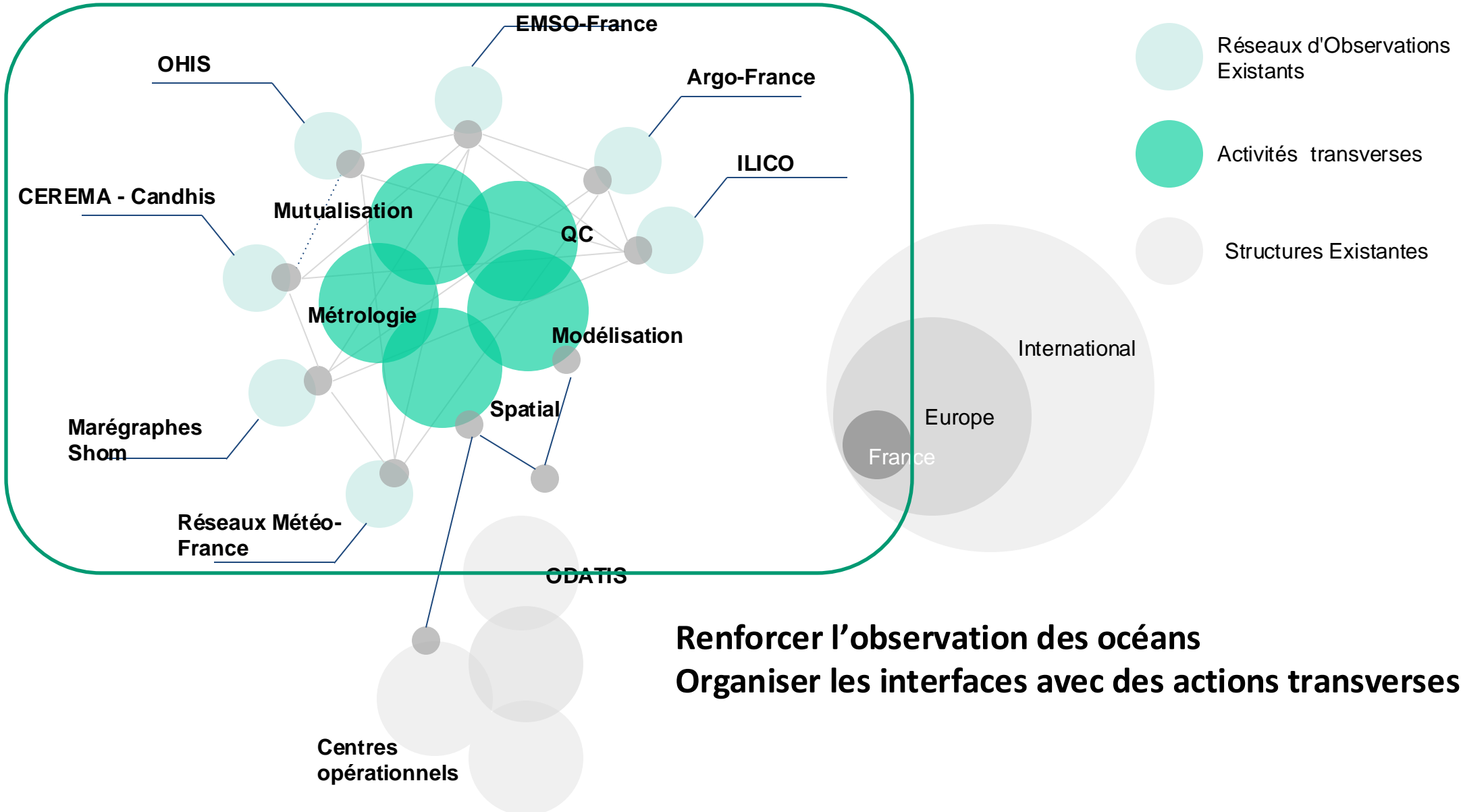
## Plus Value du Fr-OOS



**Renforcer l'observation des océans**

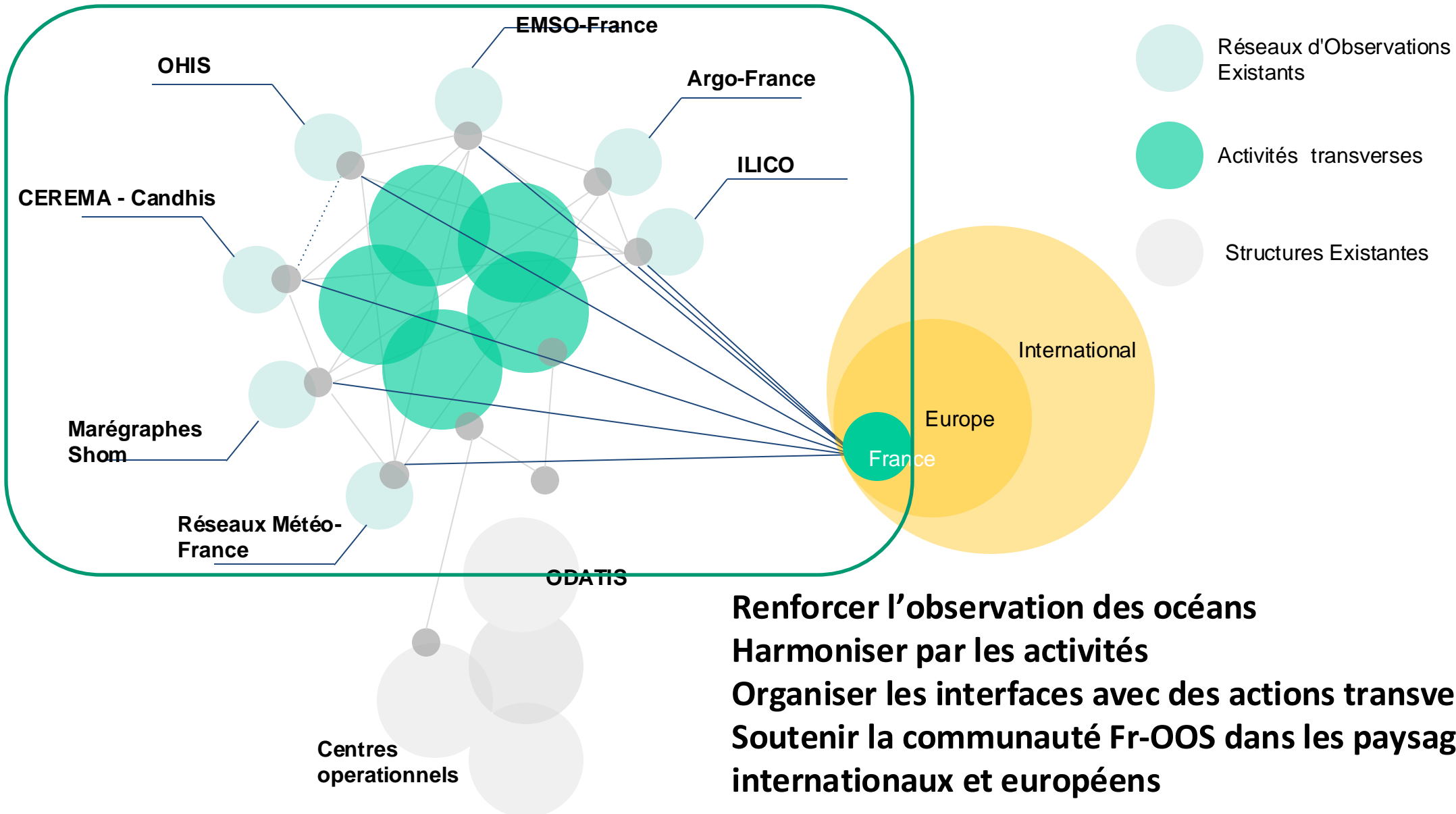
**Centres  
opérationnels**

## Plus Value du Fr-OOS



**Renforcer l'observation des océans  
Organiser les interfaces avec des actions transverses**

## Plus Value du Fr-OOS



**Renforcer l'observation des océans**  
**Harmoniser par les activités**  
**Organiser les interfaces avec des actions transverses**  
**Soutenir la communauté Fr-OOS dans les paysages internationaux et européens**







# INFRASTRUCTURE NATIONALE DE RECHERCHE LITTORALE ET CÔTIÈRE

Jeudi 26 septembre 2024

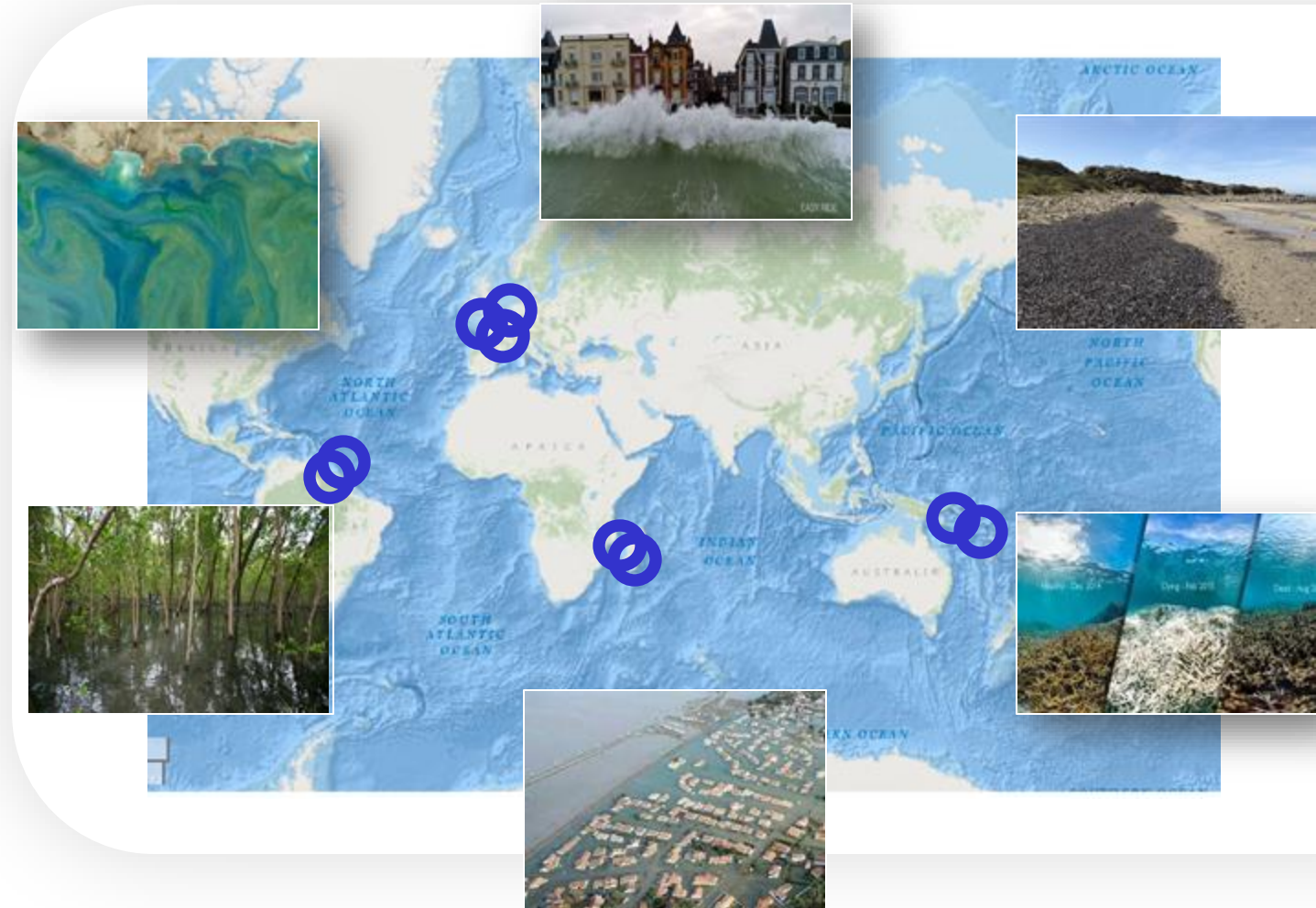
Fr-OOS et ses composantes

A. Le Guen, Co-directrice CNRS ; A. Lefebvre, Co-directeur Ifremer

# LES ENJEUX

## Des impacts distribués

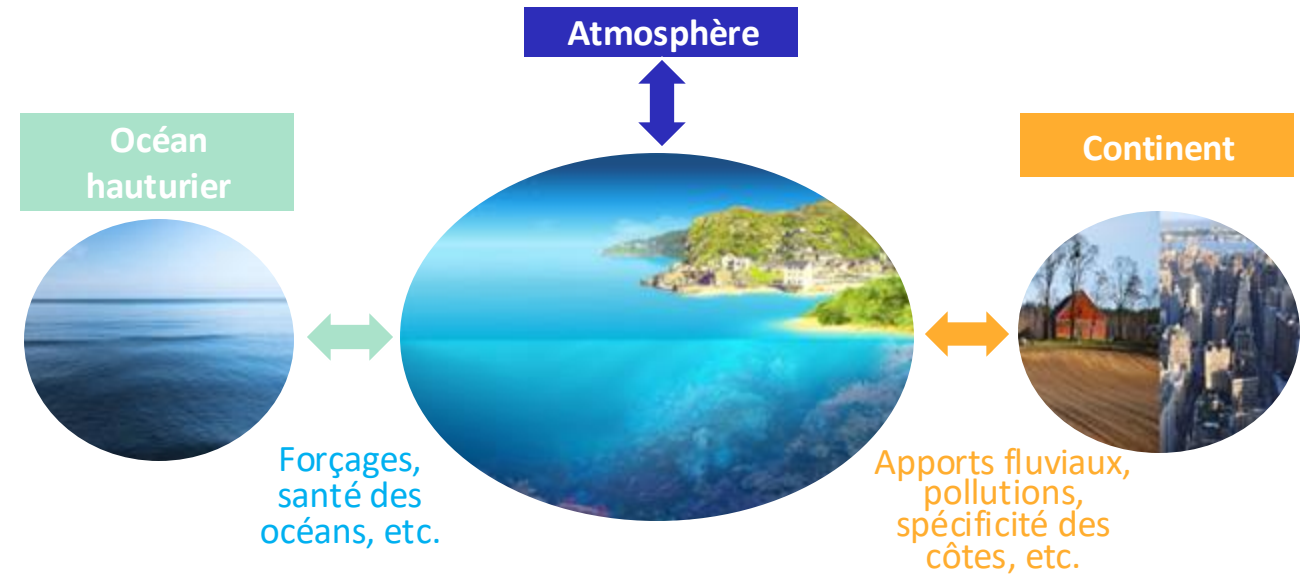
- 20 000 km de côtes, 20 % en recul
- 2<sup>ème</sup> ZEE mondiale ; 10 Mkm<sup>2</sup>
- 975 communes côtières, dont 90 en outre-mer (classement Loi Littorale)
- 8 sur 10 communes soumises à des risques naturels majeurs
- 51 % des eaux littorales en état moyen, médiocre ou mauvais en 2022
- 10% des récifs coralliens de la planète (62% dégradés)
- 700 000 hectares menacés par la submersion lors d'événements extrêmes
- 10 000 ha de mangroves



# Une IR aux interfaces multiples

Optimiser l'observation et l'utilisation des données pour les enjeux de recherche

- Comprendre le fonctionnement des milieux
- Prévoir leur évolution à long terme
- Étudier les événements extrêmes et leurs impacts
- Distinguer et comprendre les impacts anthropiques
- Étudier la complexité



**90  
labos**

# Une IR aux technologies multiples

Optimiser l'observation et l'utilisation des données pour les enjeux de recherche

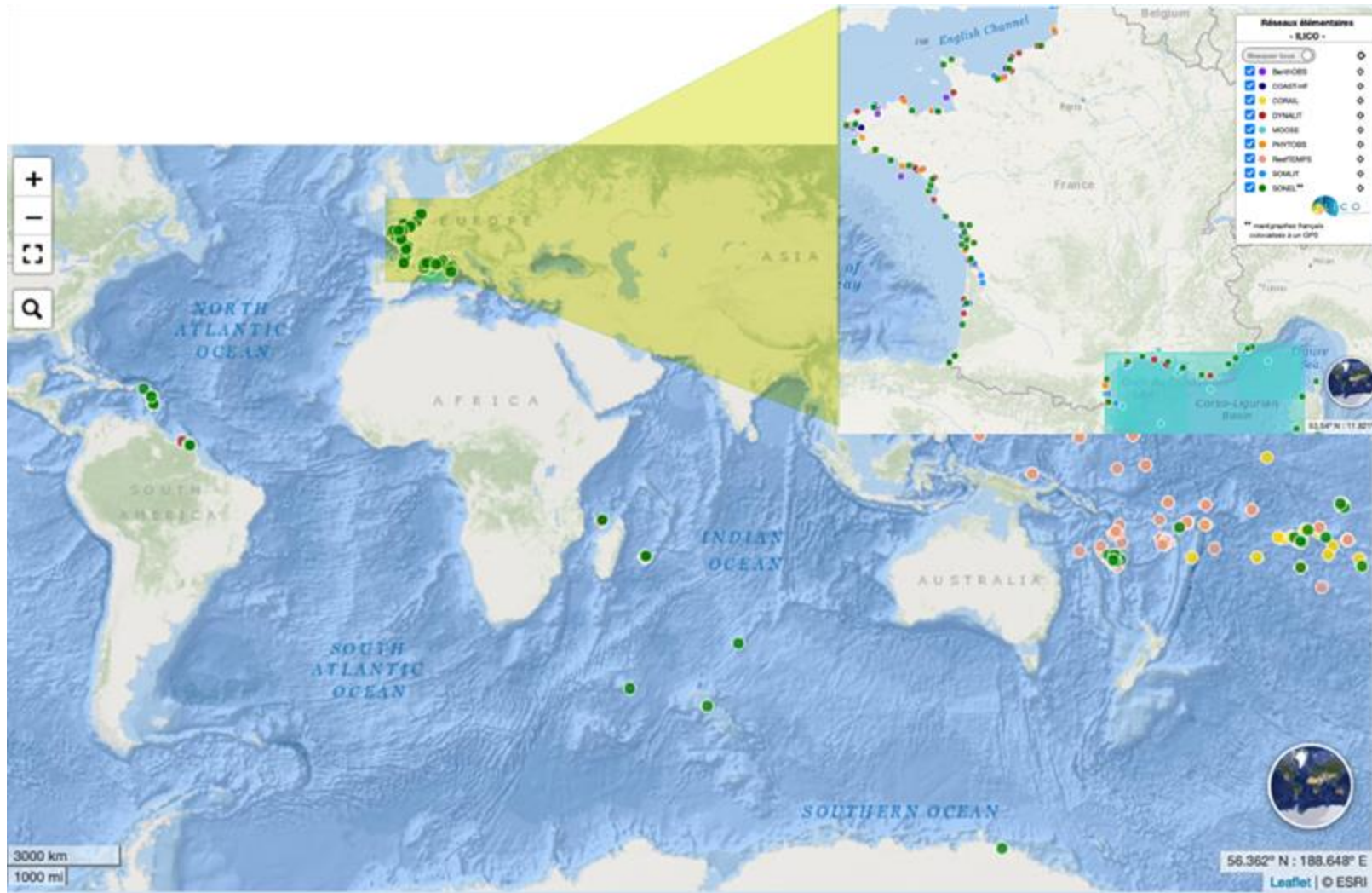


Océanographie physique  
Géomorphologie littorale,  
Météorologie,  
Hydrologie,  
Biogéochimie  
Biologie marine

**500**  
**agents**

# Une IR aux à distribution multiple

Optimiser l'observation et l'utilisation des données pour les enjeux de recherche



Dispositifs multi-disciplinaires  
et multi-plateformes



Sur les 3 façades dans  
l'hexagone et en outremer

# Une IR aux disciplines multiples

Optimiser l'observation et l'utilisation des données pour les enjeux de recherche

| Service labellisé | Objet d'étude  |
|-------------------|--|
| Coast HF          | Paramètres physiques & chimiques Haute Fréquence                     |
| Dynalit           | Trait de côte, morpho-dynamique du littoral                          |
| Moose             | Suivi intégré multidisciplinaire de la Méditerranée                  |
| Phytobs           | Suivi micro- phytoplancton   |
| Somlit            | Evolution physico-chimique des eaux littorales                       |
| Sonel             | Niveau de la mer   |
| Corail            | Evolution des écosystèmes coralliens tropicaux                       |
| ReefTemps         | Evolution des températures des surfaces de l'océan dans le Pacifique |
| Benthobs          | Suivi macrofaune benthique   |
| Sirocco           | Modélisation de l'océan côtier                                       |

Service National d'Observation  
SNO

9  
SNO

2  
Commissions  
spécialisées  
OA et SIC

1 CC  
(vers 2)

Code Communautaire  
CC

# Positionnement institutionnel



# AFFICHAGE NATIONAL

Pluridisciplinaire et multi-tutelles

Depuis 2016

Volonté du MESR de  **fédérer**  les services d'observation des différents organismes de recherche



Révision en 2025

Co-Direction



- Inscription à la Feuille de Route Nationale de IR depuis 2016
- Exercice 2017 : 10 M€/ an de coûts complets, - 90 ETP
- **L'exercice Coût complets sera refait en 2024**
- Infrastructure de recherche **distribuée**

Convention-cadre en cours de signature (2024)



- Nœud Français de **JERICO** (future Infra européenne)

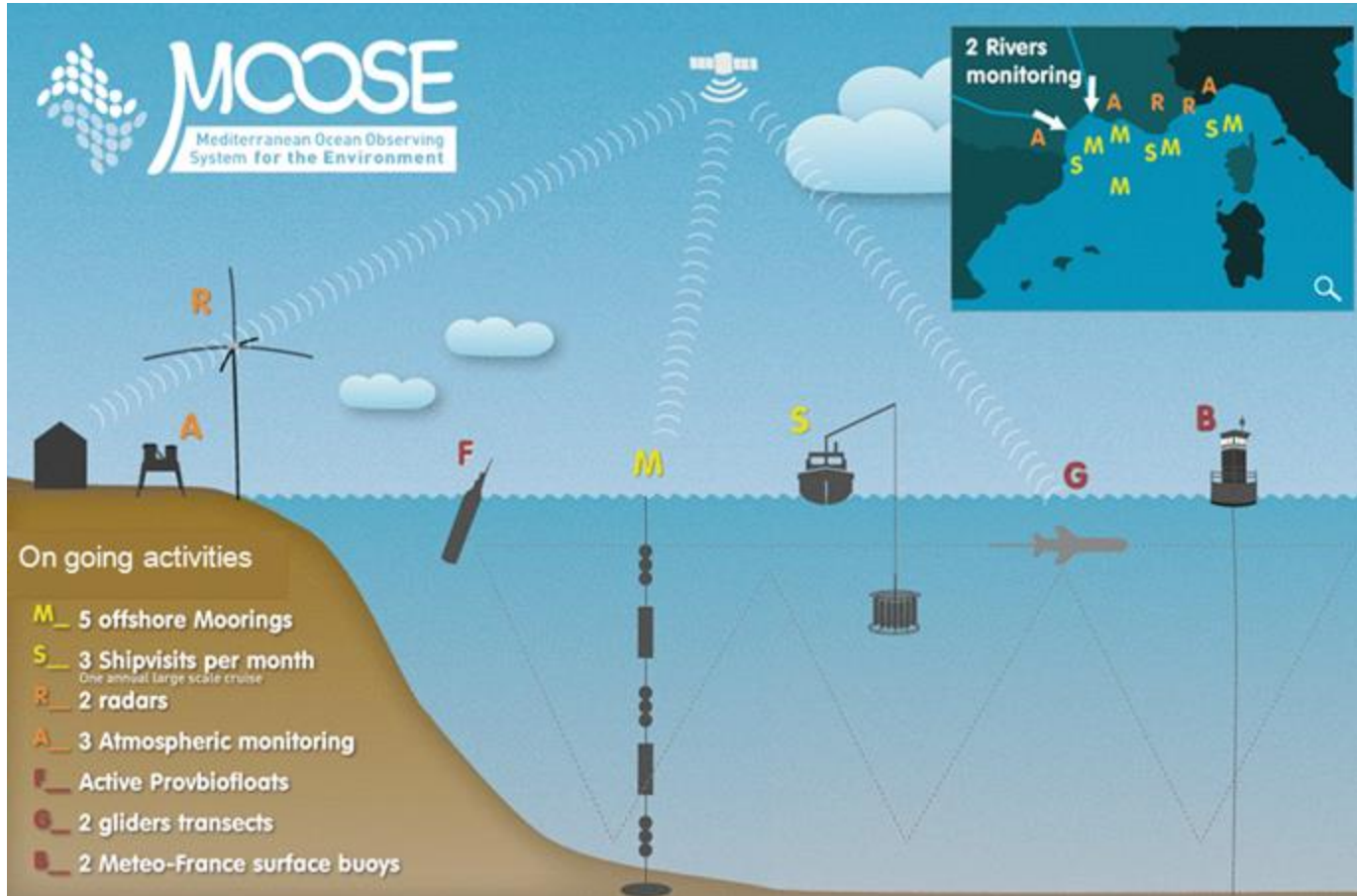
Composante du Fr-OOS



# Intégration des données



## MESR depuis 2010



### SNO basé sur plusieurs thématiques

WP1 : Physique (circulation méso-échelle, variabilité de la convection, « cascading »)

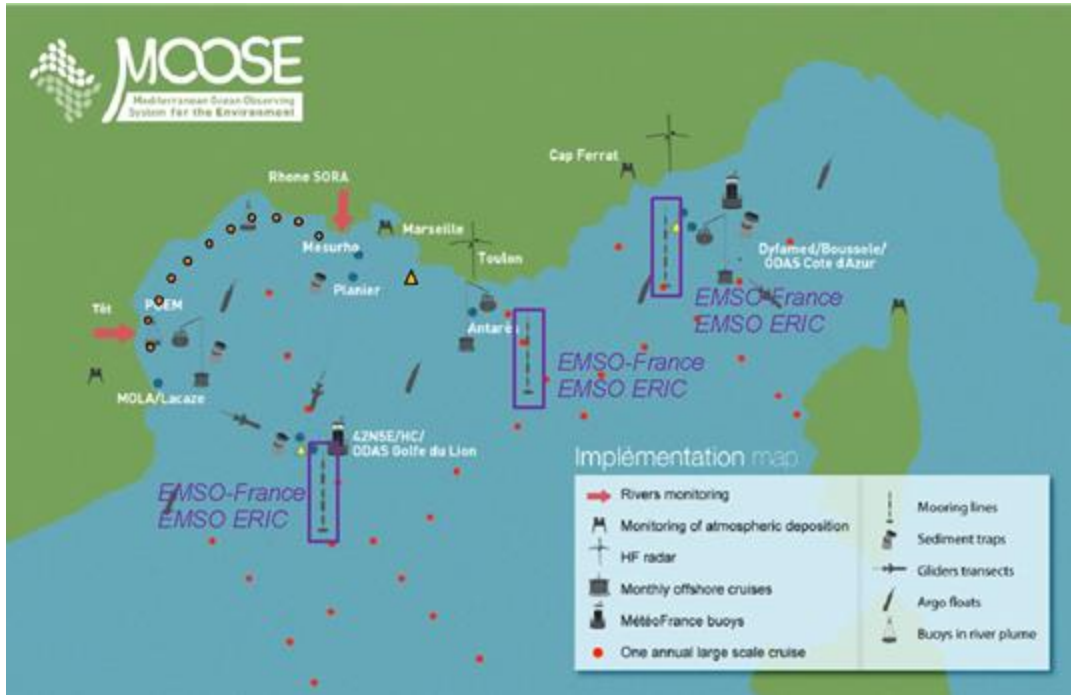
WP2 : Biogéochimie (évolution du contenu O<sub>2</sub>, nutriments, DIC/pH)

WP3 : Biologie (biodiversité & ressources biologiques avec suivi des communautés end-to-end)

WP4 : Apports aux interfaces (fleuves et atmosphère)

**La Méditerranée NO est un bassin très dynamique (circulation 10 fois plus rapide que l'océan global) avec une forte pression des apports externes (fleuves, atmosphère)**

# MOOSE: implémentation & Interactions



Intégration **spatiale** (de la sub-méso-échelle à la méso-échelle & de la surface au profond) et **temporelle** (de la minute à la variabilité interannuelle) pour observer tous les processus (de la physique à la biologie)

Approche multi-plateformes (fixes et mobiles) pour combiner les différentes échelles

Forte implication dans le paysage des IR et projets nationaux (ex. PPR) & européens (Horizon)

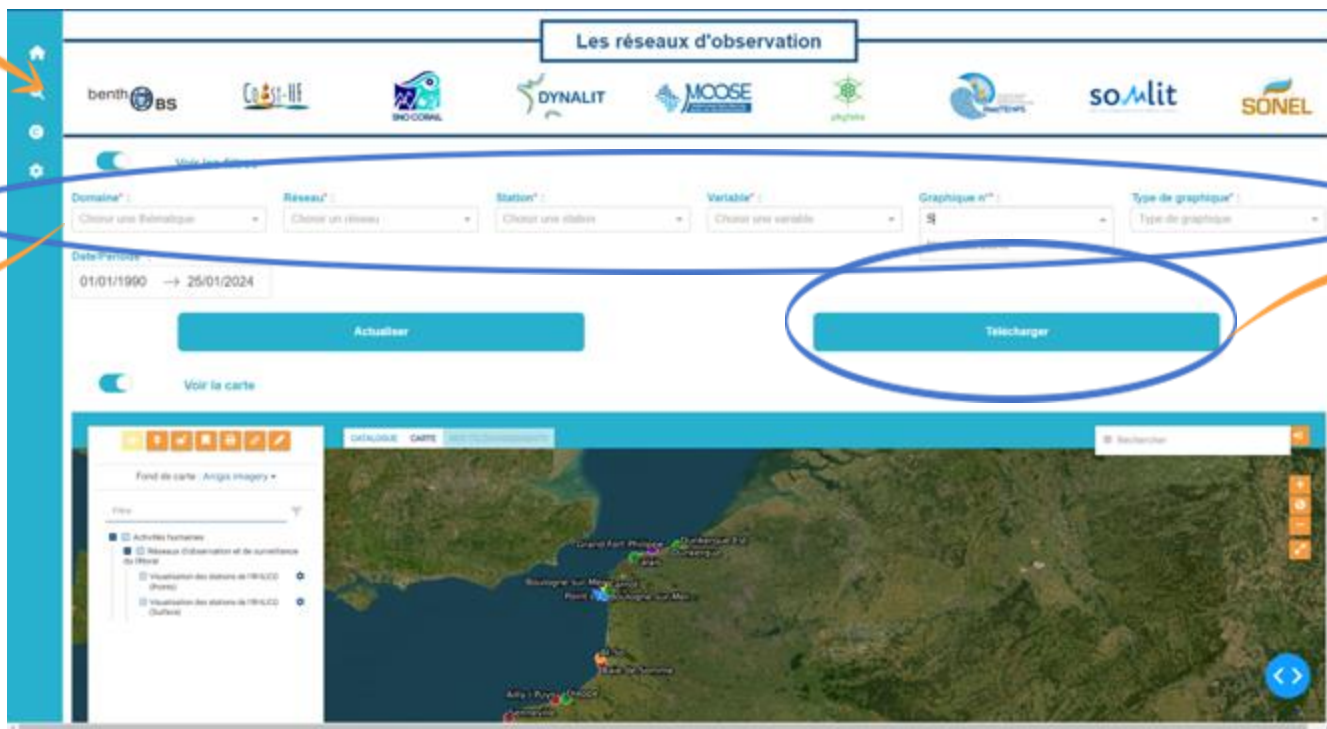




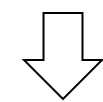
Cf journée FROOS 25/09

# Portail intégrateur : Démonstrateur de l'Observation Littorale et Côtière

Approche spécifique  
Lien vers SNO  
Approche Intégrative Inter-SNO + DCIC  
↓  
Analyses Exploratoires



Téléchargement des données liées au filtre sélectionné



Analyses Approfondies

Filtre intelligent par thématique

Filtre intelligent par région



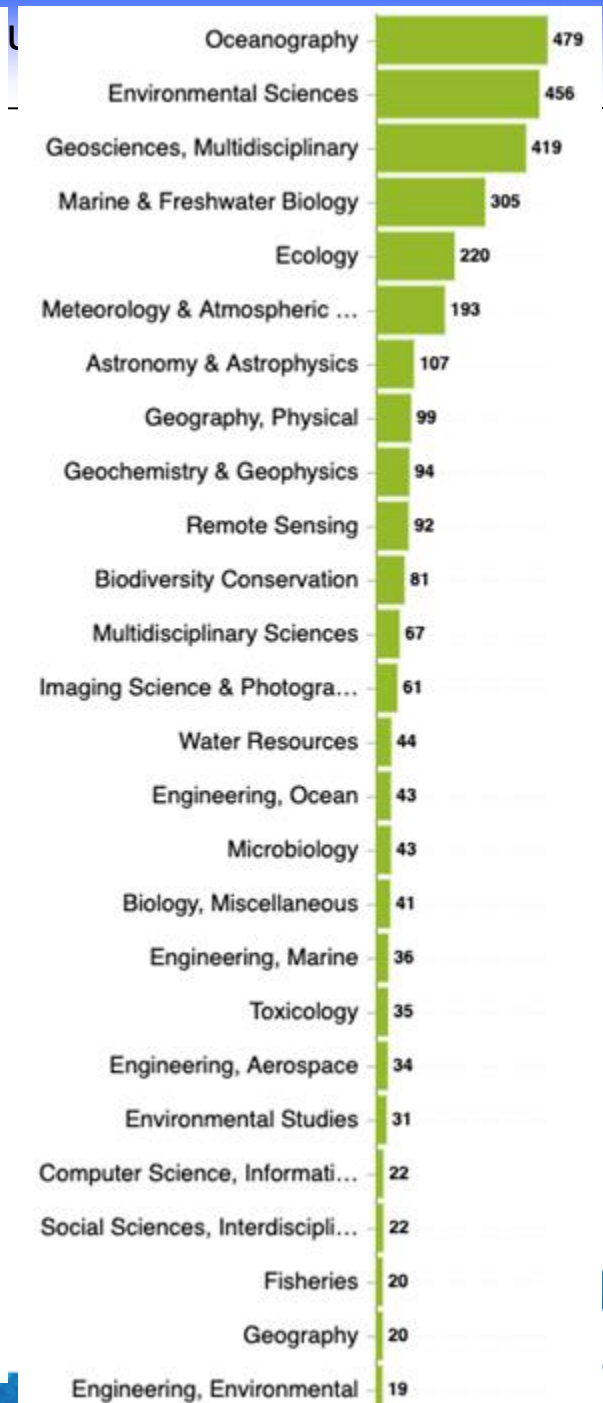
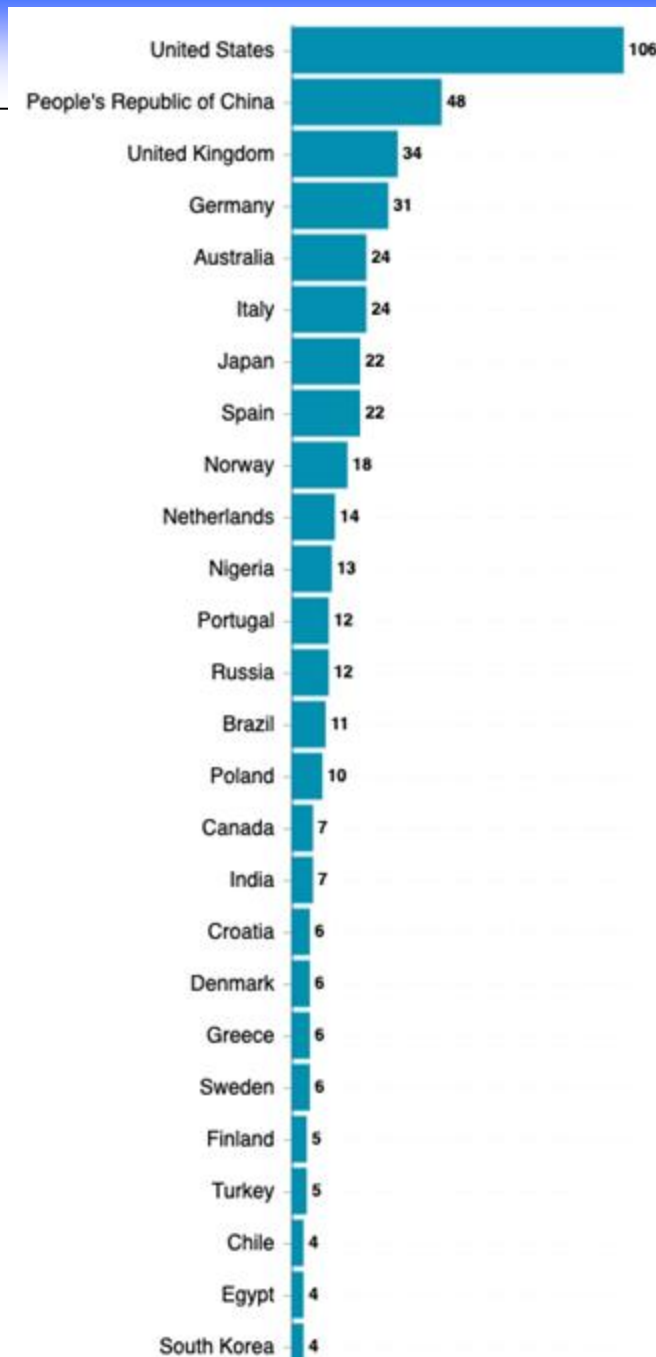
# Analyse bibliométrique



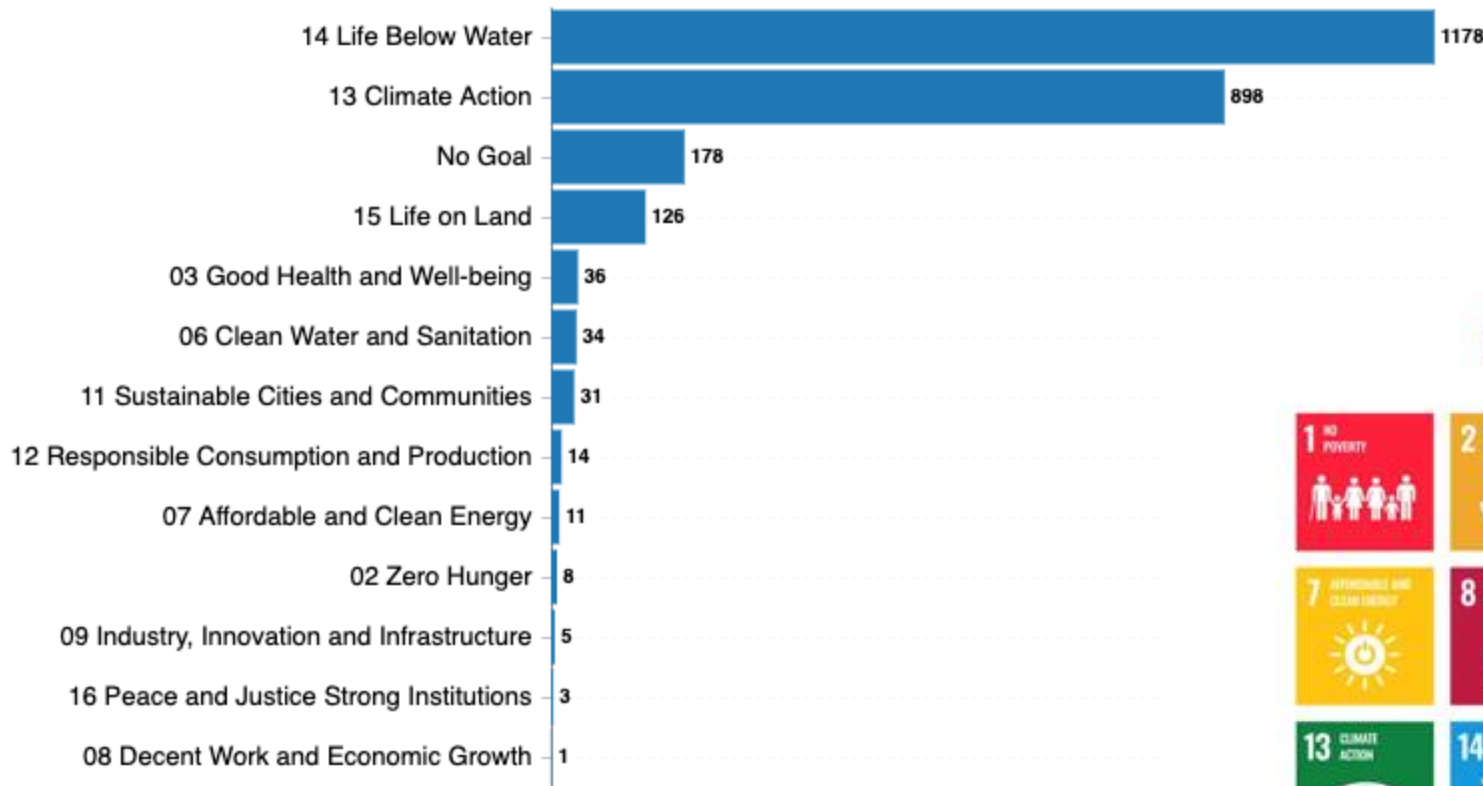
# Europe / International (hors France)

Sur 8 ans 2016-2023

1667 publications



# ILICO contribue à 13 ODD sur 17



+ ODD 17 via la coordination ILICO  
**Partenariats pour la réalisation des objectifs**



# Feuille de route Outremer

Trajectoire Outre-mer 5.0 du Gouvernement  
Ouverture vers l'International

# Notion de Site Transversal Outremer

- 2 ans d'animation ; correspondants ; 3 rencontres sur site
  - Outremer tropicaux et « froids » ; tourné vers l'international
  - Questions scientifiques de territoire
  - Relation avec les acteurs du territoire (Observatoires locaux (ODyC,...); DREAL, DIREN ; Parcs Naturels, Réserves ; ONG ; mairies...)
  - Coordination avec des outils déjà présents (ZA, OHM, SIH...)
  - Coordination avec les projets du PPR Océan Climat et des PEPR
- 
- Apporter aux équipes locales l'appui des SNO et CC ; expertise scientifique et technique/technologique
  - Appuyer la participation aux exercices d'intercalibration; formation
  - Accompagner la bancarisation et ouverture des données

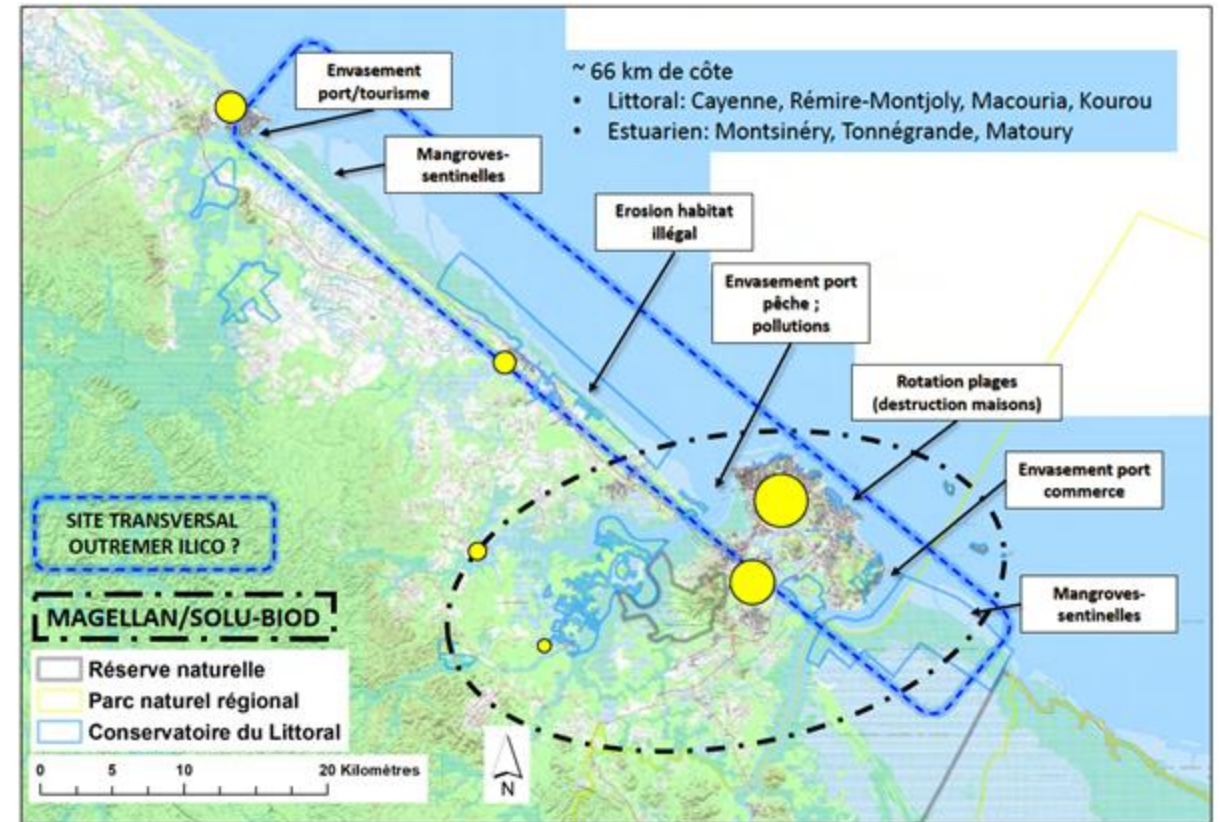
# Création du Site Transversal Outremer de La Réunion

- Côte ouest de l'île : zone où le récif corallien est le plus développé et où la densité de population littorale est très élevée
- Question : évolution et résilience d'un socio-écosystème récifal frangeant d'une île océanique haute aux bassins versants remarquables et à la pression démographique importante dans le cadre du changement global
- Adaptation de protocoles de type SNO Dynalut, ReefTemps, Sonel, BenthObs et Somlit



# Réflexion sur un Site Transversal Outremer de Guyane

- Entre Cayenne et Kourou : enjeux démographiques, d'aménagement, industriels, économiques, touristiques, de biodiversité
- Question : évolution du fonctionnement des écosystèmes de mangrove littorale et estuarienne, comprendre leurs capacités de résilience et leurs transformations.
- Adaptation de protocoles de type SNO Dynalit, Sonel, Coast-HF, Somlit dans un premier temps ; modèles / satellite



« Les 8 jours de l'Observation littoral et du côtier »

**Brest :**

**18-22 Novembre** : AG le 19 ; instances ; colloque du 20 au 22

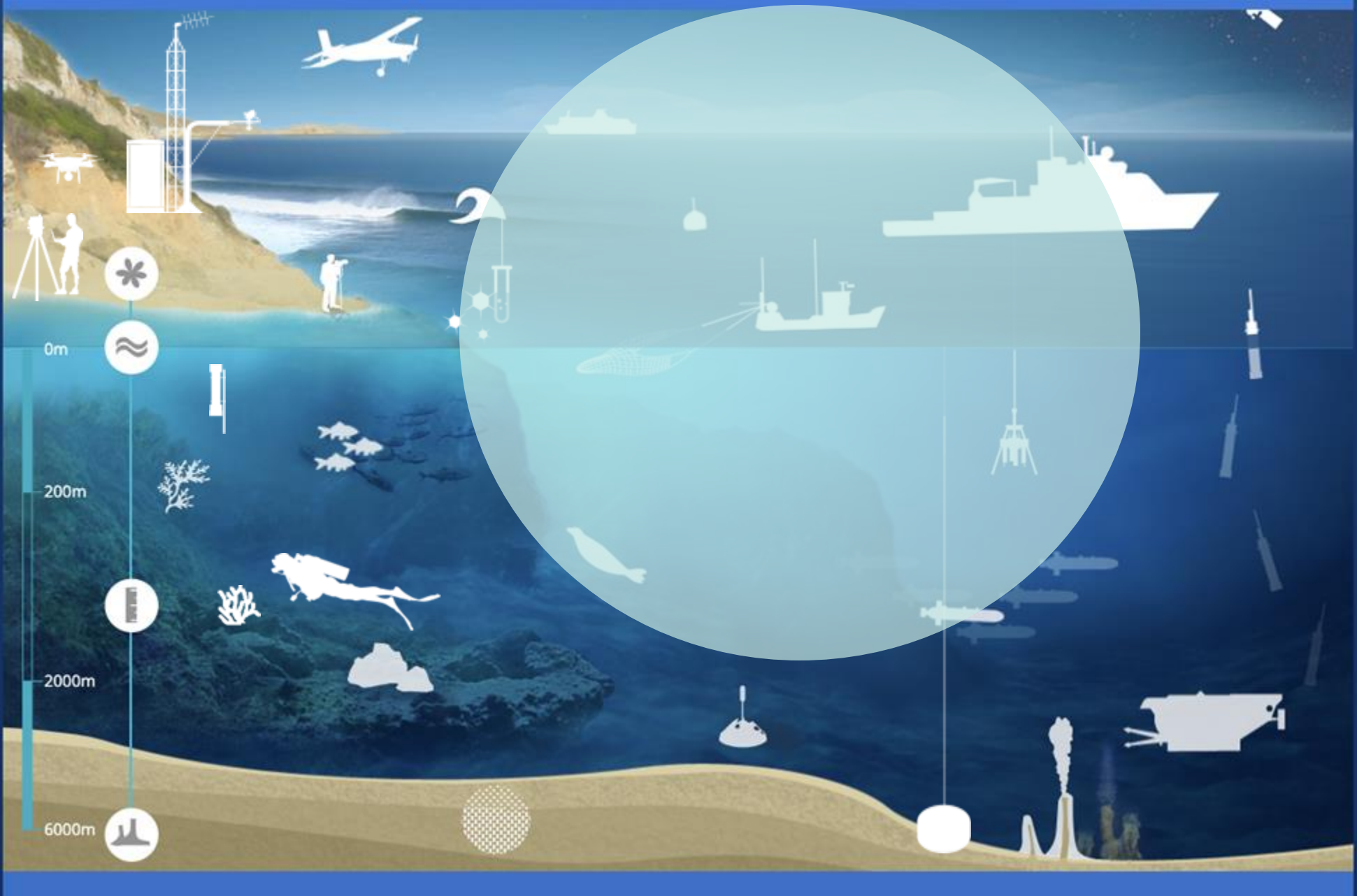
**Paris :**

**26 novembre** : Symposium Observation littorale et Côtière en Outremer : Bilan et Perspectives

[film de 2'30 :](#)

<https://www.ir-ilico.fr/?20240708PresentationIrIlicoVideo/iframe>







# Océan Hauturier In Situ

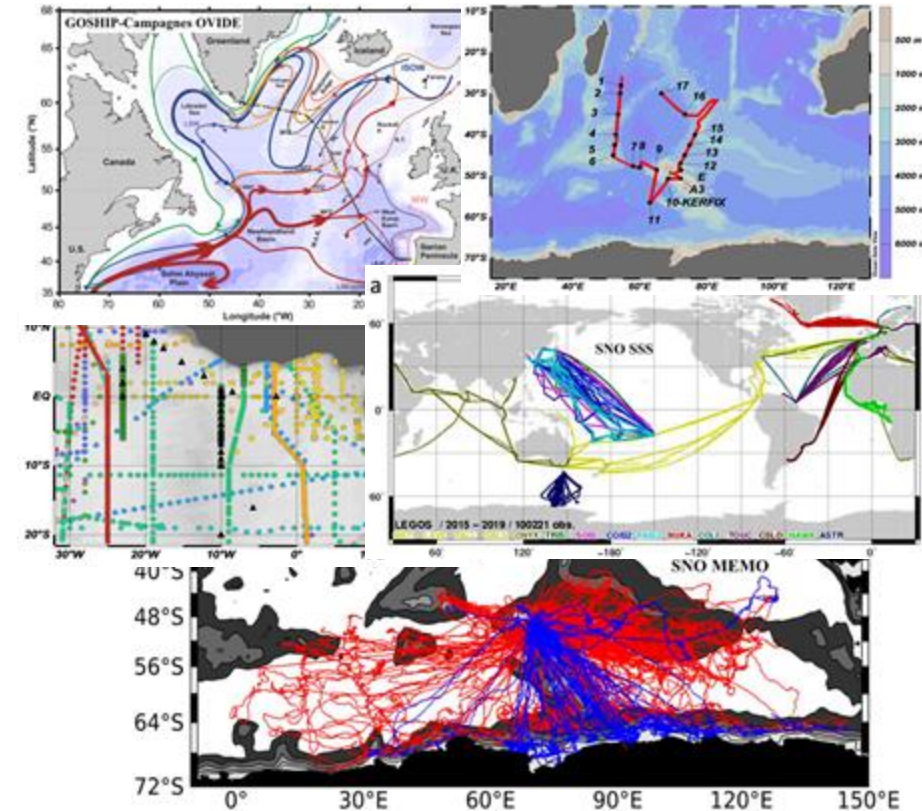
## 1. Structuration autour des systèmes d'observation multi-plateformes et multi-organismes reconnus :

- ✓ **SNO-MEMO** : Mammifères échantillonneurs du Milieu Océanique
- ✓ **SNO-COOL** : CO<sub>2</sub> Océanique Observation à Long-terme
- ✓ **SNO-PIRATA** : Interaction océan-atmosphère dans l'Atlantique tropical
- ✓ **SNO-SSS** : Sea surface salinity
- ✓ **GO-SHIP/OVIDE**: Observatoire de la variabilité interannuelle à décennale en Atlantique Nord

## 2. Un rôle d'incubateur pour des systèmes d'observation à consolider :

- ✓ **Carbone & CO<sub>2</sub> océanique en lien avec ICOS**
- ✓ **Courants marins de sub-surface**

## 3. Une interface structurée et structurante sur les méthodes et données et sur la stratégie d'observation avec les autres IRs marines

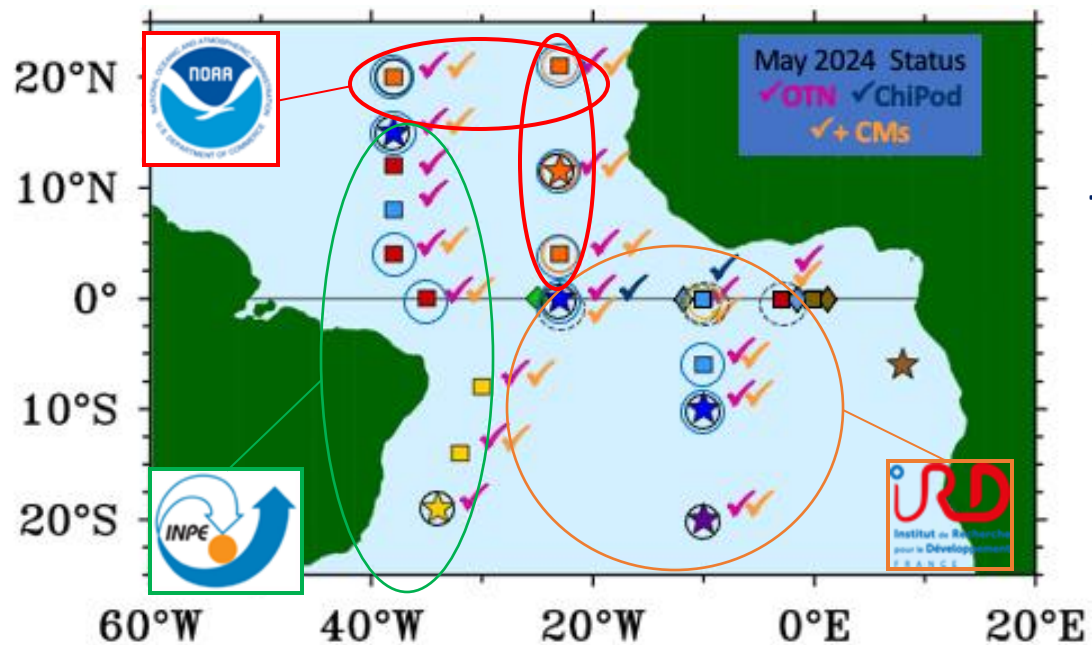




# PIRATA — Prediction & Research moored Array in the Tropical Atlantic

## Élément essentiel du Tropical Atlantic Observing System

Depuis 1997, SNO depuis 2001



- ❖ Réseau de 18 bouées météo-océaniques ATLAS/TFLEX :  
*paramètres atmosphériques + EOVS (T, S, courants, O<sub>2</sub>)*
- + 3 mouillages courantométriques (ADCP) à 0°-23°W, 0°-10°W, 0°-3°W
- ❖ Campagnes à la mer annuelles : ~ 40 jours de mer / an / pays
- ❖ Déploiement de flotteurs Argo (internationaux)
- ❖ Déploiement de bouées de surface
- ❖ Contributions aux SNO SSS & COOL

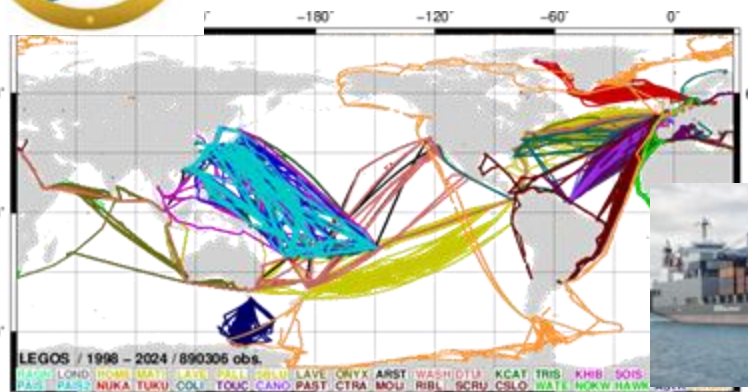
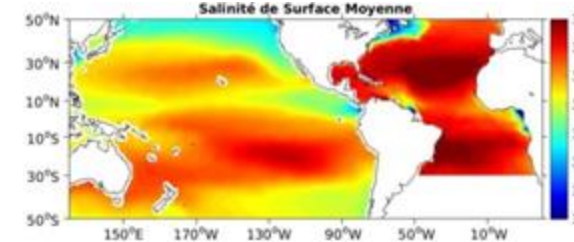


- Mesures en mer de paramètres physiques, biogéochimiques (O<sub>2</sub>, sels nutritifs, Chl pigments, pH/TA, POM ...) et biologiques (sargasses, thons ...)
- Exemple de système d'observation intégré, élément essentiel du TAOS (WCRP & GOOS/GCOS, OMM), production de EOVS/ECVs pour l'Atlantique Tropical, longues séries temporelles
- Données clés pour tous les services opérationnels, de référence pour les agences spatiales



# SSS – Sea Surface Salinity

Initié il y a 50+ ans, labellisé depuis 2002



## ❖ + de 50% des observations TSG mondiales

- Collecte/Traitement/Distribution des données
  - temps réel pour océanographie opérationnelle
  - temps différé (produits alongtrack/grillés) pour cal-val modèle/paléo/satellite et recherche

## ❖ Collaborations internationales pour mesures multi-paramètres

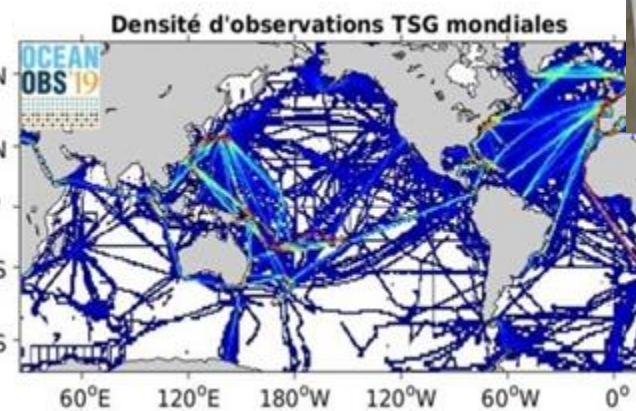
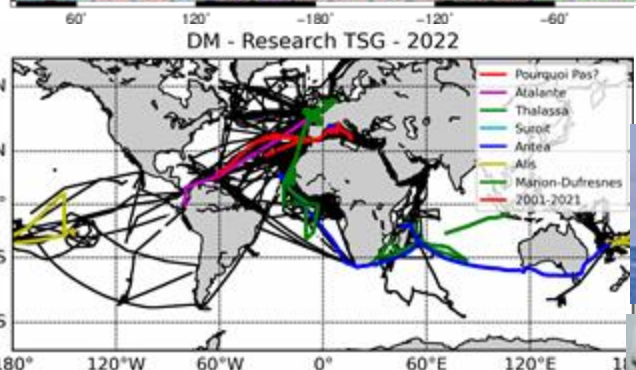
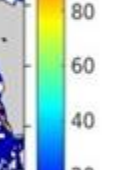


## ➤ Contribution capitale à l'EOV/ECV SSS

- signature du cycle de l'eau
- contrôle la densité/stratification (AMOC, panaches fluviaux...)

## ➤ Élément essentiel de validation/calibration

- Plateformes autonomes (Argo, SVP, ...)
- Mesures spatiales de la SSS





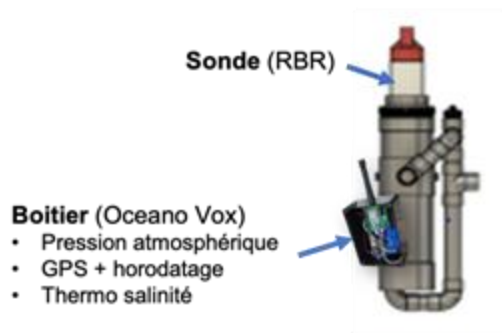
# Démocratisation de la collecte de données Océanographie à la voile

## Citizen Into Science

Low tech & low-cost ocean data acquisition – TSG Gaillard



### Solution IoT



### Cloud



### Application web + API



Navires d'opportunité  
Application mobile



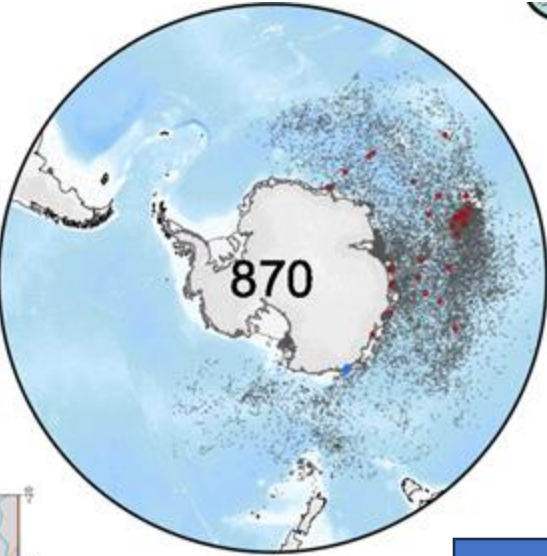
50% de la flotte équipée d'instruments/capteurs

8 flotteurs ARGO, des bouées météo, des collections d'e-ADN et de micro-plastiques - 2 prototypes TSG Gaillard

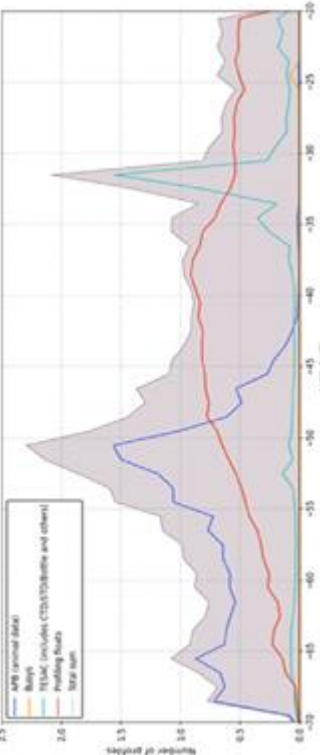


# MEMO — Mammifères Echantillonneurs du Milieu Océanique

## Depuis 2004



- ❖ 870 balises CTD déployées sur éléphants de mer et phoques de Weddell
- ❖ + de 80% des profils T/S au sud de 60°S
- ❖ 95% des profils T/S, associés à la banquise
- ❖ Collaborations internationales pour mesures multi-paramètres

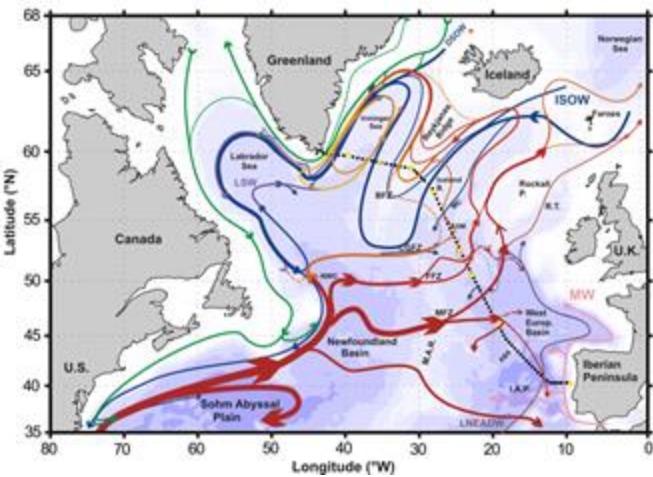


Contribution des phoques océanographes (en bleu) dans l'observation du secteur indien de l'OA en complément des autres systèmes d'observation (navires océanographiques en bleu-vert, profileurs en orange).

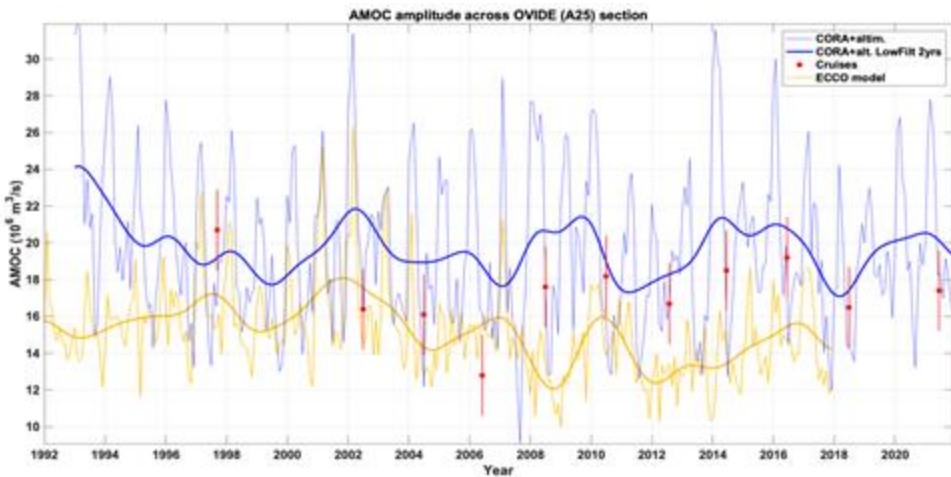
- Contribution fondamentale à la collecte de différentes EOVs/ECVs (y compris biologiques) en régions polaires
  - Excellente complémentarités avec le programme Argo
  - Premiers 700-1000 m de la couche d'eau, sous la banquise
- Élément essentiel de validation/calibration des mesures spatiales dans les régions polaires
- Observations d'aide à la décision (écosystèmes polaires, MPAs)
- Développement de nouvelles observations (état de la mer, ...)



Depuis 2002



- ❖ Section biennale Groenland-Portugal (A25 dans GO-SHIP)
- ❖ Observatoire intégré (~100 flotteurs ARGO, mesures de biogéochimie)
- ❖ Tests de nombreux capteurs innovants
- ❖ Données -> entraîner/valider les réseaux de neurones (cycle du carbone)
- ❖ Collaborations internationales pour mesures multi-paramètres
- ❖ Référence pour les propriétés de l'océan profond

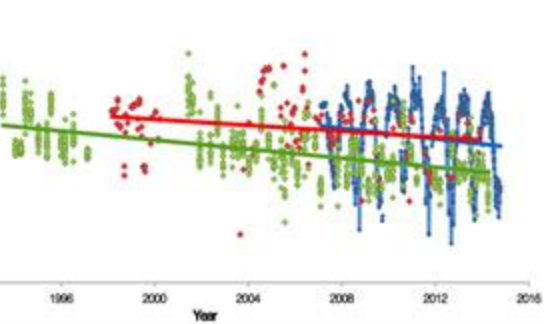
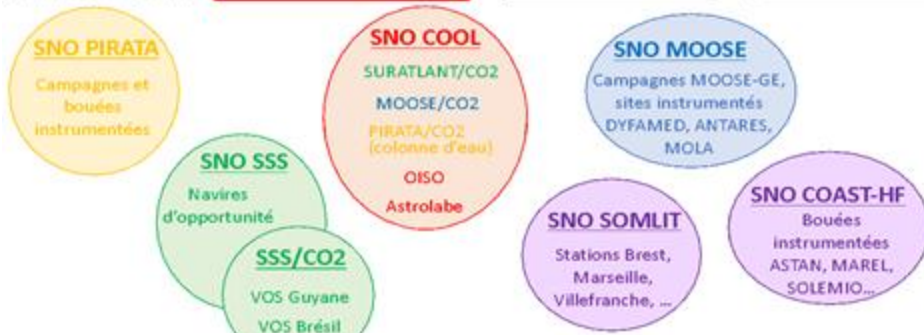
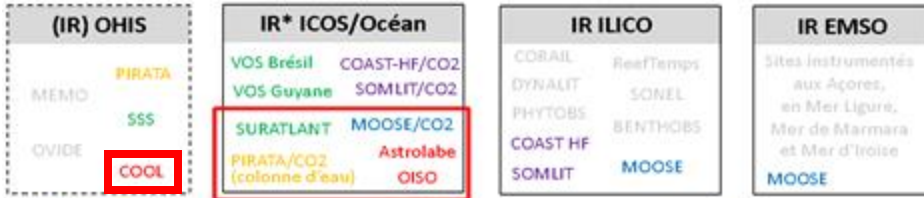


- Production d'indicateurs à partir d'observations **multiplateforme**: Série temporelle de l'AMOC à travers la section, de 1993 à 2021 (données navire, Argo, altimétrie satellitaires); acidification profonde, transport de nutritifs, stockage de carbone
- Mesures essentielles d'EOVs/ECVs pour la **validation/calibration** (Argo, satellites, modèles numériques, prévisions décennales et projections)
- L'un des éléments clé dans le développement d'un *Atlantic Observing System*



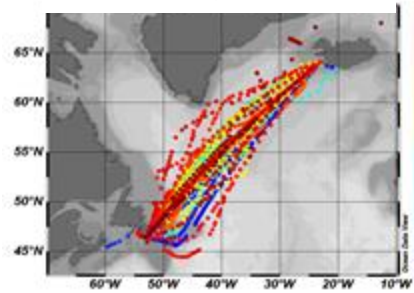
# Nouveau: COOL – CO2 Océanique Observation à Long-terme

Paysage national pour les séries de CO2 océanique



pH/SURATLANT

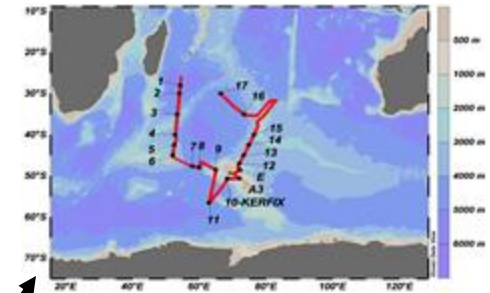
SURATLANT/CO2  
Atlantique Nord



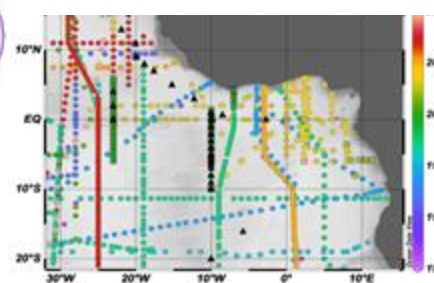
MOOSE/CO2  
Méditerranée Occidentale



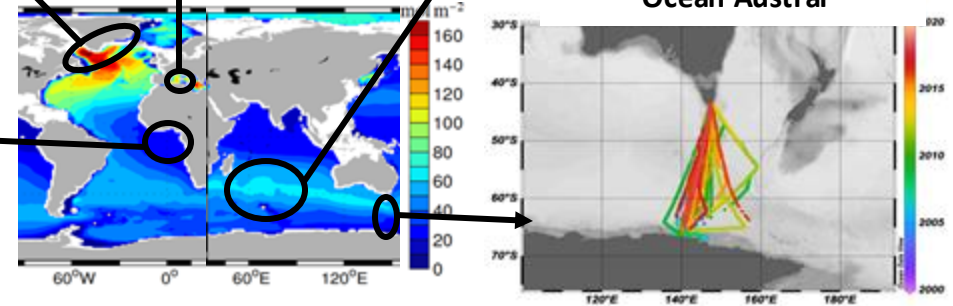
OISO  
Indien Sud et Austral



PIRATA/CO2 colonne d'eau  
Golfe de Guinée



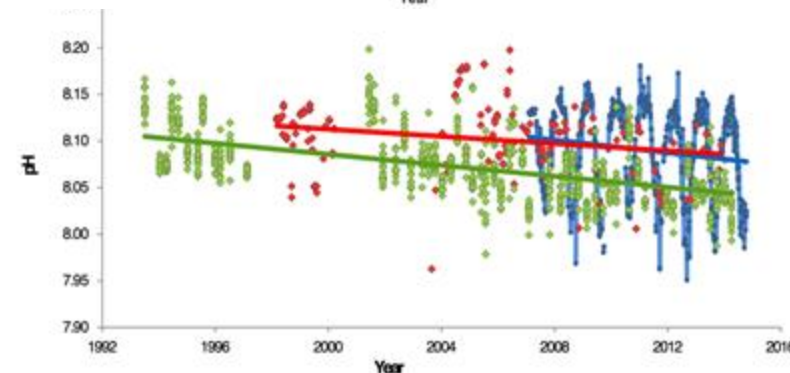
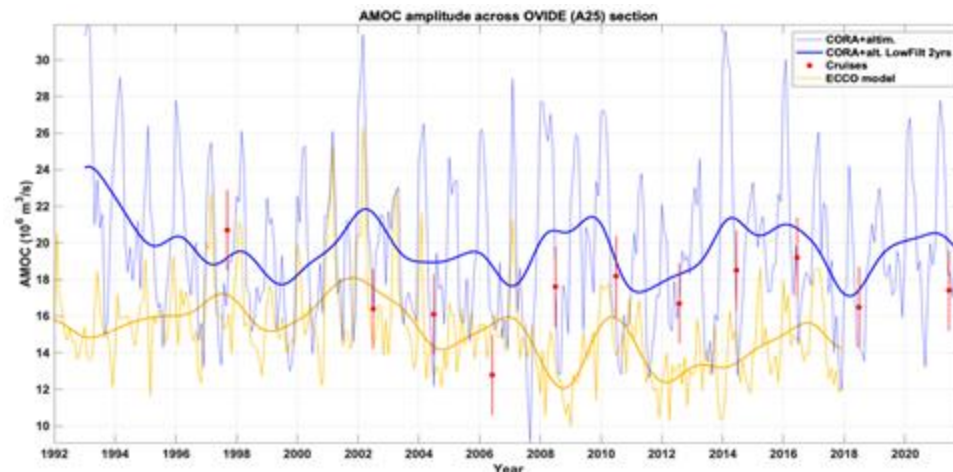
Astrolabe  
Océan Austral



Inventaires de CO2 anthropique (Khatiwala et al., 2023)

- Production d'EOVs/ECVs physiques et biogéochimiques pour la validation/calibration (cycle du carbone océanique mais pas uniquement)
- Production d'indicateurs à partir d'observations multidisciplinaires

- ❖ Structuration et intégration des différents systèmes d'observation pérennes de l'océan hauturier
- ❖ Harmonisation des stratégies et priorités
- ❖ Incubation des système d'observation à consolider
- ❖ Cohérence des données et des techniques avec les IR marines
- ❖ Visibilité international
- ❖ Formation par la recherche et techniques d'observation (Nord et Sud)
- ❖ Important contribution à OMM/GOOS/GCOS

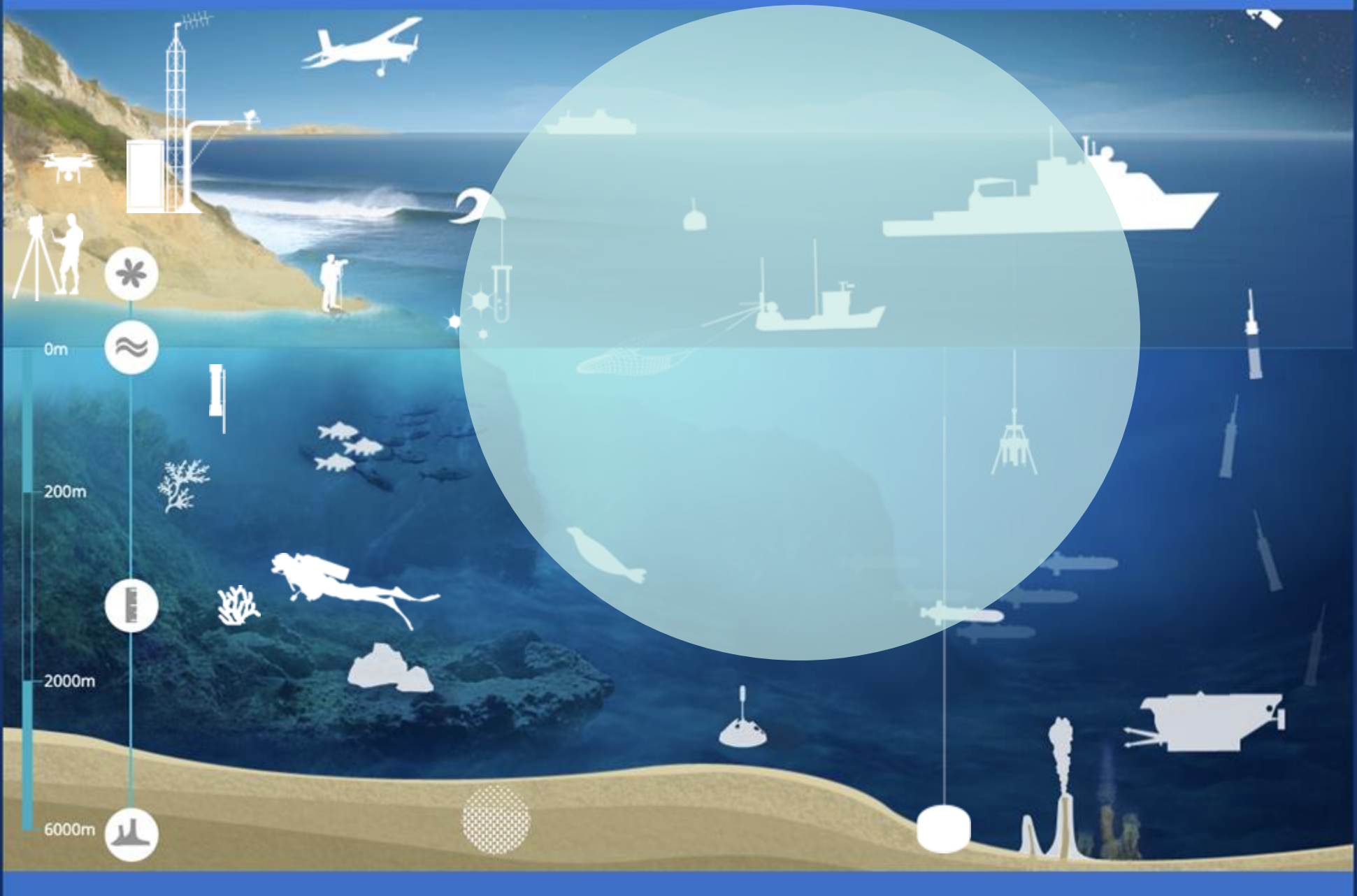




# Océan Hauturier In Situ

Pascale Lherminier, Sabrina Speich

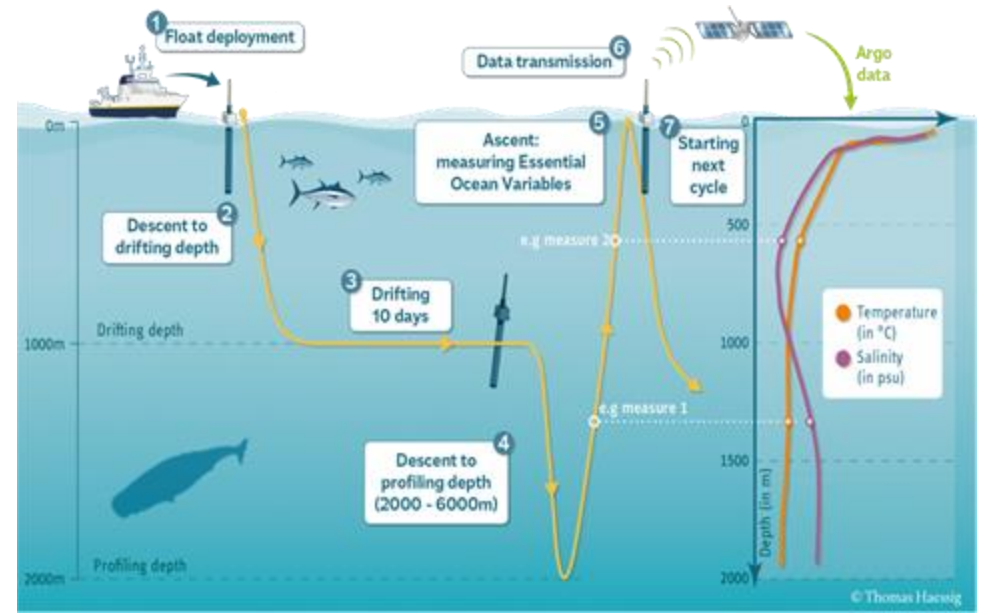
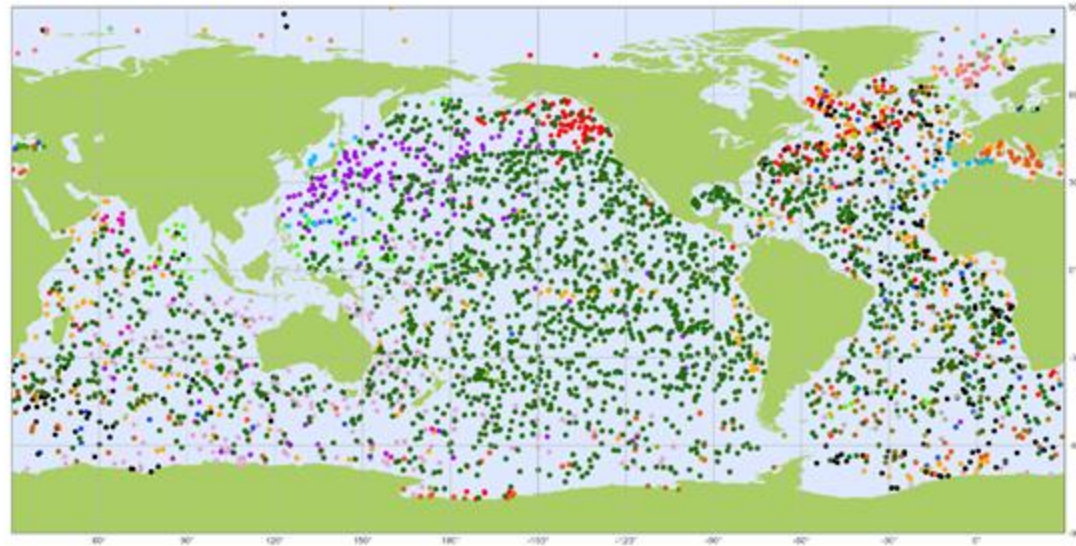




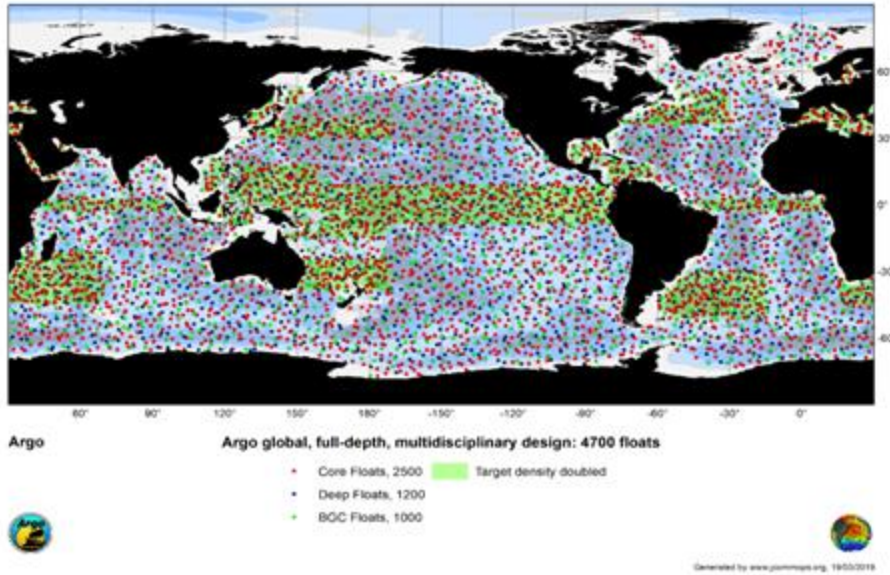


# Argo-France

V. Thierry et le comité de pilotage Argo-France



# Argo composante essentielle de GOOS, devient OneArgo: un réseau global d'observations de l'océan, surface-fond et multidisciplinaire



**Core-Argo (objectif: 2500 flotteurs)**  
 ⇒ enjeu: couverture accrue dans les mers marginales, courants de bords et bande tropicale



**Deep Argo (objectif 1200 flotteurs)**  
 ⇒ enjeu: rôle de l'océan profond sur le bilan énergétique de la planète et l'augmentation du niveau de la mer



**BGC Argo (objectif 1000 flotteurs)**  
 ⇒ enjeu: puits de carbone océanique, acidification et désoxygénation des océans



**Polar-Argo:**  
 ⇒ enjeu: couverture accrue aux hautes latitudes



## Argo-France

Acteur majeur du programme Argo (1998) et de l'ERIC Euro-Argo (2014)

IR\* Euro-Argo-France depuis 2014, labellisé SNO par l'INSU depuis 2011

Instituts partenaires: Ifremer, CNRS, SHOM, UBO, SU

**Objectif** ⇒ Soutien OneArgo à hauteur de 80 flotteurs/an

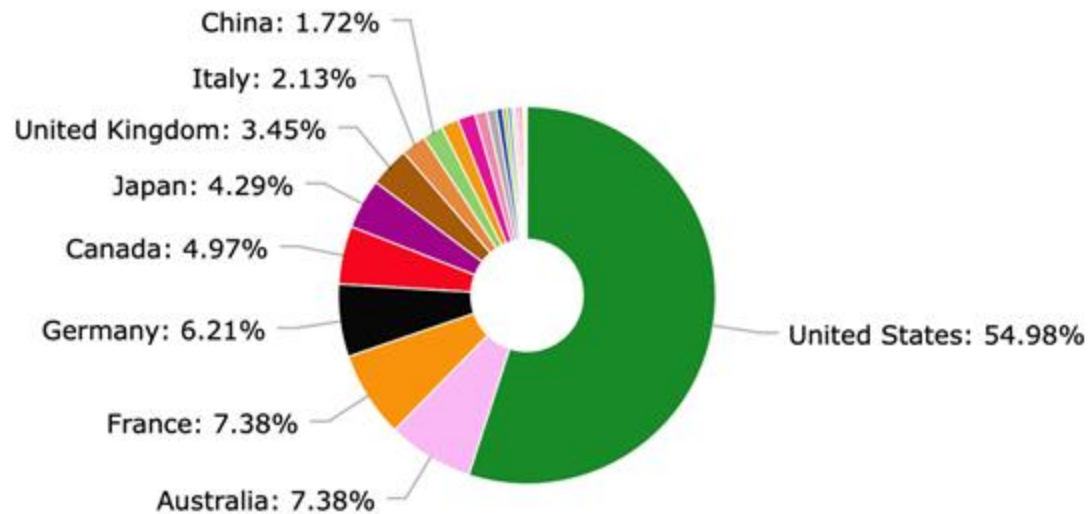
**Actuel** ⇒ 55-60 flotteurs/an (25 core, 11 deep, 11 core-O2, 11 BGC)

⇒ 30% de budget récurrent; 70% de budget sur projet

**292 flotteurs français**

⇒ 7,4 % des efforts internationaux

⇒ 30% des efforts européens (objectifs 30%)

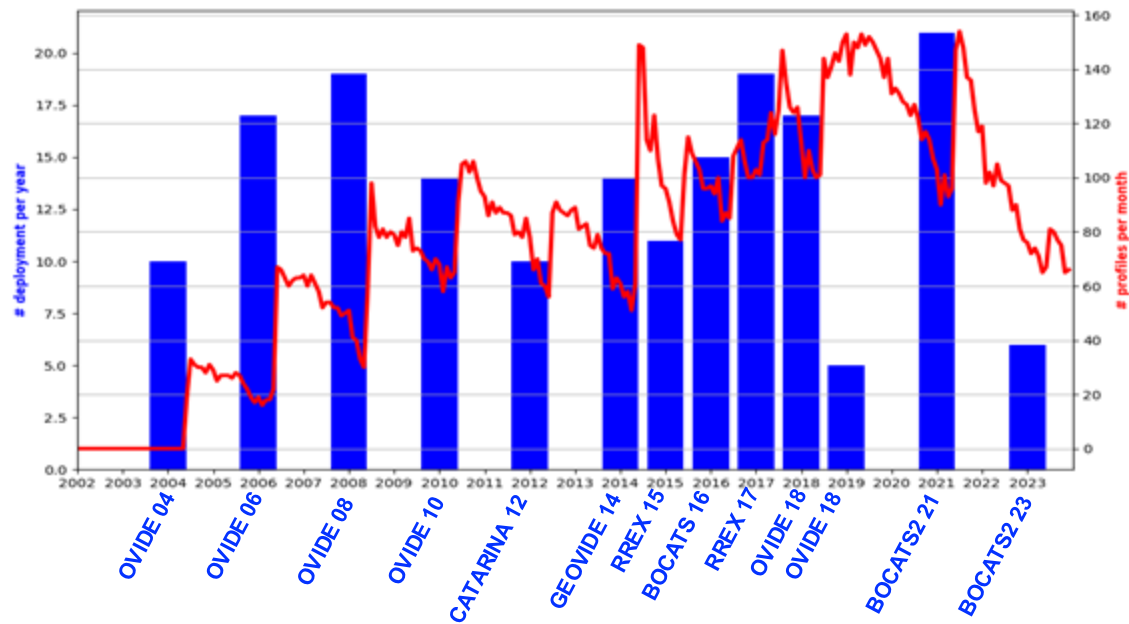


Contribution par pays (%) en fonction du nombre de flotteurs actifs

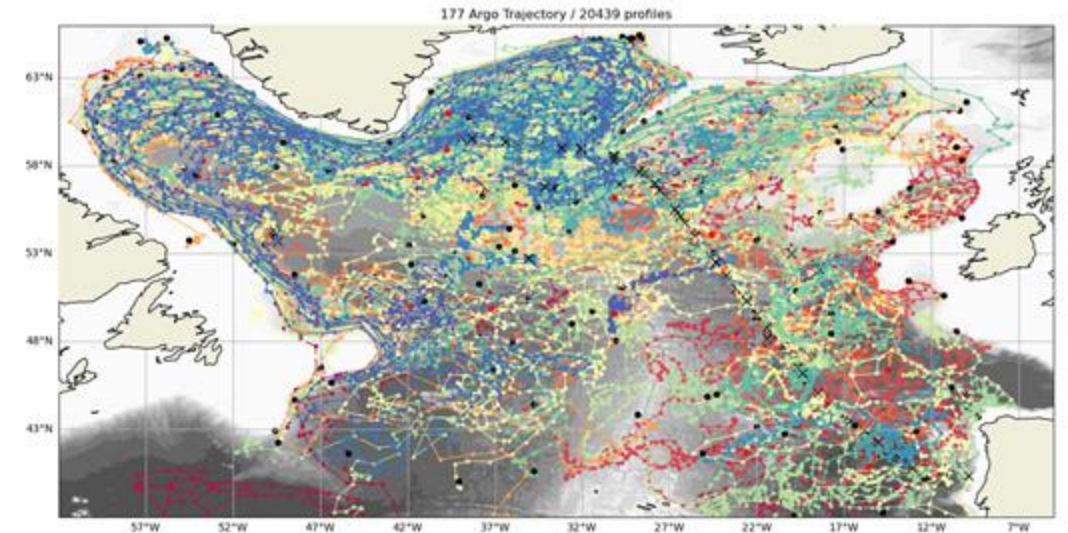


## Complémentarité GOSHIP-Argo

### Les campagnes OVIDE ont contribué à 14% de l'échantillonnage Argo dans le gyre subpolaire de l'Atlantique Nord



### Trajectoires des flotteurs depuis les campagnes OVIDE-BOCATS (et campagnes associées)



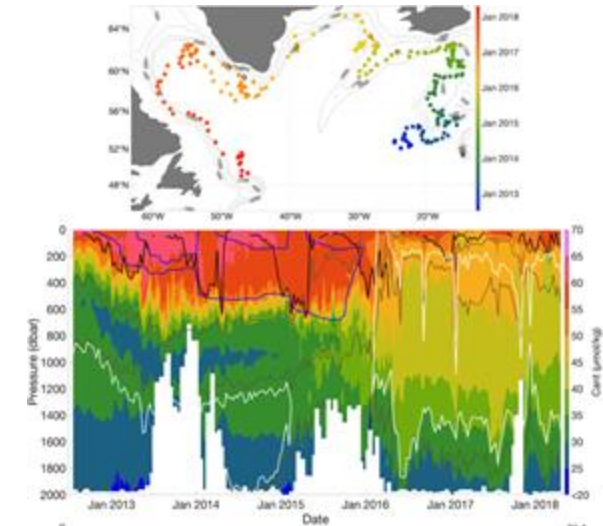
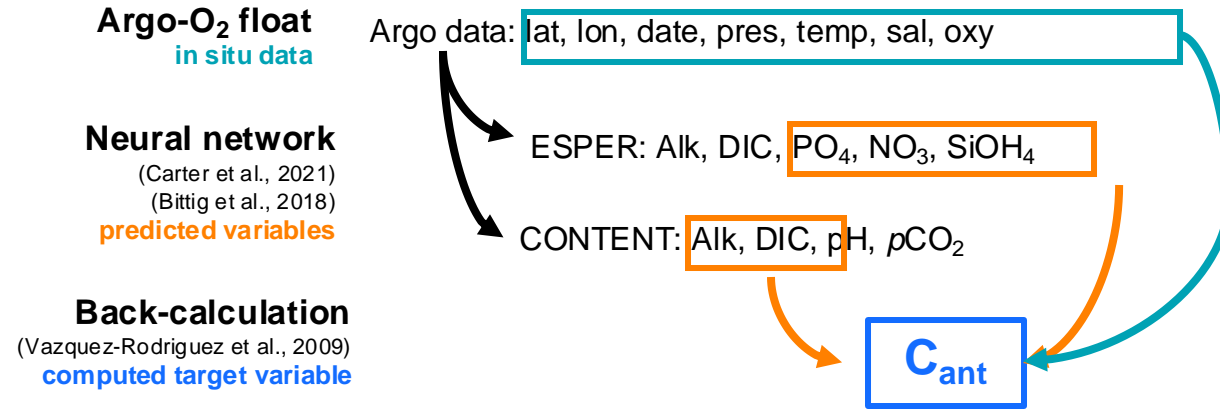
### Etudes couplés OVIDE-Argo:

- *Chaleur*: e.g. Piron et al. (2016), Desbruyères et al. (2022)
- *Oxygène*: e.g. Feucher et al. (2022)
- *Cant (slide suivante)*: e.g. Asselot et al. (2024a, 2024b in prep.)

- + Launch location
- Last location (inactive)
- Last location (active)

# Anthropogenic carbon estimates from Argo-O<sub>2</sub> - complementarity with GOSHIP data

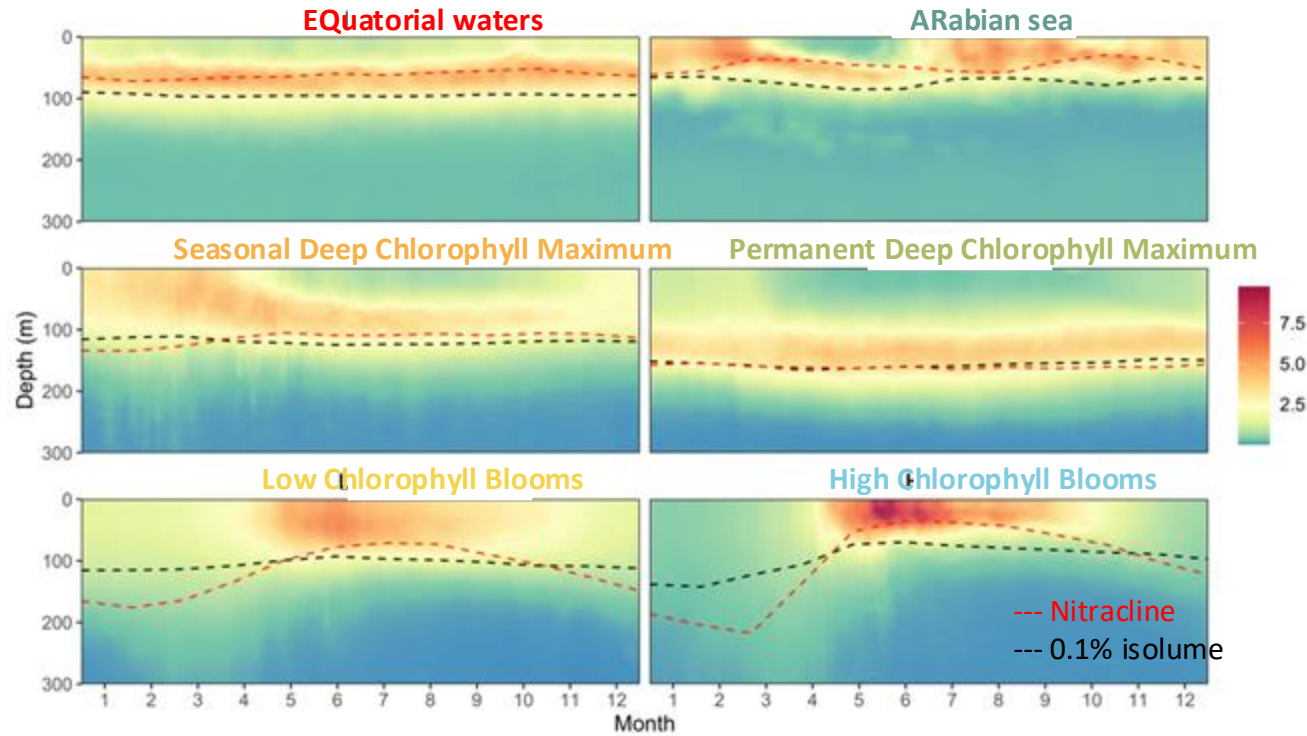
## PROOF OF CONCEPT (Asselot et al., 2024a, Nat. Comms.)



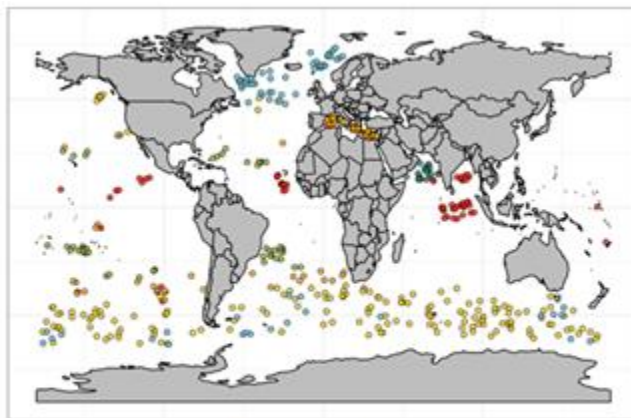
## IRMINGER SEA C<sub>ant</sub> INVENTORY (Asselot et al., 2024b, to be submitted)



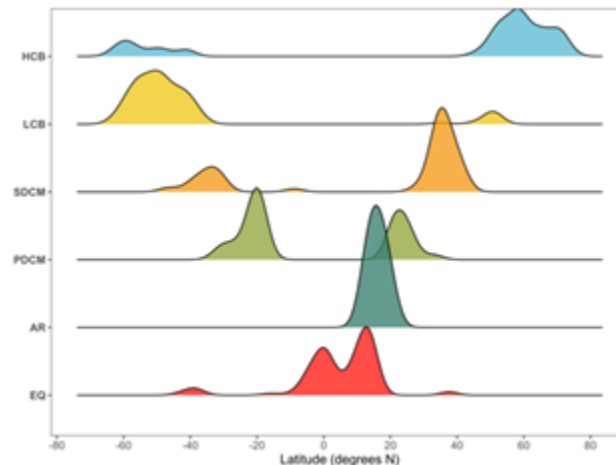
- Good agreement with cruise-based C<sub>ant</sub> inventories (same depth range and C<sub>ant</sub> determination method).
- Demonstrated complementarity Argo & cruise-based GO-SHIP observations.
- Extension to Deep-Argo-O2
- **Novel results :**
  - ✓ **Inventory of C<sub>ant</sub> at high temporal resolution** (Asselot et al. 2024b, in prep. AGU Adv; left figure)
  - ✓ **Mapping pathways of C<sub>ant</sub> deepening at high spatio-temporal resolution** (Asselot et al., 2024a)



Relative Chla



• EQ • AR • PDCM  
• SDCM • LCB • HCB



## BGC-Argo : a unique source of data for ocean biogeography

- **Bioregionalisation with BGC-Argo**
  - Interooperable datasets of physico-chemical fields ( $O_2$ , light, nutrients) and biological response (e.g.  $Chla$ ,  $b_{bp}$ ) to develop comprehensive "full-depth" biogeography
  - **Left** : first biogeography based on BGC-Argo
    - > 400 complete yearly time-series
    - Clustered according to  $b_{bp}$  and  $Chla$
    - Here : six clusters with average  $Chla$  as example
    - To be refined with on-going densification and globalization of the BGC-Argo fleet
- **Potential applications : "objective" definition of bio-regions for :**
  - Establishing specific observation programs at regional scale (e.g. BCP see after)
  - Initialization / validation of biogeochemical models at regional scale thanks to multi-variables datasets.

## Antoine Hochet: Chaire de Professeur Junior CNRS au LOPS pour Argo (à partir de Dec 2024)

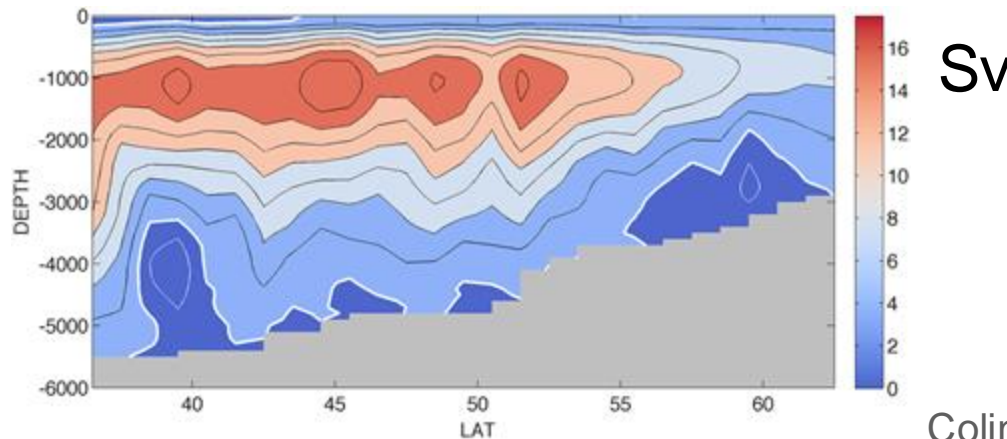
**Projet de Recherche:** Mécanismes des variations grandes échelles de la salinité aux périodes saisonnières à décennales à partir d'observations.

Rôles respectifs  
des différents processus  
océaniques et atmosphériques

Diminuer les incertitudes  
sur les budgets d'eau  
douce par bassin

Fournir des contraintes sur  
les mécanismes pour la  
modélisation numérique

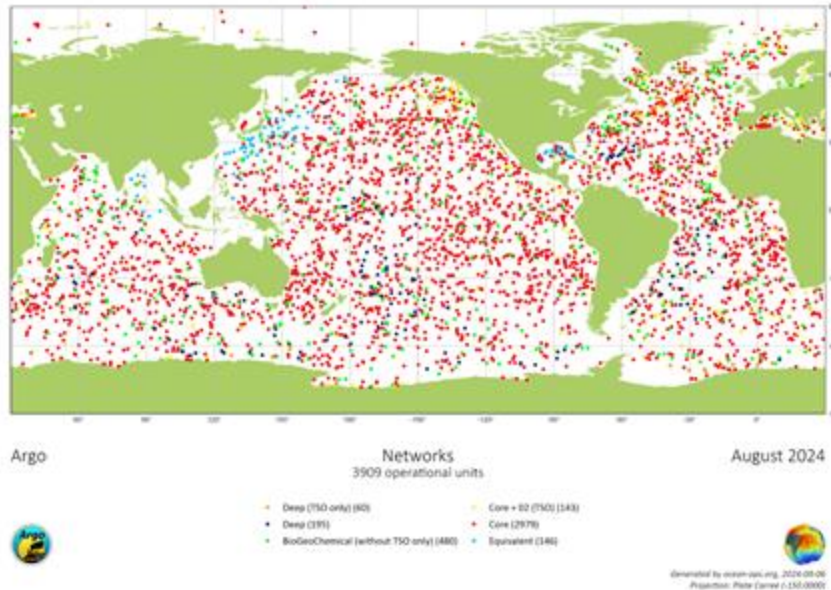
**Tâche de service:** Nouveau produit → reconstruction de la circulation océanique géostrophique 3D à partir des dérives des flotteurs Argo à 1000m et des profils verticaux T,S.



Total overturning  
stream function  
in the North Atlantic  
(2000-2010)

Colin de Verdière et al. 2019

**Perspectives:** ⇒ enjeu sur la mise en oeuvre de OneArgo (coût estimé à 100 M€/an)  
 ⇒ renforcer la contribution française à OneArgo (**8% réseau ~8M€/an**)  
 ⇒ maintenir notre leadership au sein des instances Argo



**Core-Argo :**

⇒ La couverture accrue dans la bande tropicale n'existe plus et l'extension dans les courants de bords n'a jamais été réalisée

**Deep Argo (255 flotteurs, 21% objectif)**

⇒ l'extension à l'océan profond peine à être mise en oeuvre

**BGC Argo (480 flotteurs, 48% objectif)**

⇒ 50% de l'objectif atteint mais le financement est fragile et non pérenne



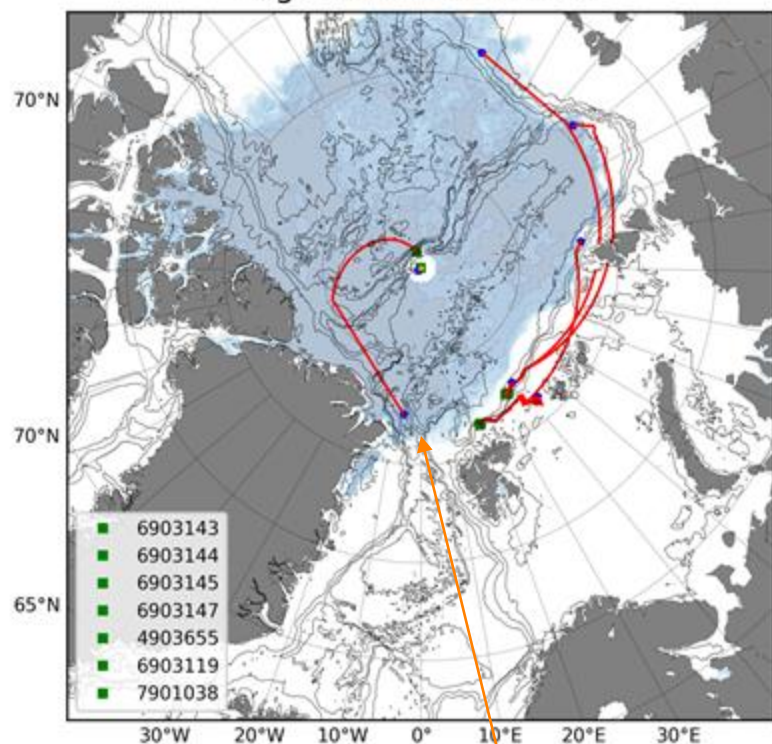
**Polar-Argo :**

⇒ L'échantillonnage dans les zones polaires est encore un challenge

## Perspectives: ⇒ relever le challenge de l'observation dans les régions polaires ⇒ ARcticGO project & Mission Polar Argo



Argo Floats - ARcticGO



- Démonstration de la faisabilité ⇒ 7 flotteurs ARcticGO sous la glace depuis 2021 et >767 profils dans la zone marginale de glace et sous la glace
- Déploiements prévus dans le futur et tests sur traitement des données (projet LEFE MadStrat)
- co-chair de la nouvelle mission polaire internationale au sein de OneArgo
- EuroArgo One EU project : contribution européenne à la mission Argo Polaire



Le flotteur 6903119 déployé au pôle Nord en 2021 a refait surface au **détroit de Fram** après 3 ans sous la glace (>130 profils sous glace)



**Perspectives :**                   ⇒ Minimiser l'impact environnemental du réseau  
  ⇒ Évaluation faisabilité récupération des flotteurs

### Récupération à la voile

- Campagne NAARCO – North Atlantic Argo Recovery Cruise Operation
- Coopérative Skravik
- Projet GEORGE
- 10 profileurs récupérés – 1 mois – 80 k€

Récupération à partir de navires océanographiques ⇒ Transits Genavir / SHOM

Évaluation du coût budget/environnemental vs bénéfices

Refit/recyclage des flotteurs

Projets européens GEORGE, Euro-Argo ONE, projet Ifremer PIANO  
Argo-France est leader (avec Euro-Argo et ses partenaires ) sur ces sujets



**Perspectives: ⇒ Maintien d'un leadership technologique: développements et tests capteurs, développement nouveau flotteur (ERC Refine, PIE PIANO, Equipex+ Argo-2030)**



**BGC-ECO:** Une **nouvelle génération de flotteurs** pour mieux comprendre et quantifier les processus écologiques, notamment dans la twilight zone

**Imageur UVP6-LP + Capteur acoustique actif  $\mu$ -sonar**

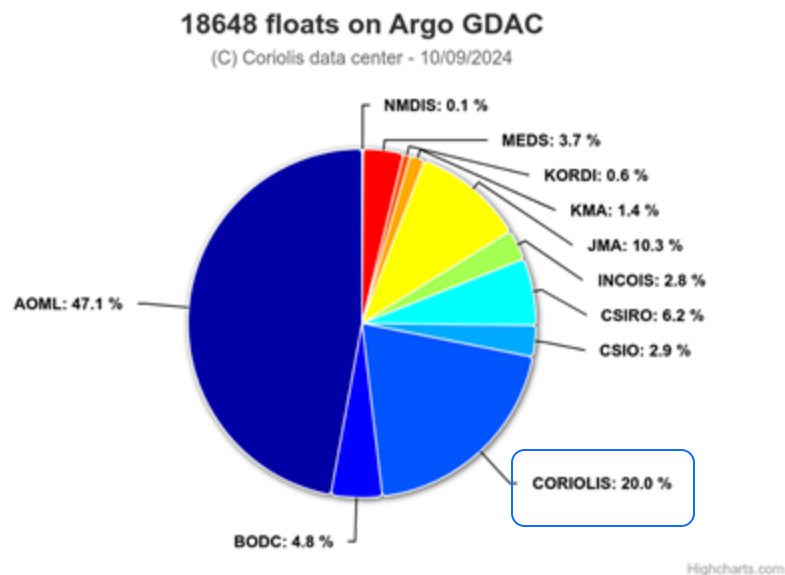


**Deep-6000 :**  
réchauffement océan profond, budget niveau de la mer, contraindre les modèles  
**P, T, S, O<sub>2</sub> - 0-6000m**



**Intercomparaison capteurs O<sub>2</sub>**

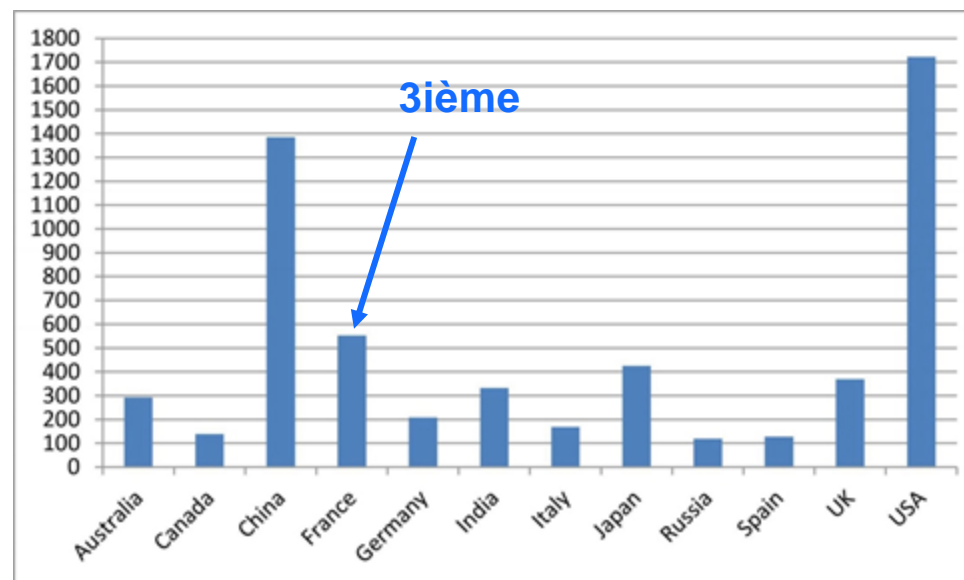
## Perspectives: Maintien d'un leadership sur le traitement des données



⇒ CDS-Coriolis: 2ième DAC en quantité de données traitées après US

⇒ Prendre le virage des nouvelles technologies pour la gestion et le traitement des données (IA, cloud, etc) **tout en maintenant l'expertise de base essentielle** sur la connaissance des données

## Perspectives: maintenir la valorisation scientifique



Nombre de publications basées sur Argo par pays du premier auteur





**EMSO France**, Infrastructure de recherche de la feuille de route nationale chargée de :

- Développer et maintenir des observatoires fond de mer : Systèmes d'observation sur le **long terme, au point fixe**, pluridisciplinaires, sur **fond des océans et dans la colonne d'eau**
- Coordonner la contribution Française à l'ERIC EMSO

### Questions scientifiques :

Observation des processus environnementaux liés aux interactions entre **géosphère, biosphère et hydrosphère**, acquisition de **séries temporelles longues et haute fréquence**, pour

- décrire des évolutions lentes (climatique, biodiversité, impact anthropique...)
- capter les évènements exceptionnels

### Sites instrumentés :

**EMSO-Açores** : Observatoire non câblé (stations de fond, bouée et mouillages) dédié à l'étude intégrée des processus en action au niveau de la dorsale Mid-Atlantique

**EMSO-Ligure** : les observatoires géophysique et océanographique EMSO Nice, Dyfamed, Lion, EMSO Ligure-Ouest (Systèmes câblés et autonomes, mouillages) sont destinés à l'étude de stabilité des pentes et des risques sismiques, de la convection profonde, des propriétés des masses d'eau et de l'export de carbone.

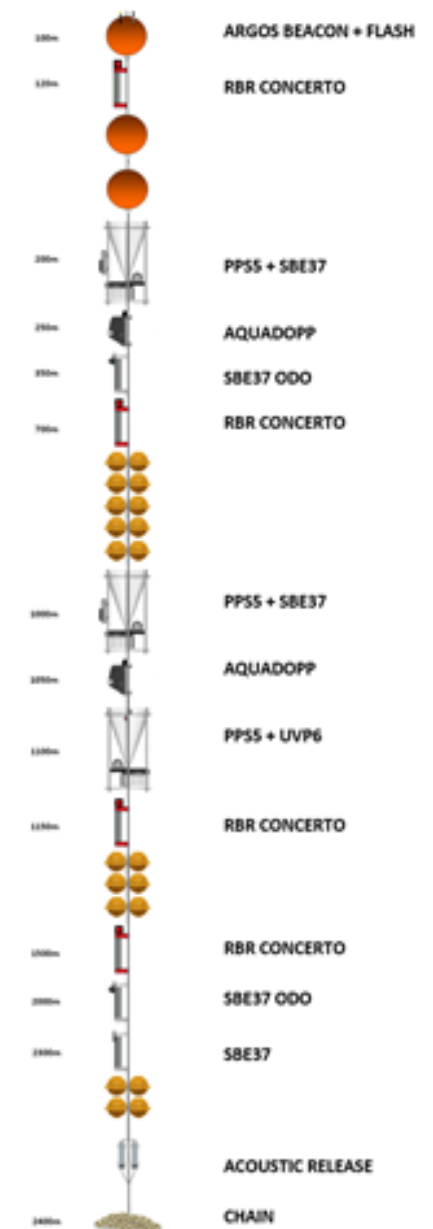
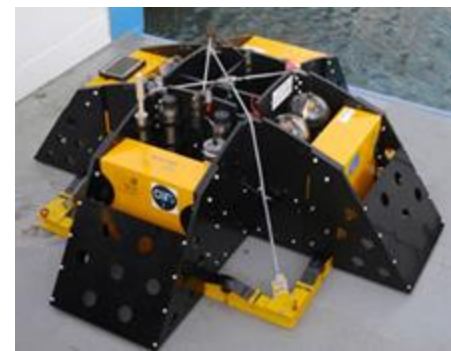
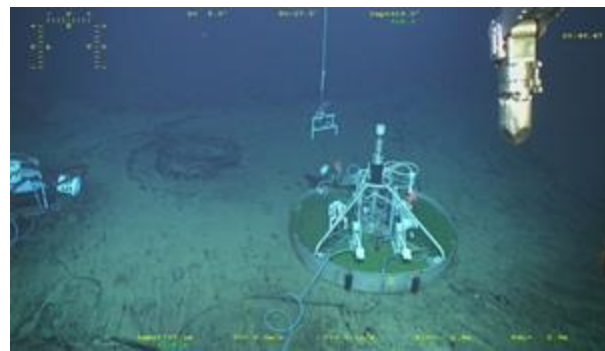
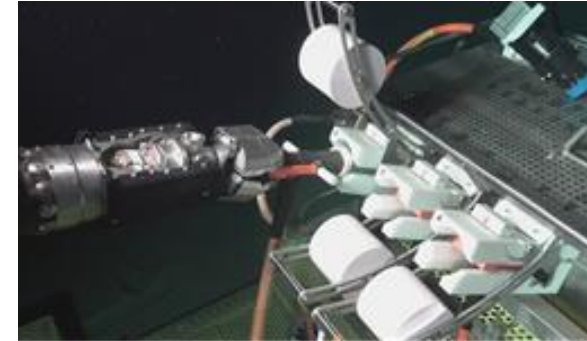
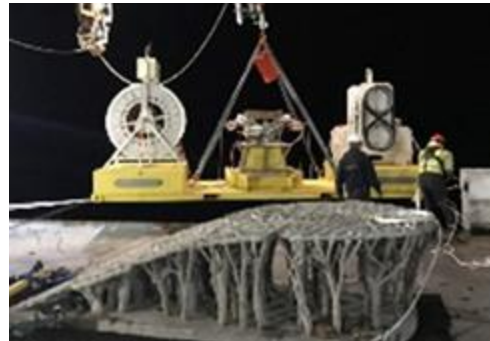
**EMSO-Marmara** : site de développement de méthodes de mesures pour la sismicité

**Sites de tests câblés** : en faible fond, initialement sur Molène, en cours de relocalisation dans la rade de Brest et en grand fond avec EMSO Ligure Ouest et la BJS



**EMSO France**, une expertise technique au service de la science

- Conception de **systèmes grand fond** (pression, corrosion...)
- Conception, test et opération de **plateformes diverses**
  - mouillages
  - systèmes câblés
  - systèmes non câblés
- Développement d'**outils originaux** pour répondre à des questions spécifiques (prélèvement de fluide chaud, chaines de température, OBS...)
- Maintenance de ces systèmes d'observation **dans la durée** (vieillesse du matériel, obsolescences,...)



**EMSO France**, Réalisations marquantes

- Des best practices : Coppola et al (Mouillage), Lanteri et al. (Etalonnage des EOVS), Ganse et al (Mesure de l'O<sub>2</sub>)
- Une plateforme d'étalonnage pour les capteurs O<sub>2</sub>
- Le développement de l'EGIM
- La mise à disposition et la conservation des jeux de données EMSO

EMSO génère des données d'une grande diversité : T, S, O<sub>2</sub>, turbidité, courants, sismologie, vidéos, ... échantillons de roches, organismes, particules, zooplancton, ... en temps réel et temps différé

EMSO France alimente les centres de données SISMER / SEANOE (pôle ODATIS de DATA TERRA), et les bases de données spécialisées comme EPOS

- 36 ans de données sur les premiers systèmes déployés, un travail pionnier pour certaines EOVS
- Des métadonnées dont la qualité est vérifiée avec des outils partagés EMSO
- 80% des données récoltées ont un DOI, ce qui représente environ 350 jeux de données accessible sur un serveur de données national moissonné par le serveur EMSO et sur le catalogue de données

- Des initiatives remarquables à destination du grand public
  - Les sites de science participative Deep sea spy et Ocean spy
  - La reconstitution 3D de l'édifice Tour Eiffel transféré sur des lunettes de réalité virtuelle



1988  
DYFAMED



2007  
LION



2010  
EMSO-Açores



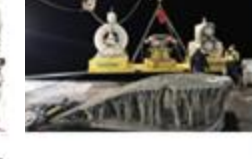
2012  
EMSO-Molène



2014  
BJS-ANTARES  
MII et ALBATROSS



2015  
EMSO-Nice



2015-16  
EGIM



2016 EMSO ERIC

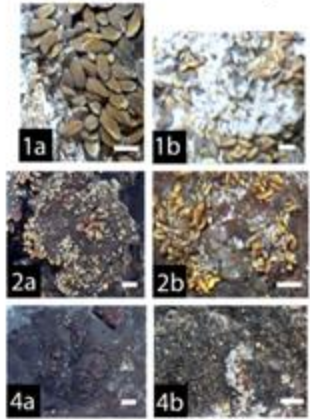


2019  
BATHYFAMILY



# Résultats marquants

Mussel assemblages

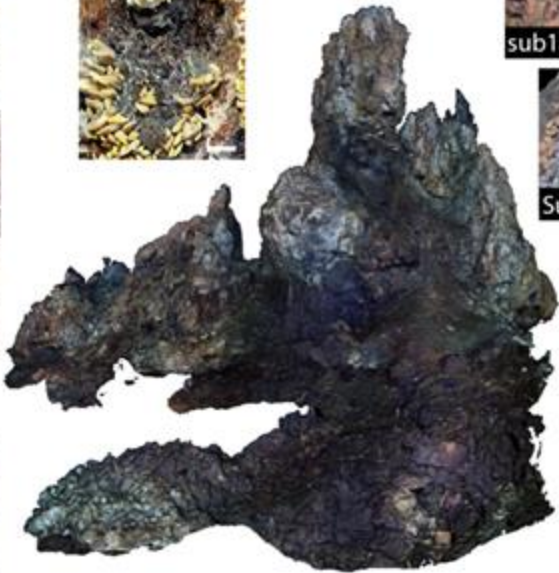


Non-vent fauna



Hydroids      Zoanthids

Shrimp assemblages (3)



5 m

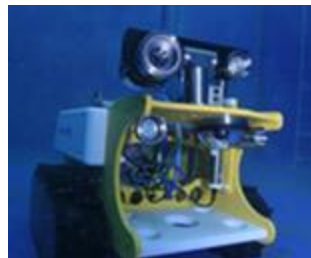
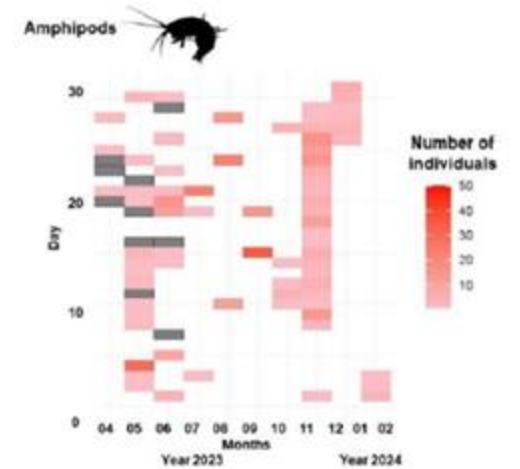
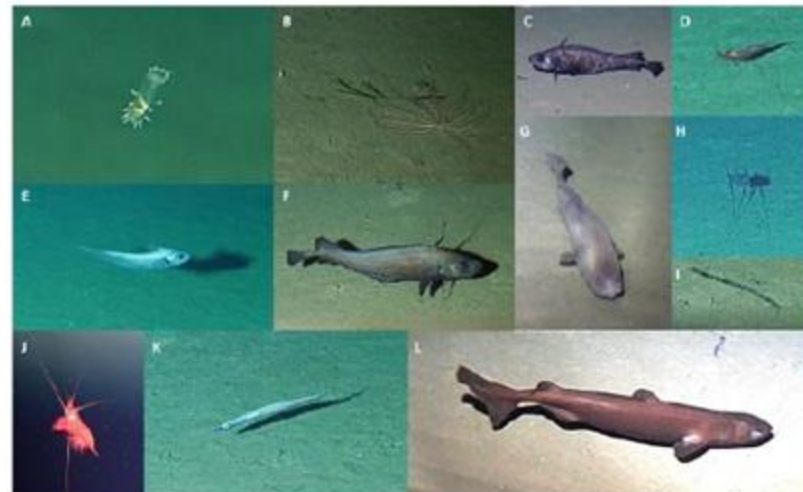
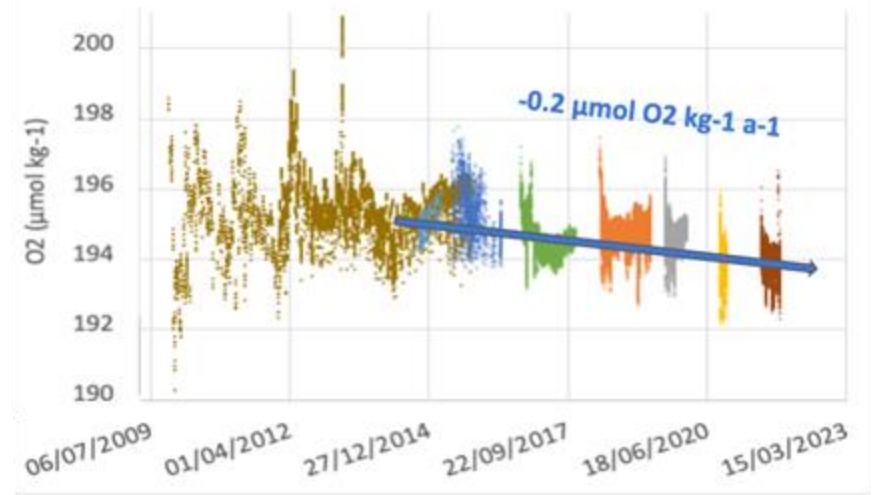
Substratum types



Empty shells



*Segonzacia mesatlantica*



## Perspectives :

- Actualiser les **questions scientifiques** et le **périmètre** EMSO France
- Optimiser les méthodes de travail : gagner en **fiabilité**, optimiser les **coûts** complets (temps personnel + budget + temps bateau en intégrant phases de développement et de maintenance), réduire l'**empreinte écologique**
- Améliorer les systèmes de **stockage d'énergie**
- Étendre la **couverture spatiale** autour des points instrumentés : *crawler / chaîne de capteurs / AUV résident*
- Développer la **collaboration entre plateformes** (projet GEORGE)
- Intégrer d'autres sources de données : *SMART cables / DAS*
- Intégrer les **incertitudes** dans les métadonnées (projet MINKE)

### Dans le cadre du Fr-OOS

- Mutualisation entre IR de savoir faire et de process (R&D, de maintenance, d'étalonnage...), d'outils (communication, partage des données...)
- Meilleure visibilité et représentation commune aux IR Marines

### Dans le cadre de l'ERIC EMSO

On retrouve les objectifs de mutualisation au niveau européen entre Regional facilities





## Niveau de la mer

Shom

### RONIM : le réseau de marégraphes opéré par le Shom

- 50 MCN :
  - 40 dans l'Hexagone
  - 8 dans l'outre-mer
  - 1 à Monaco
  - 1 à Madagascar
- Capteurs de niveau radar
- Mesure des données à 1 Hz
- Redondance de la transmission des données : 4G et Satellite
- Réseau exploité par **SONEL** dans **JULICO**
- 60 partenaires locaux

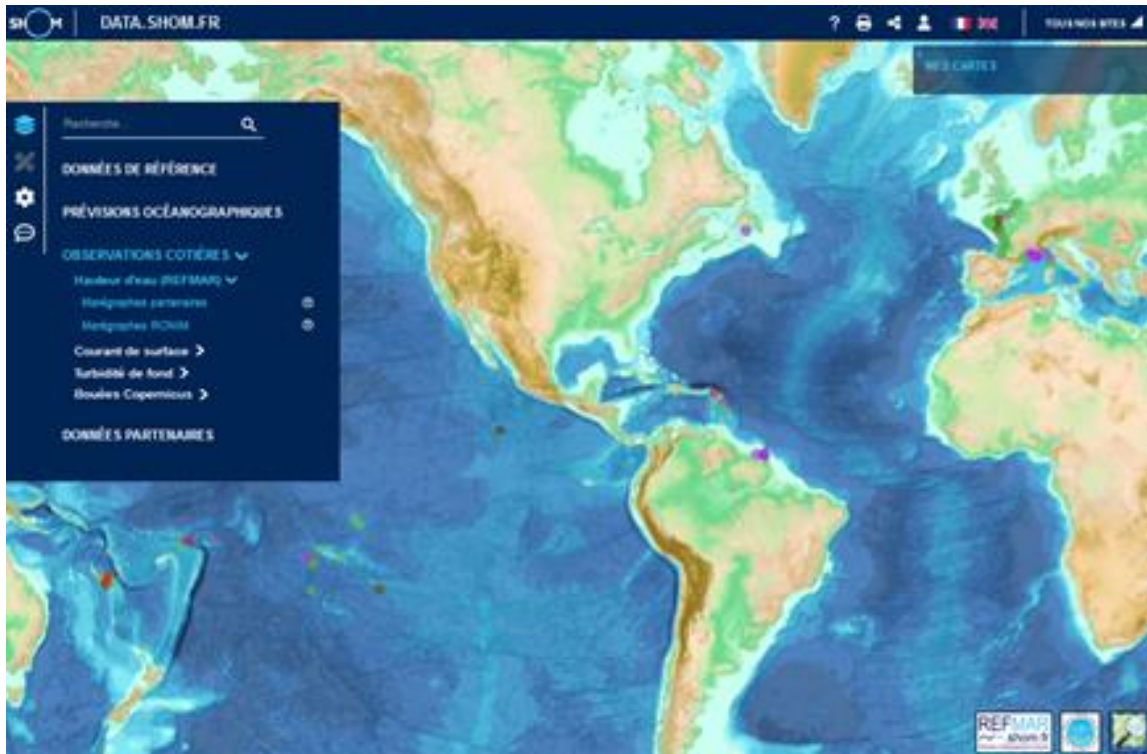




## Niveau de la mer

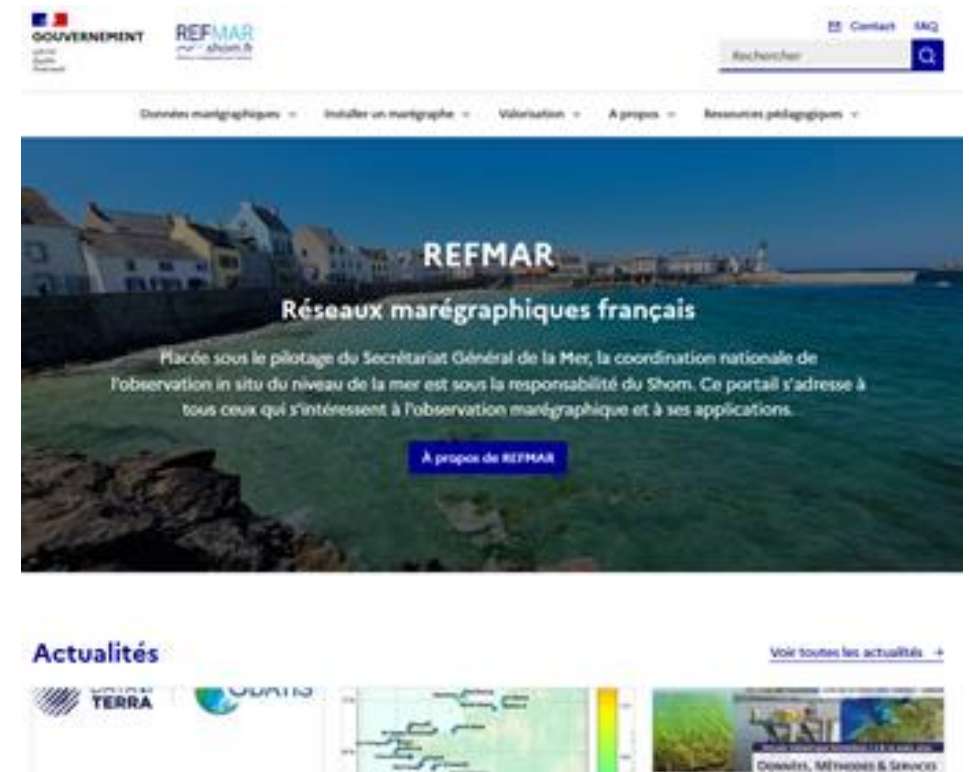
Shom

### Visu et diffusion des données



[data.shom.fr/donnees/refmar](https://data.shom.fr/donnees/refmar)

### Contenus éditoriaux

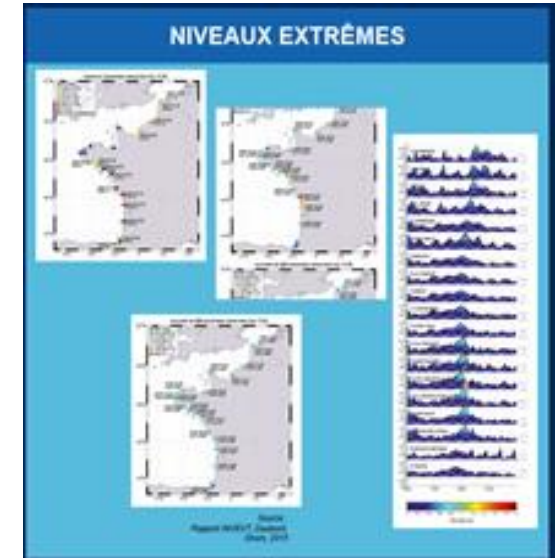
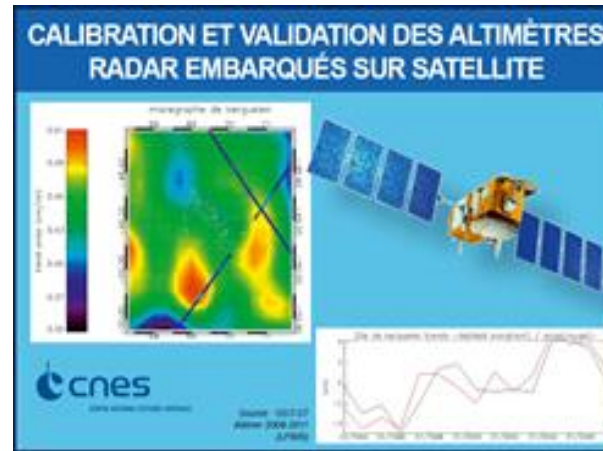
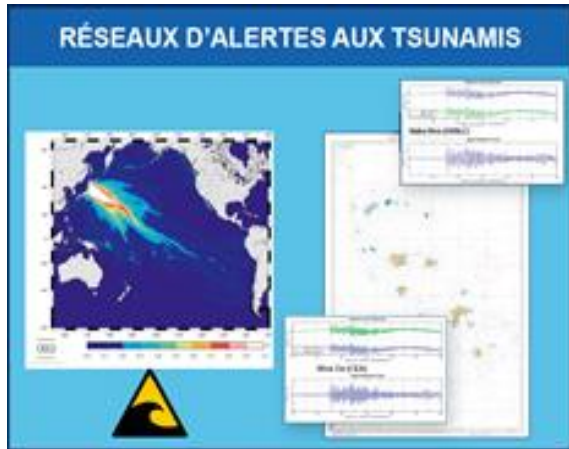


[refmar.shom.fr](https://refmar.shom.fr)

# Niveau de la mer

Shom

## Quelques utilisations des observations marégraphiques



## Niveau de la mer

Shom

### Quelques interactions nationales & internationales



Au niveau national



Alimentation des BDD  
au niveau international



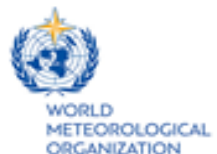
WORLD  
METEOROLOGICAL  
ORGANIZATION



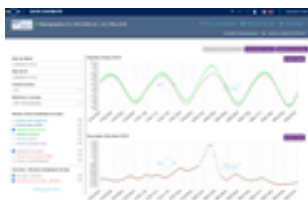
## Niveau de la mer

**Shom**

### Évènements marquants



**Juin 2023.** Labellisation par le WMO des observatoires marégraphiques de Brest et Marseille comme stations d'observation marine centenaires et stations d'observation à long terme



**2014-2024.** Dix ans de diffusion des mesures du niveau de la mer sur le portail data.shom (début septembre 2024 : + de 700 millions de mesures disponibles)



**Avril 2024.** Ouverture du nouveau portail éditorial refmar.shom.fr

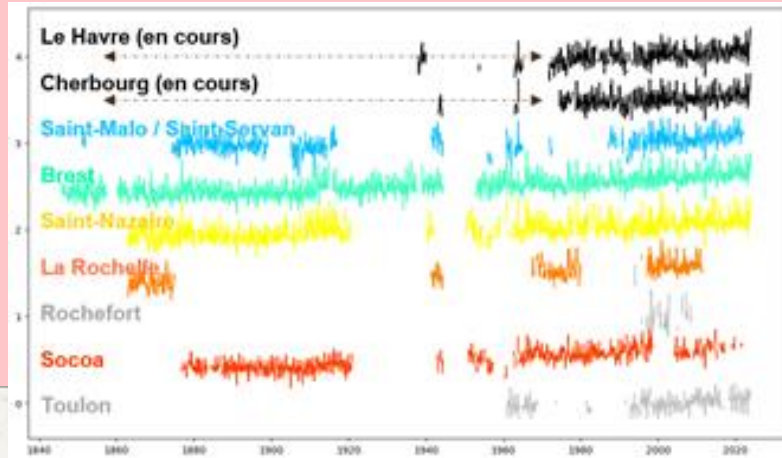


**Juillet 2024.** Ouverture au public de l'observatoire marégraphique de Brest à l'occasion des fêtes maritimes internationales.

## Niveau de la mer

Shom

### Perspectives



2023-2027. **Reconstruction de 5 séries pluriséculaires du niveau de la mer** : Pointe-de-Grave, Pauillac, Bordeaux, Le Havre et Cherbourg (financement DGPR & Shom)

**Poursuite du maintien en condition opérationnelle** du réseau de marégraphes RONIM opéré par le Shom



**Accompagnement de nouveaux partenaires** pour une observation marégraphiques optimale





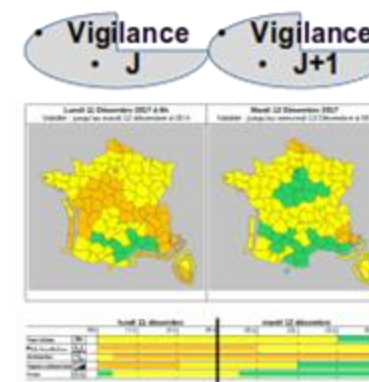
## VVS (Meteo France/CEREMA/SHOM)





MF Hervé Roquet

### La carte de Vigilance météorologique

#### La Vigilance :

- un dispositif sous pilotage interministériel d'avertissement et d'aide à la décision destiné **aux autorités et à l'information du public**,
- opéré par Météo France, avec ses partenaires.
- Période de validité : 48 **heures**
- Avertissement à l'échelle **infra-départementale**
- **Prévision de l'intensité et de la chronologie du phénomène**
- **Possibilité d'afficher plusieurs aléas**
- **Carte réactualisée au moins 2 fois par jour**
- accès à d'autres infos : chronologie, Vigicrues, bulletins de suivi (possible dès le jaune pour la VVS)



- |   |   |
|---|---|
|  | <b>Une vigilance absolue s'impose</b> des phénomènes dangereux d'intensité exceptionnelle sont prévus |
|  | <b>Soyez très vigilants</b> des phénomènes dangereux sont prévus                                      |
|  | <b>Soyez attentif</b> si vous pratiquez des activités sensibles au risque météorologique              |
|  | <b>Pas de vigilance particulière</b>  |



**Mobilisation nécessaire des acteurs en charge de la sécurité**

## VVS (Meteo France/CEREMA/SHOM)

MF Hervé Roquet

### Les acteurs partenaires de la VVS

- **Météo France** dispose :
  - D'observations en mer et à la côte en temps réel ;
  - De prévisions atmosphériques, d'état de la mer et du niveau marin issues de modèles numériques ;
  - De prévisionnistes Marine qui étudient ces données et produisent des bulletins d'expertise sur les états de la mer et le niveau marin.
- Le **Cerema** met à disposition :
  - Des observations d'état de mer en temps réel (réseau CANDHIS).
- Le **Shom** fournit :
  - Les prédictions de marée ;
  - Son expertise en modélisation de l'hydrodynamique côtière ;
  - Des informations relatives aux niveaux d'eau extrêmes et à la bathymétrie ;
  - Des observations du niveau de la mer en temps réel (marégraphes).
- **C'est grâce à cette chaîne d'expertise que le niveau de la VVS est défini, et que sont produits les bulletins de suivi et le bulletin RDI (Référént Départemental Inondation).**



Météo France réalise des **observations en mer**, grâce à un large éventail de supports de l'observation de surface en mer :

- ✓ **Bouées ancrées en haute-mer**
- ✓ **Houlographes directionnels en zone côtière (Outre-mer)**
  
- ✓ **Bouées dérivantes de surface**
  
- ✓ **Développement logiciel et gestion de flux de données, contrôle.**
  
- ✓ **Tests de nouveaux systèmes**

Pour les besoins opérationnels de Météo France ou Eumetnet (service opérationnel E-SURFMAR)  
Pour contribution à l'océanographie opérationnelle  
Pour des objectifs scientifiques



**Bouées dérivantes** : 306 bouées SVP-B opérationnelles (Atlantique Nord et Océan Indien).

- La mesure de **pression atmosphérique** est une observation primordiale pour la météorologie opérationnelle et l'assimilation dans nos modèles de Prévision Numérique du Temps (PNT).
- La mesure de **SST**, utilisées en PNT, et calibration/validation des produits de SST satellitaires

Transmission quotidienne des données vers le **GDAC CORIOLIS**



**Bouées ancrées** : 6 bouées ancrées (Antilles, Gascogne, Méditerranée).

Par rapport aux bouées dérivantes, elles fournissent en plus des observations d'autres variables importantes pour la météorologie opérationnelle, en particulier concernant le vent et l'état de mer, qui elles aussi contribuent aux réanalyses.

Lignes de mouillages MOOSE (Lion et Azur)

Convention avec le CNRS (Infrastructure EMSO-France)



Outils de contrôle qualité (**QC tools**)

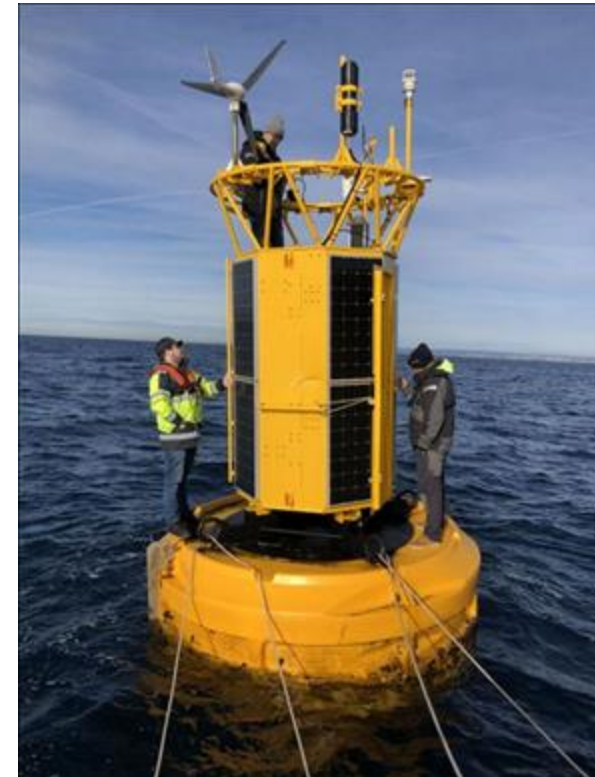
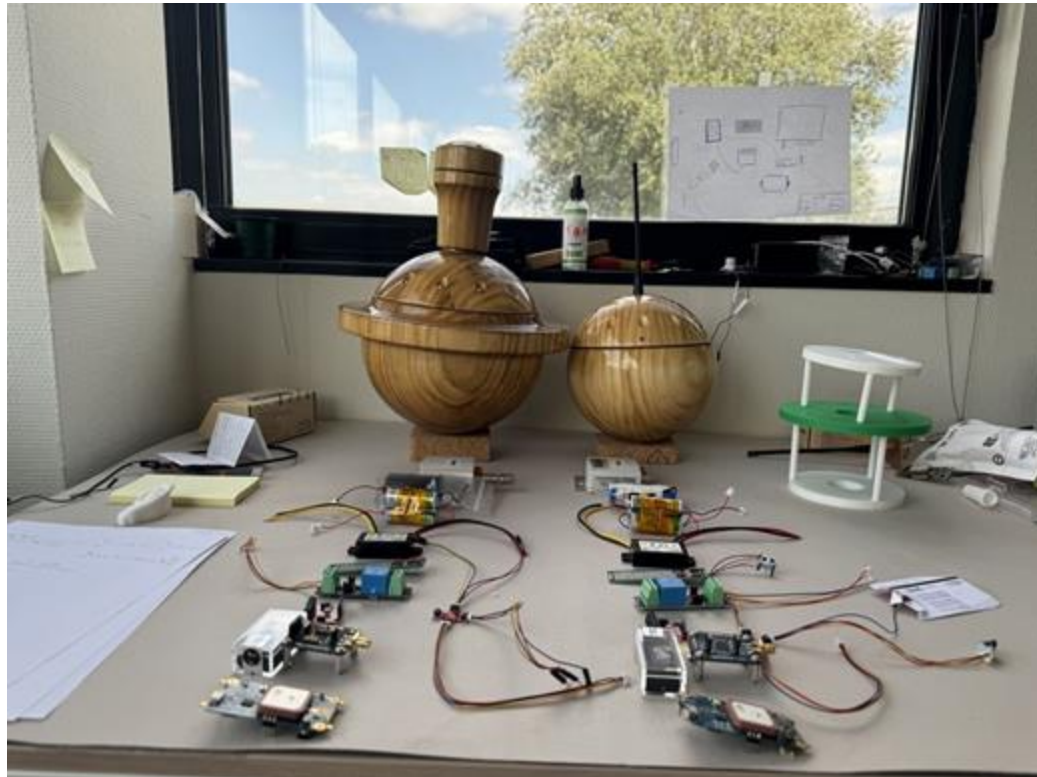


**METEO  
FRANCE**À VOS CÔTÉS, DANS UN  
CLIMAT QUI CHANGE

**Bouées dérivantes** : Réduction de l'impact environnemental du plastique résultant de la fin de vie des bouées par le choix d'autres matières constituant le corps de la bouée (bois Accoya, plastiques bio-ingérables...).

**Bouées ancrées** : extension du réseau de bouées ancrées en Méditerranée, objectif de 9 bouées ancrées à l'horizon 2025. Transmission mode 6 minutes.

Etude et développement d'une bouée côtière adaptée aux moyens nautiques "légers".



## Bouées météo-océanographiques

# Candhis : l'observatoire côtier national de mesure in situ des états de mer

Un réseau (40aine de bouées)



Un système d'information  
(plus 40 ans de données)

<https://candhis.cerema.fr>






**CANDHIS**  
Centre d'Archivage National  
de Données de Houle In-Situ

**Présentation**

CANDHIS est le Centre d'Archivage National des Données de Houle In Situ.

Son objectif principal est de promouvoir la mesure des états de mer dans le domaine proche côtier et d'assurer la diffusion des données auprès de la communauté scientifique, des professionnels de la mer et du grand public.

Ce site Internet vous donne accès aux données de campagnes de mesures, ainsi qu'aux données en temps réel et aux données archivées.

CANDHIS, géré par le Cerema, est un système d'information de partenaires.

**Campagne 04403 SEM-REV - Plateau du Four 01/04/2008 -- 31/08/2024...**



| Date       | Heure (TU) | H1/3 (m) | Hmax (m) | Th1/3 (s) | Hm0 (m) | Tp (s) | T02 (s) | Dir. au pic (°) |
|------------|------------|----------|----------|-----------|---------|--------|---------|-----------------|
| 31/10/2023 | 00:00      | 2.3      | 4.0      | 7.9       | 2.5     | 6.0    | 243.5   |                 |
| 31/10/2023 | 00:30      | 2.3      | 4.0      | 7.9       | 2.6     | 9.1    | 6.0     | 246.6           |

## Bouées météo-océanographiques

# Candhis : l'observatoire côtier national de mesure in situ des états de mer

à la croisée de  
et de

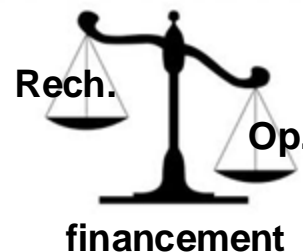
la recherche

l'opérationnel

► modèles de vagues



- évolution morphologique des côtes
  - submersions marines
  - énergies renouvelables
  - suivis environnementaux



- sécurité de la navigation
  - activités portuaires

