



## Plan d'Activité Argo-France 2022

Comité de Pilotage Argo-France



Réf. : AF-2022-PA2022

N. Kolodziejczyk, X. André, C. Cabanes, T. Carval, C. Coatanoan, F. D'Ortenzio, N. Lebreton, G. Maze, A. Poteau, P. -Y. Le Traon, R. Sauzède, C. Schmechtig, N. Poffa, S. Pouliquen et V. Thierry

Date : 02/03/2022



[Introduction](#)

[Coordination et animation scientifique](#)

[Mission core](#)

[Mission BGC](#)

[Mission Deep](#)

[Achats flotteurs](#)

[Plan de déploiement 2022](#)

[Recherche et développement](#)

[Centre de données](#)

# Introduction

Dans la continuité des activités opérationnelles sur lesquelles la France est engagée au niveau européen et international, les partenaires de Argo-France assureront en 2022 :

- la préparation et le déploiement d'environ 80 flotteurs (Financement TGIR Euro-Argo–Ifremer et SHOM, CPER ObsOcean, PIA Argo-2030, PIE Ifremer PIANO)
- le traitement temps réel de la flotte européenne (hors flotteurs anglais et irlandais),
- le temps différé de la flotte française et la cohérence du jeu de données Argo à l'échelle de l'Atlantique jusqu' à 30°S (A-ARC).

Argo-France s'occupera aussi du traitement en temps-réel des flotteurs BGC-Argo de la flotte française, qui sont attribués par le GMMC. En 2022, Argo-France poursuivra le développement des méthodes DMQC des profileurs Deep et BGC. Elle mettra en place une chaîne de traitement DMQC opérationnelle BGC au niveau national, ainsi que la consolidation du processing des BGC-Argo nationaux et européens.

Les partenaires Argo-France continueront de représenter la France dans les instances internationales (AST et ADMT) et européennes (ERIC Euro-Argo).

Enfin la France continuera d'opérer un des deux centres de données globaux Argo.

Le plan d'activité 2022 sera marquée par les éléments suivants:

## Coordination et animation scientifique

En 2022, le SNO Argo-France participera activement à l'organisation de plusieurs workshops et conférences dédiés au réseau Argo:

- Kick Off Meeting des projets PIA3 Argo2030 - PIE PIANO - CPER ObsOcéan, 17-18 janvier 2022 (en distanciel)
- AST23 (mars 2022, Monaco, France)
- Journées Scientifiques du LEFE-GMMC (Visio,, juin 2022? Pas acté)
- ADMT23 (automne 2022, AOML, Miami, USA)
- Argo Forum with invited UN Ocean Decade Programs
- 7th Argo Science Workshop: October 2022 in Europe

Nous devons par ailleurs construire avec notre CS (GMMC) le mécanisme par lequel des chercheurs pourraient être reconnus experts auprès de Coriolis pour la validation en temps différé pour certaines régions océaniques.

Le COPIL Argo-France a diffusé en 2019 la première version de sa stratégie nationale de déploiement des flotteurs Argo (selon les différents types) auprès de Coriolis mais également du GMMC et d'Euro-Argo. En 2022, ce document sera révisé pour intégrer les futures recommandations de l'AST (notamment concernant l'échantillonnage du cycle diurne

en surface par les flotteurs Argo France) mais également sa stratégie concernant le déploiement des flotteurs BGC et Deep.

Depuis 2020, Argo-France a mis en place un Forum-DMQC Argo (T/S), à travers des rendez-vous réguliers des opérateurs français en charge du DMQC. Afin de partager, discuter, homogénéiser et coordonner le DMQC au sein de la communauté nationale. Un forum web de discussion sera mis en place afin de consolider la communauté et de mieux partager les retours d'expériences et problèmes rencontrés sur le DMQC. Cette démarche s'inscrira dans un niveau d'intégration plus large, notamment européen et le projet Euro-Argo-RISE (WP2): <https://github.com/euroargodev/publicQCforum>. En 2022, le Forum-DMQC continuera ses rendez-vous à travers des réunions régulières et les échanges sur le forum en ligne.

En 2022, Argo-France continuera la surveillance des cas de 'fast salinity drift', maintenant appelées 'Abrupt Salinity drift' (ASD) des sondes CTD SBE41CP, en implémentant une liste spécifique au DAC Coriolis inventariant les plateformes munies de capteurs suspects et ainsi que les rapports des DMQC opérateurs associés.

Enfin en terme d'action de communication et d'animation scientifique, Argo-France participera à:

- L'université d'été pluridisciplinaire en science de la mer Mer&Education destinée aux enseignants du secondaire (22-25 Août 2022).

## Mission core

La flotte Argo est principalement équipée de sondes SBE41CP. Pour la durabilité et la fiabilité des mesures du réseau il est primordial de pouvoir **diversifier les types de sonde utilisées**. Depuis 2017, nous travaillons à évaluer une nouvelle sonde RBR adaptée aux flotteurs Argo core et profonds (>2000db). L'analyse des données RBR acquises sur des flotteurs core, que ce soit par Argo-France (dans le cadre du projet Euro-Argo-RISE notamment), ou par d'autres programmes Argo, suggèrent que ces données sont de la même qualité que les données des SBE41CP. Argo-France s'engage donc dans la diversification des capteurs CTD équipant les flotteurs core. Ainsi, 2 Arvor RBR (achats RDT) ont été déployés en 2021 et 6 Arvor RBR ont été achetés en 2021 pour déploiement 2022. En 2022 il restera à définir la part SBR/RBR qu'on achètera sur les lots d'Arvor TS. Par ailleurs RBR "met à disposition" 5 Arvor RBR à Argo-France pour déploiements 2022-2023 afin de booster le nombre de flotteur RBR en activité et basculer du mode "pilote" vers le mode "opérationnel". Contrairement aux sondes 0-2000m, la fiabilité des sondes RBR 6000m reste à analyser (cf section Deep).

En 2021, le capteur NOSS a été testé en mer lors de déploiements d'opportunités (sur flotteur Argo) et de la campagne TECHNOSS en méditerranée en Octobre 2021. Les données seront analysées en 2022.

## Mission BGC

Les flotteurs équipés d'une optode et mesurant la concentration en oxygène dissous sont ajustés automatiquement au bout de 5+1 profils. Cet ajustement prend comme référence la saturation de l'oxygène à la surface de la World Ocean Atlas 2018.

Le logiciel LOCODOX de qualification des données d'oxygène est utilisé pour qualifier tout ou partie des données d'oxygène des flotteurs d'Argo-France. Le développement du logiciel sera poursuivi afin d'y inclure de nouvelles fonctionnalités.

La qualification des données BGC (RT et DM) augmente grâce au WP4 (task2) du projet Européen qui porte sur l'amélioration des procédures de contrôle qualité. Les membres du LOV et Catherine Schmechtig sont très impliqués dans ce projet.

Plus de 18000 profils radiométriques, 9000 profils NITRATE du DAC Coriolis ont été qualifiés en DM grâce aux développements de ce projet, ainsi que les premiers profils pH dans l'océan austral en mars 2021.

Ces efforts devraient encore s'intensifier en 2022.

## Mission Deep

En 2021 et en janvier 2022, des tests conséquents ont eu lieu au caisson hyperbare afin de qualifier et tester le comportement en pression des Deep Arvor. Une procédure simplifiée (ainsi que des tests sans avoir à ôter la carène) a permis de réduire le temps de passage d'un flotteur (de 3h30 à 1h30).

Cela a permis de contourner un problème de désamorçage de la pompe hydraulique à grande immersion, d'isoler un souci d'entrée d'eau dans certains flotteurs (expertise nke attendue) et de tester une amélioration portée sur l'hydraulique (ajout d'un ressort).

Début 2022, 10 flotteurs Deep sont en stock. Ils ont tous été testés caisson/bassin en 2021 et début 2022. En 2022, 15 flotteurs Deep seront à recetter (1 flotteur en commande 2021 et 14 prévus à la commande en 2022). Les tests (caisson et bassin) menés suivront la nouvelle procédure simplifiée.

Des problèmes concernant la sonde RBR pouvant aller jusqu'à 6000m ont été détectés lors des essais du flotteur tri-tête (projets NAOS et Euro-Argo RISE). Les données sous 2500m étaient sujettes à une dérive non corrigible. RBR a modifié le design de sa sonde et un nouveau déploiement de tri-tête est prévu au printemps 2022 pur intercomparer les sondes SBE41CP, SBE61 et le nouveau design de la sonde RBR.

# Achats flotteurs

## Les achats 2022:

Ces achats (Ifremer et SHOM) rentrent dans le cadre du CPER OBSOcean et donnent droit à des subventions permettant d'acheter plus de flotteurs (SHOM) ou de financer des mises à jour instrumentales (upgrades) (IFREMER : Deep, DO et Iridium et CNRS/LOV : BGC).

Les capteurs optiques pour transformer des CTS3 de base en flotteurs CTS4 BGC ou CTS5 BGC sont achetés dans le cadre d'un financement CNES. Les capteurs sont d'abord validés et éventuellement calibrés au LOV avant installation sur flotteur.

Commande 2022 (CPER et TGIR): 15 (Ifremer) +10 (Shom) Arvor Iridium, 4 Corps BGC, 11 CTS3DO, 14 DEEP, 2 BGC.

L'enveloppe TGIR n'a pas été revue à la hausse, et les prix ont été révisés en janvier avec une augmentation de 6%. L'impact sera réparti sur la quantité de CTS3DO ou DEEP.

Pas d'achats de BGC prévus sur PIANO : 3 ont été achetés en 2021 (livraison courant automne 2022), mais SU/CNRS prévoit l'achat de 5 BGC sur les financements Equipex+ ARGO-2030.

TS et TSO2		TYPE	2021	2022
		flotteurs		
	Ifremer - TGIR + région	T/S	61	15
	SHOM - TGIR + région			10
	Ifremer - TGIR + région	CTS3 DO	0	11
	TGIR + CPER ObsOcean T/S		61	25
	TGIR + CPER ObsOcean T/S/02		0	11

		TOTAL TGIR + CPER ObsOcean	<b>61</b>	<b>36</b>
			<b>2021</b>	<b>2022</b>
<b>BGC</b>	<b>Ifremer - TGIR + CNRS/CNES</b>	<b>BGC</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
	<b>Ifremer - TGIR + région</b>	<b>BGC</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
	<b>Ifremer - PIANO WP1</b>	<b>BGC</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
	<b>LOV CNRS - ERC REFINE</b>	<b>BGC ECO</b>	<b>16</b>	<b>0</b>
	<b>SU - WP1 PIA 3</b>	<b>BGC</b>	<b>0</b>	<b>5</b>
	<b>SU - WP2 PIA 3</b>	<b>BGC ECO</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
	<b>TOTAL BGC PIANO - PIA3 -TGIR - CPER ObsOcean</b>	<b>JUMBO</b>	<b>23</b>	<b>11</b>
<b>DEEP</b>	<b>Ifremer - TGIR + région</b>	<b>Deep-400 0</b>	<b>0</b>	<b>15</b>
	<b>Ifremer - PIANO WP4</b>	<b>Deep-600 0</b>		

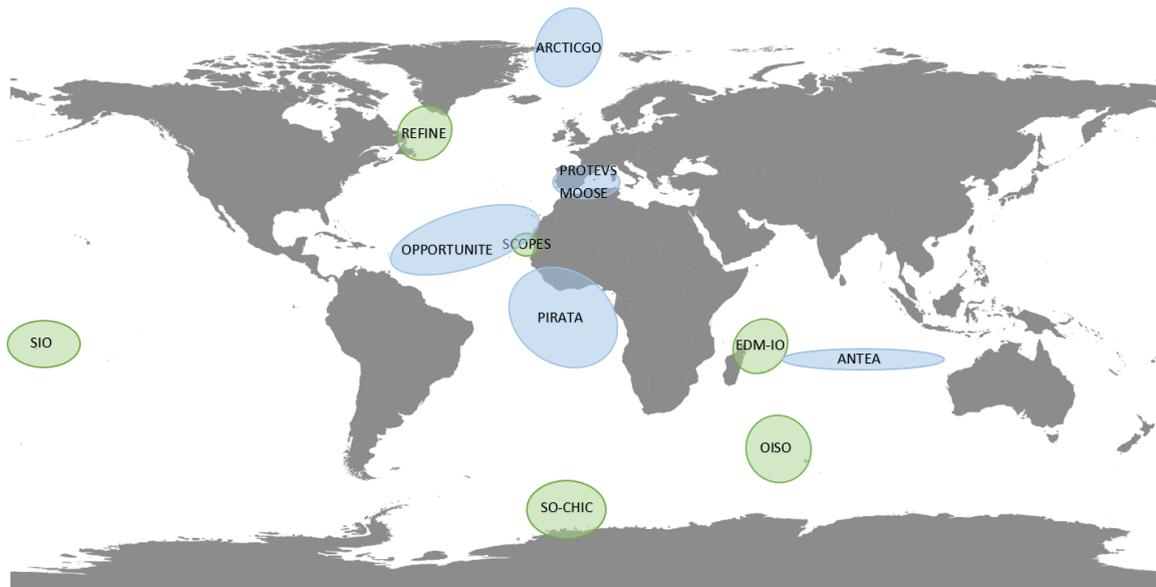
	<b>Ifremer - PIA3 WP3</b>	<b>Deep-600 0</b>		
	<b>TOTAL DEEP PIANO - PIA3 -TGIR - ObsOcean</b>	<b>Deep-400 0 Deep-600 0</b>	<b>0</b>	<b>15</b>
	<b>TOTAL GENERAL</b>		<b>84</b>	<b>62</b>

## Plan de déploiement 2022

Les projets de l'AO GMMC 2021 concernent des campagnes prévues en 2022 et 2023. En 2022 environ 80 flotteurs seront déployés par la France: Méditerranée, Atlantique Nord/Sud, Indien et Pacifique Sud. Les supports de déploiement sont les navires de la FOF (campagnes ou transits valorisés), des collaborations avec la flotte océanographique internationale et des navires d'opportunité. Les projets de déploiements 2022-2023 sont listés ci-dessous, certains plans ne sont pas encore actés fermement la majorité des campagnes ayant lieu au 2e semestre 2022 :

PROJET	PI	INSTITUTION	ARVOR	BGC	DO	DEEP	DISPO	CRUISE	ZONE
GMMC SO-CHIC	Jean-Baptiste SALLEE	LOCEAN	5	2		8	Fini	SA AGULHAS II - Janvier 2022	Antarctique
PIRATA FR32	Sophie CRAVATTE	IRD	5				Février 2022	THALASSA - Mars 2022	Golfe de Guinée
REFINE / CE22009	Hervé CLAUSTRE	LOV		4			Avril 2022	CELTIC EXPLORER - Mai 2022	Mer du Labrador
GMMC ARCTICGO	Camille LIQUE	LOPS	10				Juin 2022 et 2023 (Pays-Bas)	CDT CHARCOT Jui-Août 2022 et 2023	Pôle Nord
GMMC EDM-IO	Vincent TAILLANDIER	LOV	??	5	2	4	Mai 2022	SA AGULHAS II - Oct/Nov 2022	Indien SW
GMMC EDM-IO	Hervé CLAUSTRE	LOV		3			Mai 2022	SA AGULHAS II - Oct/Nov 2022	Indien SW
OISO	Hervé Claustre	LOV	??	4			Juin 2022	MARION DUFRESNE	Austral
SOUTH PACIFIC GYRE	Hervé Claustre	LOV		2			Juin 2022	SIO	Tahiti
PROTEVS 2022	Franck DUMAS	SHOM	1				Août 2022	ATALANTE - Septembre 2022	Gibraltar
MOOSE	Laurent COPPOLA	SHOM	??		1		Août 2022	THALASSA - Septembre 2022	Méditerranée occidentale
OPPORTUNITE VOILE	Christine COATANOAN ?	IFREMER	??				Décembre 2022	Variés	Atlantique
GMMC SCOPES	Xavier CAPET	IRD		1	1		Décembre 2022	THALASSA - Décembre 2022	Large Sénégal
TRANSIT ANTEA	Christine COATANOAN ?	IFREMER	??				Juin 2022	ANTEA - Juin - Décembre 2022	Atlantique & Pacifique Sud
GMMC BIOSWOT	Andrea DOGLIOLI	MOI		2	1		Février 2023	ATALANTE & PP - Mars-Mai 2023	Med Ouest
GMMC CAPE CAULDRON	Sabrina SPEICH	LMD	10				Janvier 2023	RV3- Mars/Mai 2023	Atlantique SW
GMMC APERO	Laurent MEMERY	LEMAR		4			Juillet 2022 (pour tests)	NOC - Mai 2023 & THALASSA / PP - Juin 2023	Atlantique NE

La carte ci-après montre les zones de déploiement (en vert les campagnes à forte composante BGC) :



## Recherche et développement

Le SNO Argo-France continuera en 2022 de valoriser les données Argo T/S/O<sub>2</sub> en mettant à jour et distribuant les produits interpolés ISAS, notamment en distribuant des climatologies utilisant les données d'oxygène dissous interpolées de la surface au fond (0-5500 m de profondeur) et des profils standardisés, des diagnostics, et des fichiers de QC associées. Le SNO Argo travaille également sur la suivi des QC de la base de données Argo pour ISAS et l'optimisation de l'approche du QC grâce notamment au feedback des itérations successives ISAS15, ISAS17, ISAS20 et aux travaux d'analyse dans le cadre du projet MOCCA.

En collaboration avec Coriolis, le SNO Argo-France encadre également le DMQC sur les trajectoires des flotteurs Argo et les mises à jour du produits ANDRO (Atlas des trajectoires Argo). En 2022, une mise à jour des trajectoires des flotteurs du DAC AOML sera effectuée. D'autre part, initié en 2019 lors du stage de Solène Dealbera (élève Ingénieur ENSTA), le SNO Argo-France en collaboration avec Coriolis a développé en 2020 des méthodes et une chaîne de traitement pour les données de trajectoire de dérive Argo en temps quasi réel, ainsi que la production de vitesses associées aux trajectoires. Cette activité a été effectuée par Gaëlle Herbert Ingénieure de recherche en CDD et est en cours de finalisation au SNO Argo France. Une version Beta sera testée à Coriolis en 2022 pour diffusion dans le cadre du Service Marin de Copernicus ( données Argo incluses dans le produit Courant). Enfin, en collaboration avec le centre de données Coriolis, le SNO Argo-France continuera à travailler sur la mise en place d'une procédure de transfert des fichiers historique de trajectoire ANDRO contrôlés en delayed mode le format Argo 'Dtraj' au centre de données Coriolis.

En 2022, le SNO Argo-France continuera à travailler à la qualification des données Deep dans le cadre du projet Euro-Argo RISE et de la "Deep-Argo Mission Team".

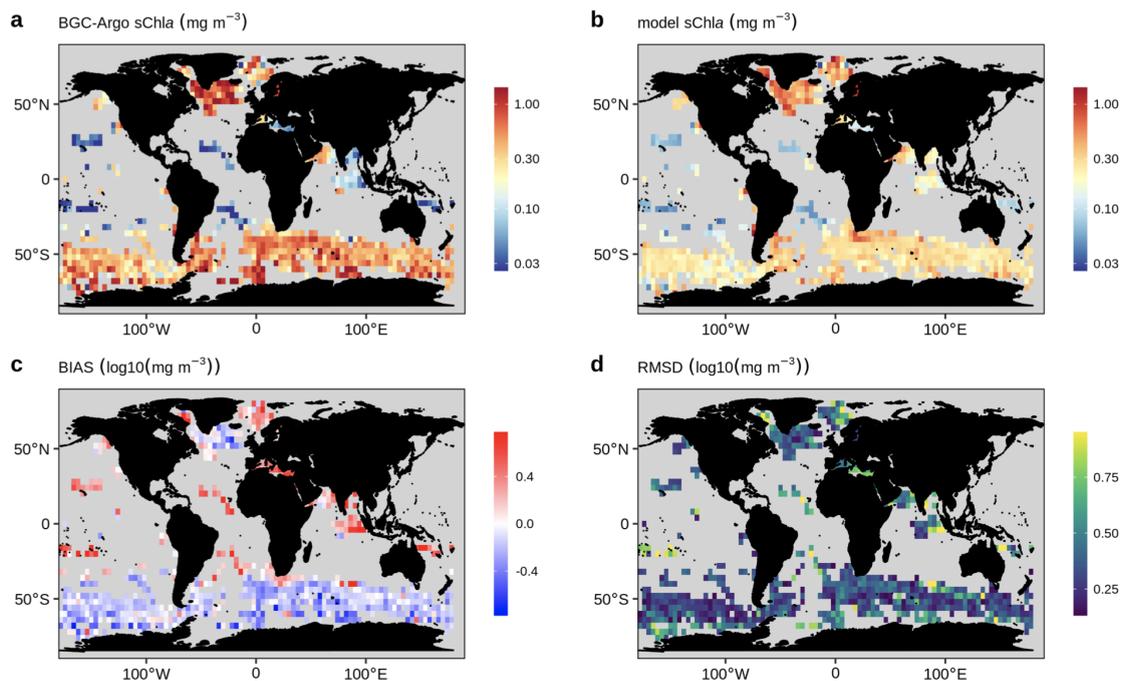
Le SNO Argo-France continuera de développer de nouvelles méthodes pour le contrôle qualité des données Argo, notamment à l'aide des outils statistiques de "Machine Learning". Les méthodes en développement seront testées en conditions opérationnelles:

- La classification non-supervisée de profils (Maze et al, PO 2017) pour la sélection de données de référence et l'estimation de dérive de salinité. La méthode et une procédure ont été développées dans le cadre de EARISE et sont maintenant disponibles ([voir DMQC-PCM](#)). Elles seront testées au LOPS.

Le SNO Argo-France continuera de développer de nouvelles méthodes pour le contrôle qualité et le traitement des données Argo, notamment à l'aide des outils statistiques de "Machine Learning". Les méthodes en développement seront testées en conditions opérationnelles:

1. La prédiction de profils de références via des méthodes de régression basées sur des réseaux de neurones (CANYON et CANYON-Med pour les données de la mission BGC, OSnet pour les données de la mission core).
2. La prédiction de profils de référence de bbp basés sur le réseau de neurones SOCA permettant la détection de profils anormaux dans la base de données (premier audit de bbp délivré courant 2021).
3. La prédiction de profils de référence de Chl basés sur un réseau de neurones de type SOCA afin de détecter les profils anormaux de Chl (audit de Chl en développement). Cette méthode SOCA-Chl nous permettra également de comparer différentes données de Chl afin d'évaluer la qualité du traitement des données en amont.
4. La prédiction de profils de référence de radiométrie basés sur un réseau de neurones de type SOCA actuellement en développement permettant à la fois de détecter d'éventuels profils anormaux de radiométrie dans la base de données mais également de participer au traitement des données de Chl en delayed mode pour les flotteurs n'étant pas équipés de radiomètre.

Une activité d'utilisation de la flotte BGC pour validation des produits opérationnels a commencé en 2020 et se poursuivra dans le futur. Il s'agit de collaborer avec l'équipe R&D BGC MERCATOR Ocean (A. Mignot, E. Gutknecht, J. Lamouroux, C. Perruche) pour identifier et tester des métriques d'évaluation des produits opérationnels Mercator avec la base BGC-Argo. Un papier est en cours de révision (Mignot et al. Defining BGC-Argo-based metrics of ocean health and biogeochemical functioning for the evaluation of global ocean models, Biogeosciences Discuss. [preprint], <https://doi.org/10.5194/bg-2021-2>, in review, 2021).



Chl de surface: Cartes de distribution spatiale des observations des flotteurs BGC-Argo (a), du modèle (b), du BIAS (c) et du RMSD (d). Les données sont moyennées dans des bins de  $4^\circ \times 4^\circ$ . Les bins contenant moins de 4 points sont exclus. Le BIAS et le RMSD sont calculés sur les données transformées en  $\log_{10}$  pour tenir compte du fait que sChl couvre plusieurs ordres de grandeur et est distribué de façon log-normale (Campbell, 1995).

## Centre de données

L'activité principale du centre de données Argo est le traitement opérationnel des données et métadonnées du DAC et du GDAC Coriolis.

Pour les évolutions, on peut citer:

- Traitement des nouvelles versions de flotteurs (Provor BGC CTS5, Apex BGC APF11, UVP6 capteur image zooplancton, capteur de salinité RBE)
- Projets européens
  - EA-Rise: contribution aux WP 2, 3, 4, 7
    - VRE pour machine learning
    - Accès en masse aux données et métadonnées (zarr, cassandra)
    - Gestion CTD RBR
    - Gestion de données et QC  
Nitrate, irradiance, particules en suspension, oxygène, pH, flux mer-atmosphère CO<sub>2</sub>
    - Evolution du « serious game » Wesstiti, à destination des écoles
    - IHM Découverte et sélection de données Argo
  - ENVRI-FAIR
    - Enrichissement des APIs
    - API Découverte et sélection de données Argo
  - Blue-Cloud, Pillar
    - API données et métadonnées Argo

- API CTD de références Argo (bigdata)
- Machine-learning
- Euro-Argo
  - Sélection de données Argo: découverte et téléchargement des données (NetCDF, csv, cartes, graphiques)
  - maintenance évolutive du tableau de bord des flotteurs
- Trajectoires Argo
  - Maintenance et évolution du produit Copernicus courant profond issu des trajectoires Argo
  - Mise en oeuvre du RTQC avancé