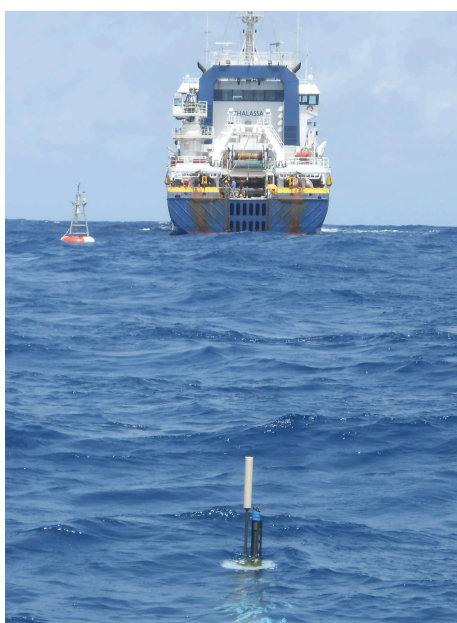




Plan d'Activité Argo-France 2023

Comité de Pilotage Argo-France



Réf. : AF-2023-PA2023

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

Date : 03/02/2023



[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 2023 :

- la préparation et le déploiement d'environ 80 à 90 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 2023, Argo-France poursuivra le développement des méthodes DMQC des profileurs Deep et BGC. Elle continuera à mettre 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 2023 sera marquée par les éléments suivants:

Coordination et animation scientifique

En 2023, le copil verra l'élargissement de nouveaux membres pour remplacer les départs d'une part, et renforcer le lien avec les différents partenaires de Argo France, d'autre part (LOPS, LOV, TGIera activement à l'organisation de plusieurs workshops et conférences dédiés au réseau AR, EURO-ARGO ...).

En 2023, le SNO Argo-France participera et/ou organisera:

- 1st BGC DMQC-Workshop (23-26 Janvier 2023, Villefranche sur mer)
- AST24 (mars 2023, Halifax, Canada)
- Journées Scientifiques du LEFE-GMMC (Brest, 31 mai et 1-2 juin 2023)
- ADMT24 (décembre 2023, Hobart, Australie)

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.

En Janvier 2023, Antoine Poteau, Raphaëlle Sauzède et Catherine Schmechtig organisent au LOV à Villefranche, le premier BGC-DMQC workshop. Ce workshop devrait avoir comme focus la mise en place du Delayed Mode du paramètre DOXY (présentation des différents

outils pour calculer l'ajustement, dont l'outil LOCODOX (LOPS) et travaux pratiques, jours 1 et 2), mais les jours 3 et 4 sont dédiés à la présentation des principes des ajustements des 5 autres paramètres (pH, NITRATE, CHLA, BBP et radiométrie).

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 2023, le Forum-DMQC continuera ses rendez-vous à travers des réunions régulières et les échanges sur le forum en ligne.

En 2023, Argo-France continuera la surveillance des cas de 'fast salinity drift', maintenant appelées 'Abrupt Salinity drift' (ASD) des sondes CTD SBE41CP (non corrigibles, potentiellement associées à une défaillance de la sonde SBE), en implémentant une liste spécifique au DAC Coriolis inventoriant 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 (21-24 Août 2023).
- Le programme de médiation Adopt A Float :Pour la nouvelle année scolaire 2022-2023, adopt a float double ses effectifs avec près de 80 classes inscrites de France Métropolitaine, mais aussi de Martinique, de l'île de la Réunion, des Seychelles et de l'île Maurice grâce notamment à l'expédition dans l'océan Indien dirigée par Les Explorations de Monaco durant laquelle des flotteurs profileurs BGC Argo ont été déployés et adoptés.

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. Contrairement aux sondes 0-2000m, la fiabilité des sondes RBR 6000m reste à analyser (cf section Deep).

Mission BGC

Le projet EA-RISE a permis de définir ou d'améliorer les procédures de DM pour les variables BGC. En 2023, il est prévu de valoriser ces résultats (publications de la méthode SOCA radiométrie) et de généraliser l'application des procédures pour améliorer la qualité des données. Ce travail devrait bénéficier également de l'élan du démarrage du projet FAIR-EASE qui a pour but de mettre à disposition dans un environnement "cloud", les procédures de qualification, calibration et validation des données BGC-Argo.

En 2023, il est également nécessaire de rédiger les documentations de spécifications des nouveaux capteurs qui ont été mis à l'eau dans le cadre de l'ERC-REFINE comme l'UVP avec reconnaissance embarquée et le radiomètre hyperspectral Trios, et ce, même si ces capteurs ne sont pas encore officiellement "Argo".

Concernant l'oxygène, un travail va être mené en 2023 sur l'évaluation de la réponse en pression du capteur d'oxygène et sur la mise à jour du logiciel LOCODOX. Cette dernière activité est rendue possible grâce à l'arrivée de Catherine Kermabon (Ingénieur LOPS) dans l'équipe Argo-France. L'année 2023 verra également le déploiement de 2 flotteurs Deep équipés de 2 capteurs d'oxygène pour intercomparer l'optode Aanderaa 4330 et l'optode Rinko AROD-FT (projet PIANO).

Mission Deep

En 2023 il est prévu de recetter les 9 DEEP restants des commandes 2021 et 2022 ainsi que 2 flotteurs encore en SAV. Cette recette nécessitera les tests habituels menés au caisson ACB et au bassin. On espère avoir au moins une partie de ces flotteurs prêts pour déploiements en Juin.

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 a été mené au printemps 2022. Les comparaisons révèlent un bon comportement des capteurs, à l'exception du capteur de conductivité de la sonde RBR qui présente un biais en pression. Des études sont en cours pour corriger ce biais. Les flotteurs étant toujours à l'eau, nous pourrions étudier la dérive long-terme des capteurs en 2023.

Achats flotteurs

Les achats 2023:

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.

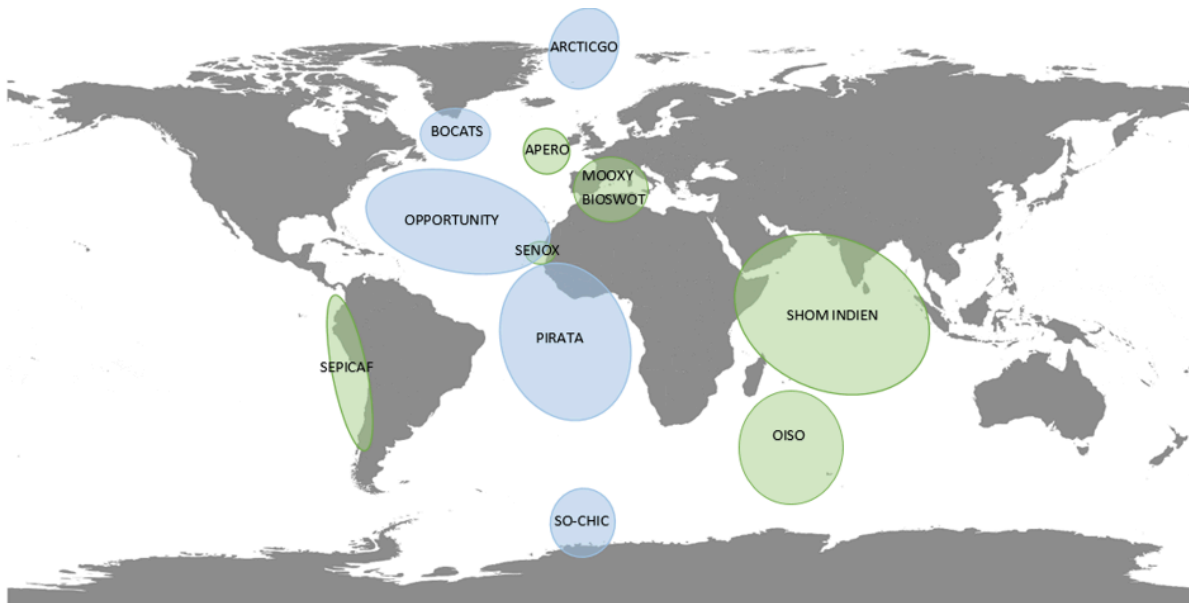
Plan de déploiement 2023

Les projets de l'AO GMMC 2022 concernent des campagnes prévues en 2023.

En 2023 environ 80 à 90 flotteurs devraient être déployés par la France: Méditerranée, Atlantique Nord/Sud, Arctique, Indien, Austral et Pacifique Est. 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 2023 sont listés ci-dessous, certains plans ne sont pas encore actés fermement du fait des incertitudes des campagnes et de la livraison effective des flotteurs.

PROJET	PI	INSTITUTION	ARVOR	BGC	DO	DEEP	SHIP - Date	ZONE
OISO	Hervé CLAUSTRE	LOV	10	4			MARION DUFRESNE - Février 2023	Austral
PIRATA FR33 + GMMC SENOX	Xavier CAPET	IRD	5	3	1		THALASSA - Mars 2023	Golfe de Guinée
SHOM INDIEN	Stéphanie CORREARD	SHOM	13	8			BEAUTEMPS BEAUPRE - Avril 2023	Indien
GMMC BIOSWOT MED	Andrea DOGLIOLI	MOI		2	1		ATALANTE & PP - Mars-Mai 2023	Med Ouest
SWOT MED	Franck DUMAS	SHOM	2				ATALANTE & PP - Mars-Mai 2023	Med Ouest
GMMC APERO	Laurent MEMERY	LEMAR		4			NOC - Mai 2023 & THALASSA / PP - Juin 2023	Atlantique NE
GMMC ARCTICGO	Camille LIQUE	LOPS	5				CDT CHARCOT Juil-Août 2023	Pôle Nord
GMMC MOOXY	Laurent COPPOLA	LOV	2		3		THALASSA - Septembre 2023	Méditerranée occidentale
OPPORTUNITE VOILE	Christine COATANOAN	IFREMER	5				Variés	Atlantique
GMMC SPNA / BOCATS	Damien DESBRUYERES	LOPS				5	SARMIENTO + MSM - Juin - Septembre 2023	Atlantique Nord Subpolaire
GMMC SEPICAF	Boris DEWITTE	IRD	9	2	6		Variés	Pérou - Chili - Equateur
GMMC SO-CHIC	Jean-Baptiste SALLEE	LOCEAN				4	POLARSTERN - Décembre 2023	Antarctique
TOTAL			51	23	11	9		94

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



Recherche et développement

Le SNO Argo-France continuera en 2023 de valoriser les données Argo T/S/O₂ 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 France 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 2023, une mise à jour des trajectoires des flotteurs sera effectuée.

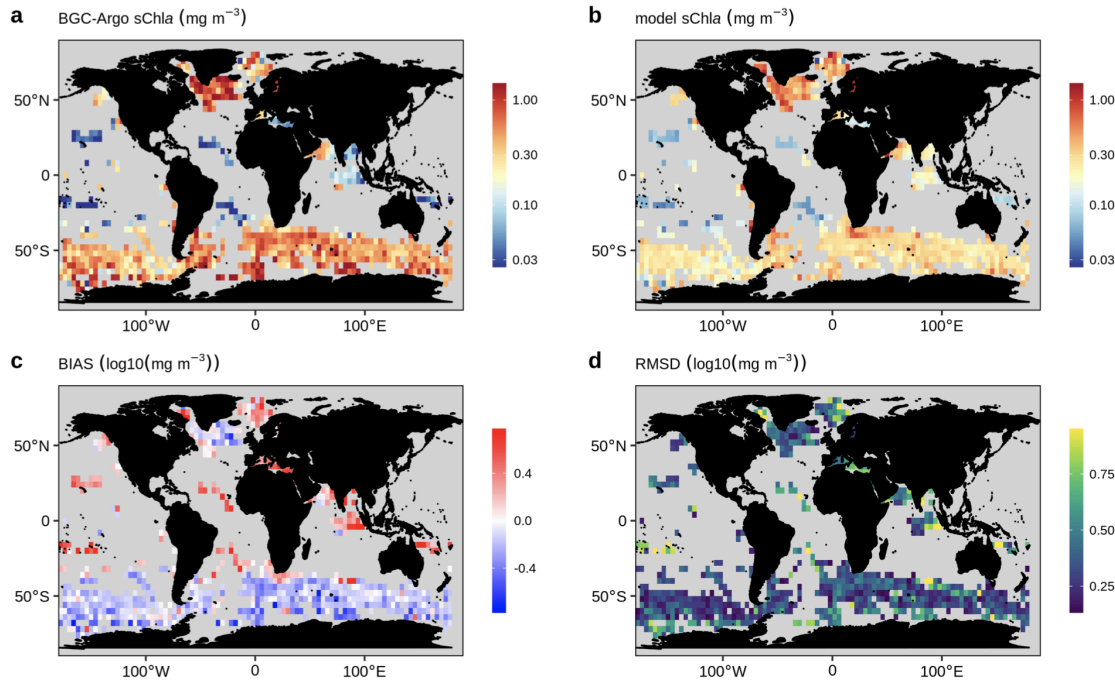
D'autre part, initié en 2019 lors du stage de Solène Dealbera (élève Ingénieur ENSTA), le SNO Argo-France en collaboration avec Coriolis a développé en 2020 des méthodes et une chaîne de traitement pour les données de trajectoire de dérive Argo en temps quasi réel, ainsi que la production de vitesses associées aux trajectoires. Initié en 2022, en 2023, la chaîne de traitement sera implémenté à Coriolis pour fournir des données de trajectoire en temps quasi-réel. 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 2023, 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 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 classification non-supervisée de profils (Maze et al, PO 2017) pour la sélection de données de référence. 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. En 2023 nous consoliderons le logiciel et les "patches" à la version Python d'OWC pour utiliser cette nouvelle option de sélection de profils.
2. 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).
3. 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).
4. 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.
5. 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>).



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
 - 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