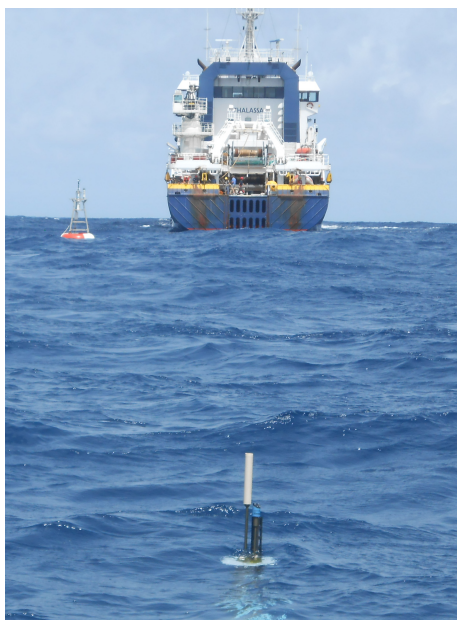


## *Plan d'Activité Argo-France 2021*

*Comité de Pilotage Argo-France*



*Réf. : AF-2021-PA2021*

*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 : 30/04/2021*

[Introduction](#)

[Coordination et animation scientifique](#)

[Mission core](#)

[Mission BGC](#)

[Mission Deep](#)

[Achats flotteurs](#)

[Plan de déploiement 2021](#)

[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 2021 :

- 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 2021, 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 2021 sera marquée par les éléments suivants:

## Coordination et animation scientifique

En 2021, le SNO Argo-France participera activement à l'organisation de plusieurs workshops et conférences dédiés au réseau Argo:

- Journées Scientifiques du LEFE-GMMC (Toulouse, juin 2021, distanciel)
- ADMT workshop (automne 2021)
- 2nd DMQC workshop for core and deep (juillet 2021)
- Deep workshop dans le cadre d'EuroSea (automne 2021)
- ASW (septembre 2021, Bruxelles)
- BGC workshop dans le cadre d'EuroSea (automne 2021)

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 2021, la Cellule Opérationnelle Argo poursuivra l'implémentation de cette stratégie (ex: programmation échantillonnage vertical des Arvor T/S/Iridium, mode d'acquisition haute densité HD).

Les flotteurs T/S/Iridium 0-2000m sont désormais programmés pour exploiter au maximum les capacités de communication du réseau. Ainsi ces flotteurs transmettent 1000 points de mesure, avec une résolution variant de 1 à 2m près de la surface et de 5m à 2000m.

En 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'inscrit dans un niveau d'intégration plus large, notamment européen et le projet Euro-Argo-RISE (WP2): <https://github.com/euroargodev/publicQCforum>. En 2021, le Forum-DMQC continuera ses rendez vous à travers des réunions régulières et les échanges sur le forum en ligne.

En 2021, Argo-France continuera la surveillance des cas de 'fast salinity drift' des sondes CTD SBE41CP, 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 (23-26 Août 2021).
- Une exposition temporaire aux Capucins de Brest (29 octobre-2 novembre 2020) dans le cadre des 300 ans du SHOM avec un espace pour un flotteur ARVOR démo transparent et un poster descriptif.
- au workshop virtuel OceanObserver organisé dans le cadre d'Euro-Argo-RISE par OceanOPS et l'ERIC Euro-Argo

## 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 cores et profonds (>2000db). En 2020, dans le cadre du projet Euro-Argo-RISE, la sonde RBR a été intégrée à 2 flotteurs Arvor 0-2000 et des tests en mer ont été conduits pour l'évaluer. Un nouveau flotteur Deep-Arvor a également été équipé de 3 capteurs, incluant la RBR, et deux prototypes ont été déployés pour évaluer les capteurs. Les données sont en cours d'analyse et les résultats seront reportés auprès d'Argo-France et de la communauté internationale dès que possible.

En 2021, un nouveau prototype du capteur NOSS (Mesure de la Salinité Absolue, TEOS-10) sera testé. Le design modifié du capteur NOSS permettra de minimiser les effets de déformations liées à la pression. Le capteur sera testé en mer lors de déploiements d'opportunités (sur flotteur Argo) et de la campagne TECHNOSS en méditerranée en Octobre-Novembre 2021.

## Mission BGC

9 flotteurs BGC avec plus de 2 paramètres BGC seront déployés en 2021:

- 5 flotteurs Eurosea (6903874,75,76,77,78) (O2, CHLA, BBP700, CDOM et éclairage) (flotteurs Euro-Argo ERIC avec implication d'Argo-France)
- 1 Flotteur GMMC SENOX (Echevin) (6903091) O2, CHLA, BBP700, CDOM et éclairage (flotteur Argo-France)
- 2 flotteurs (Speich, Stemmann) (6903095, 6903096) DOXY, CHLA, BBP700, UVP (flotteurs Argo-France)
- 1 flotteur OISO (6903070) pH, O2, CHLA, BBP700, CDOM et éclairage, CP (flotteur Argo-France)

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 2021.

## Mission Deep

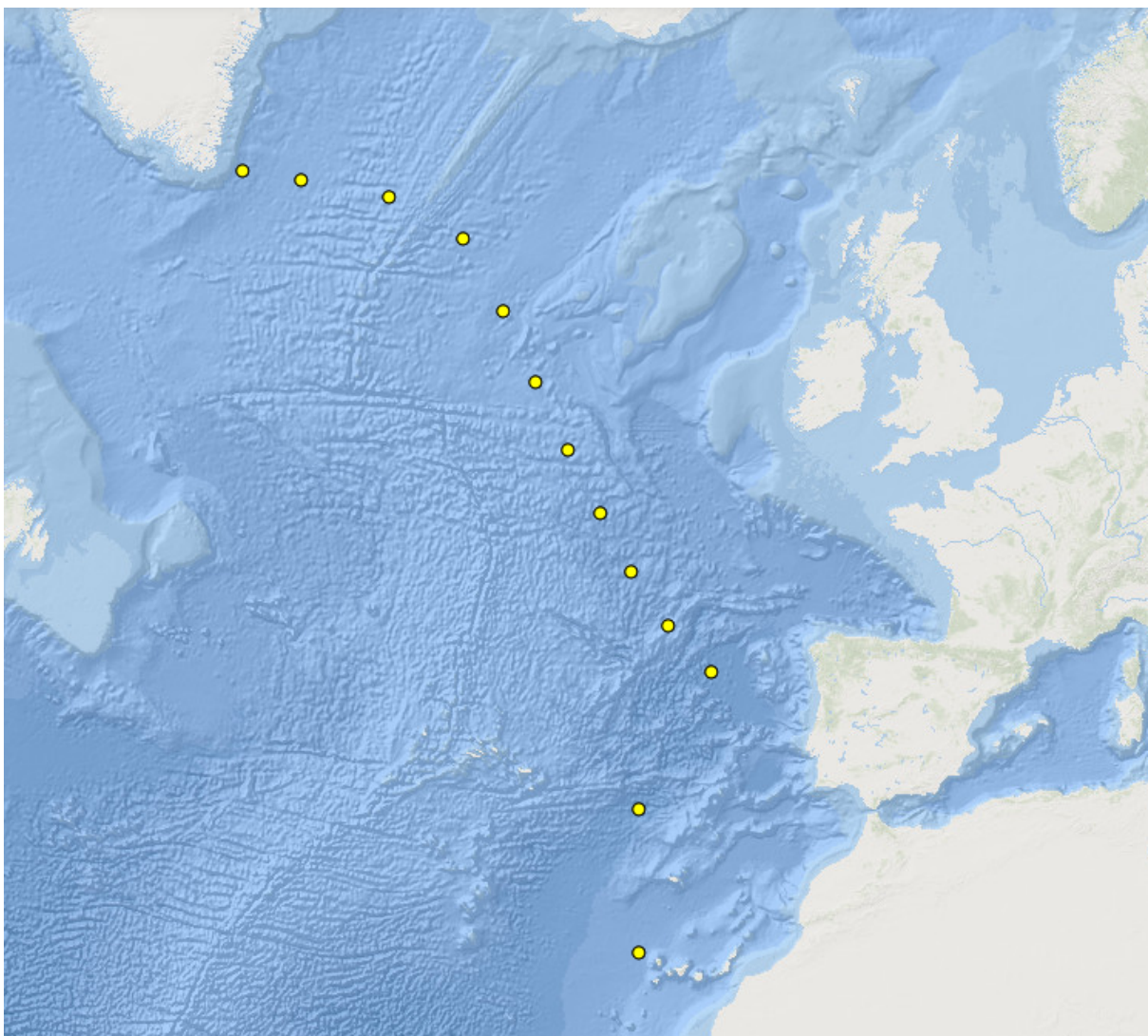
En Mai-juin 2020 et en janvier 2021, des tests conséquents ont eu lieu au caisson hyperbare afin de qualifier et tester le comportement en pression des Deep Arvor. Cela a permis de contourner un problème de désamorçage de la pompe hydraulique à grande immersion, d'isoler un souci d'entrée d'eau dans certains flotteurs (expertise nke attendue) et de tester une amélioration portée sur l'hydraulique (ajout d'un ressort).

Vu le nombre de flotteurs rejetés à l'issue des tests caissons, des délais de SAV nke et de la faible disponibilité du caisson hyperbare en 2021, seuls 15 Deep Arvor issus des lots Ifremer seront disponibles pour la campagne d'ensemencement de la zone OVIDE (pilote Damien Desbruyères). En ajoutant les 5 Deep Arvor d'Eurosea (Euro-Argo) on arrivera à 20 flotteurs (sur 24 initialement prévus) à déployer au cours de l'été 2021 depuis le RV espagnol

Sarmiento de Gamboa. Ces déploiements s'inscrivent dans un effort français de mise en œuvre d'une couverture DEEP homogène de l'Atlantique Nord subpolaire.

La campagne SO280 sur le RV SONNE début janvier 2021 a en outre permis le déploiement de 2 Arvor Deep équipés de la nouvelle hydraulique en janvier afin de valider leur comportement à la mer.

Une chercheuse post-doctorante a rejoint le LOPS en Janvier 2020 pour travailler à l'analyse de la base de données DEEP pendant 18 mois, dans le cadre d'un contrat IFREMER et du projet H2020 Euro-Argo RISE. Ce travail comporte également une analyse d'intercomparaison du comportement de trois sondes profondes (SBE41, SBE61, RBRconcerto) montées sur un même flotteur (développement IFREMER RDT).



**Carte des déploiement DEEP 2021: OVIDE (été 2021) et SO280 (Nord Madère) et Tri-têtes (Canaries)**

Ces mêmes tests (caisson et bassin) seront reproduits sur les livraisons de deep des lots commandés en 2020 ainsi que les flotteurs ayant eu des actions correctives suite à ces tests (une vingtaine d'instruments à qualifier en 2021).

## Achats flotteurs

### Les achats 2021:

Ces achats (Ifremer et SHOM) rentrent dans le cadre du CPER Euro-Argo et donnent droit à des subventions permettant d'acheter plus de flotteurs (SHOM) ou de financer des mises à jour instrumentales (upgrade) (IFREMER : Deep, DO et Iridium et CNRS/LOV : BGC). Il n'y aura pas d'upgrade en 2021, mais seulement à partir de 2022.

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 2021 : 38 (Ifremer) +18 (Shom) Arvor Iridium, 4 BGC

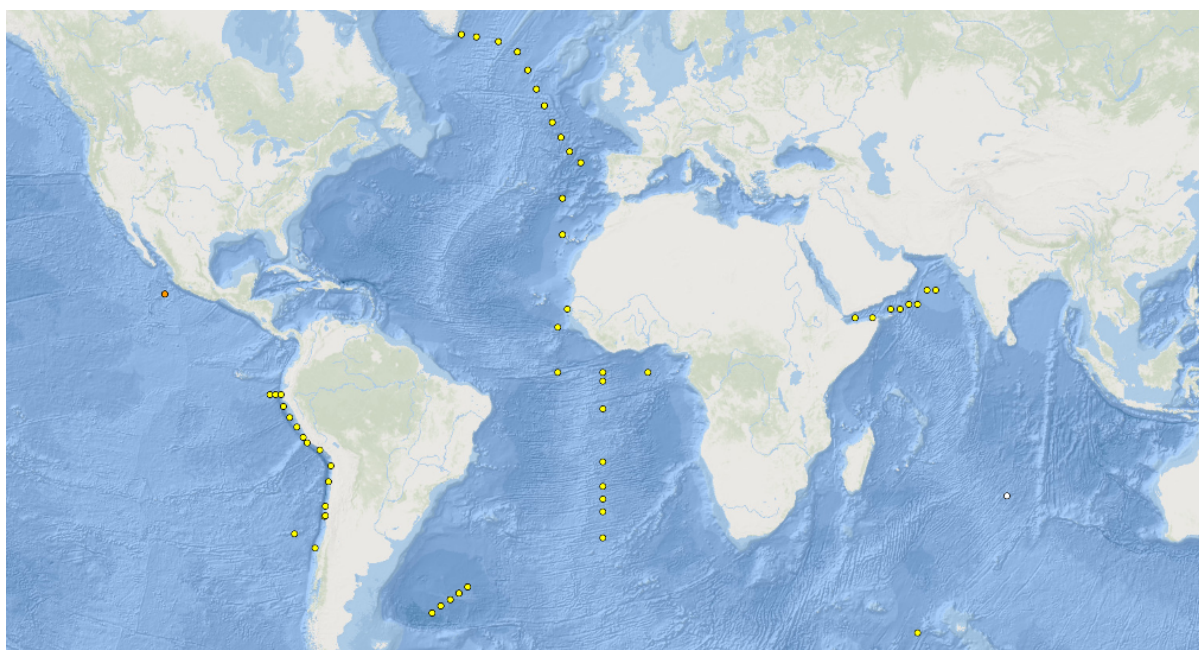
En 2020 les deux instituts Ifremer et SHOM se sont coordonnés autour d'un Groupement d'Achat Européen (GAE). Cela permet notamment une homogénéité des prix entre instituts. Ce GAE a été validé fin 2020 pour l'achat de flotteurs Arvor et Deep Arvor. Une solution reste à trouver en 2021 pour l'achat des flotteurs TSO2 2000m et BGC. 3 pistes sont actuellement à l'étude : marché simple Ifremer, association au marché du CNRS ou achat via l'ERIC Euro-Argo.

## Plan de déploiement 2021

Les projets de l'AO GMMC 2020 concernent des campagnes prévues en 2021 et 2022.

En 2021 environ 80 flotteurs seront déployés par la France: Méditerranée, Atlantique, Pacifique. Les supports de déploiement sont l'UMS Flotte (campagnes ou transits valorisés), des collaborations avec la flotte océanographique européenne et des navires d'opportunité.. Les projets de déploiements 2021 sont listés ci-dessous:

DOSSIER	PI	ARVOR	CTS3-DO	BGC	DEEP	Zone de déploiement	Navire	Campagne
<a href="#">SO280</a>	DESBRUYERES				2	Atlantique Nord	SONNE	SO280
<a href="#">SAGA</a>	PELEGRI	5				Atlantique Sud	SARMIENTO DE GAMBOA	SAGA 9W
<a href="#">BACI</a>	PROVOST	5			5	Atlantique Sud / Zapiola	SARMIENTO DE GAMBOA	SAGA 9W
<a href="#">SEPICAF PEROU</a>	DEWITTE	6	3			Perou	TARA / AUTRES	SEPICAF
<a href="#">SEPICAF CHILI</a>	DEWITTE	5	2	1		Chili	?	SEPICAF
<a href="#">SENOX</a>	CAPET		1	1		Golfe de Guinée	THALASSA	PIRATA FR31
<a href="#">PODIOM</a>	CRAVATTE	5				Golfe de Guinée	THALASSA	PIRATA FR31
<a href="#">SHOM MED</a>	DUMAS	2				Méditerranée	BEAUTEMPS BEAUPRE	TRANSIT
<a href="#">PHYSINDIEN</a>	LOUAZEL	8				Golfe d'Aden	BEAUTEMPS BEAUPRE	PHYSINDIEN
<a href="#">OVIDE</a>	DESBRUYERES				15	Atlantique Nord	SARMIENTO DE GAMBOA	BOCATS
<a href="#">MOOSE</a>	COPPOLA	3	2			Méditerranée	THALASSA	MOOSE GE 2021
<a href="#">AMOCO</a>	JAMET			1		Cap-Vert	?	AMOCO
<a href="#">ARCTICGO</a>	LIQUE	2				Arctique	COMMNDANT CHARCOT	ARCTICGO
<b>TOTAL 2021</b>		<b>41</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>22</b>			
		<b>74</b>						



## Recherche et développement

Le SNO Argo-France continuera en 2021 de valoriser les données Argo T/S en mettant à jour et distribuant les produits interpolés ISAS, notamment en préparant la prochaine version ISAS17 (2002-2017) des champs T/S/O2 interpolés 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 et ISAS17 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 2021, 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 2021 pour diffusion dans le cadre du Service Marin de Copernicus ( données Argo incluses dans le produit Courant).

En 2021, 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".

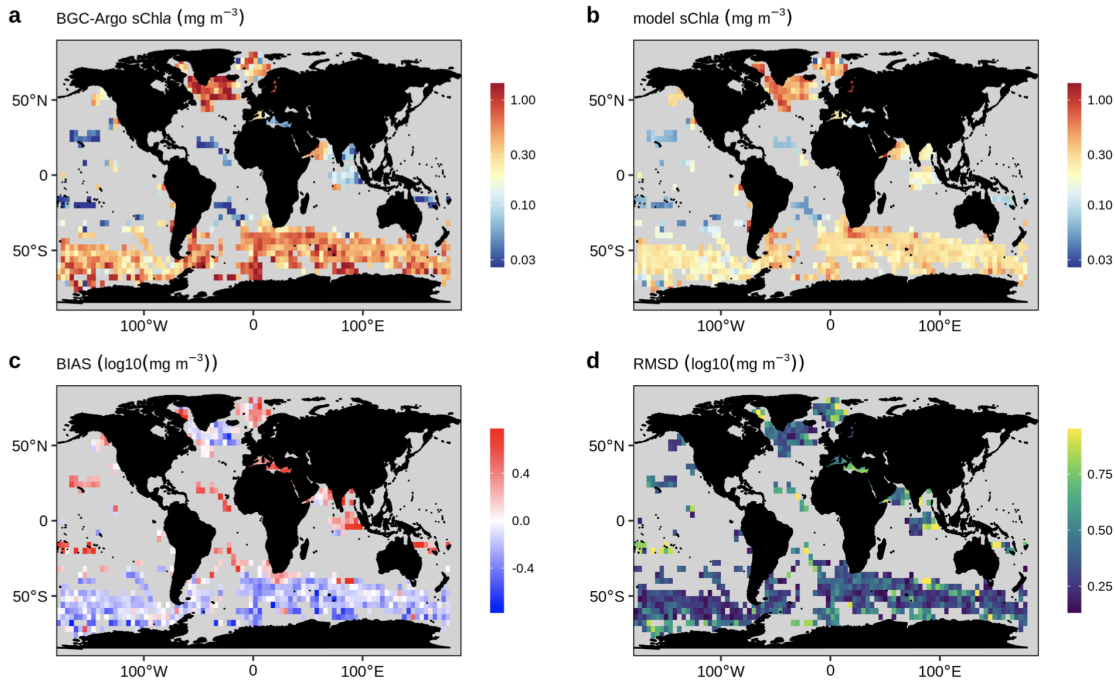
Le SNO Argo-France continuera de développer de nouvelles méthodes pour le contrôle qualité des données Argo, notamment à l'aide des outils statistiques de "Machine Learning". Les méthodes en développement seront testées en conditions opérationnelles:

- 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.

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:

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.
3. La prédiction de profils de référence de Chl basés sur un réseau de neurones de type SOCA actuellement en développement afin de détecter les profils anormaux de Chl. Cette méthode nous permettra également de comparer différentes données de Chl afin d'évaluer la qualité du traitement des données en amont.

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 a été soumis en 2020 (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 CO2
    - 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