

AO INSU 2012
Section « Océan-Atmosphère »

Dossier scientifique

Nom du porteur du projet : Gaillard, Fabienne

Laboratoire de Physique des Océans,
UMR 6523 : CNRS-IFREMER-IRD-UBO
Téléphone : 02 98 22 42 88, Télécopie : 02 98 22 44 96
e-mail : Fabienne.Gaillard@ifremer.fr
Adresse : LPO – BP 70, 29280 Plouzané

Titre du projet : *Analyse Reconstruction et Indicateurs de la Variabilité Océanique (ARIVO)*

Programme sollicité : *OA/LEFE: IMAGO et GMMC*

Durée : 2 ans

Résumé :

ARIVO rassemble des activités de synthèse du jeu de données de température et de salinité ARGO global, réalisées dans un objectif d'études climatiques. Ces travaux permettent:

- la mise à disposition de produits: outil d'analyse, jeux de données validés, champs globaux analysés, statistiques, indicateurs.
- la réalisation d'études scientifiques sur des sujets s'inscrivant dans contexte de la variabilité climatique

Ils constituent un soutien à l'activité Coriolis, à l'Equipex NAOS, au SO-ARGO et au SOERE-CTD-O2 en général.

Ils contribuent aux études climatiques sur l'océan global et sur les régions plus ciblées (Atlantique Nord, Golfe de Gascogne/Méditerranée)

Ce projet sur deux ans vise :

- à consolider et faire connaître l'activité d'analyse de données in-situ dans un objectif climat en améliorant l'accès aux produits et analyses scientifiques
- à relayer auprès des instances ARGO les besoins et les progrès de la communauté Climat
- à rassembler et organiser les compétences disponibles dans la communauté afin de construire des projets scientifique adossés à cette activité.

1 Intérêt scientifique et état de l'art

L'évaluation correcte du changement climatique et la bonne prise en compte de ses impacts, reposent sur une meilleure connaissance de la variabilité récente et l'amélioration de la prévisibilité décennale. L'observation de la composante océanique est un élément clé du progrès en ce domaine. La France, sous l'impulsion de l'Ifremer, s'est résolument engagée depuis plus de dix ans dans la mise en place du réseau international ARGO, basé sur les flotteurs dérivants. Il faut noter que ce réseau est destiné à la fois à des utilisations opérationnelles pour des services tels que GMES, et à la recherche sur le climat, chacune des filières ayant ses exigences. Nous avons incontestablement réussi à établir un leadership européen sur le plan de la mise en place du réseau et son utilisation opérationnelle, et dans ces domaines, la France occupe une place importante sur tous les volets: coordination, développement technologique, maintien du réseau et collecte des données. Cependant, il reste beaucoup à faire en ce qui concerne les analyses à des fins climatiques de la variabilité observée.

Le projet **ARIVO**, dont les travaux ont commencé dès l'émergence du projet Coriolis, auquel il a par ailleurs beaucoup contribué, pourrait être le point de convergence d'un ensemble d'activités de synthèse du jeu de données de température et de salinité ARGO global, réalisées dans un objectif d'études climatiques.

Nous proposons donc un projet sur deux ans, destiné :

- à consolider et faire connaître l'activité d'analyse de données in-situ dans un objectif climat en améliorant l'accès aux produits et analyses scientifiques
- à relayer auprès des instances ARGO les besoins et les progrès de la communauté Climat
- à rassembler et organiser les compétences disponibles dans la communauté afin de construire des projets scientifique adossés à cette activité.

2 Plan de recherche et calendrier de réalisation

2.1 Produits ARIVO

*LPO: F. Gaillard, P. Lherminier, T. Reynaud, C. Lagadec, M. Krieger, P. Le Bot
Collaboration Coriolis: C. Coatanoan, C. Cabanes*

La matière de base pour les études climatiques envisagées est l'ensemble de champs réguliers mensuels de l'état de l'océan (température et salinité) déduits des mesures in-situ. Il faut pour cela maintenir et faire évoluer l'outil d'analyse ISAS, réaliser les analyses mensuelles en temps semi réel, puis effectuer régulièrement des ré-analyses et mettre à jour les climatologies. Cela représente un travail considérable, et sur lequel l'œil critique du chercheur préoccupé par le climat est fondamental si l'on veut limiter les biais dont les sources sont multiples.

2.1.1 Maintenance et évolution de l'outil d'analyse ISAS:

- **Mise à disposition de ISAS-V6** : ISAS (In Situ Analysis System) est une suite de traitements permettant, à partir des données issues de Coriolis, de produire des champs analysés sur une grille régulière. La version 5 est actuellement disponible

(<http://wwz.ifremer.fr/lpo/SO-Argo-France/Products/Global-Ocean-T-S/ISAS-Tool>) .

Une version 6-beta est en cours de test. Il reste à la valider, à mettre à jour la documentation et la mettre à disposition sur le site Web. Cet outil est utilisé par Coriolis, mais aussi par des centres de données internationaux ou des chercheurs qui en ont fait la demande (Canada, Inde, Chine).

- **Finalisation des outils de diagnostic** : Les produits analysés résultent de la combinaison des données disponibles avec un ensemble d'information a priori sur la statistique du champ à estimer. Il est essentiel afin de valider le résultat de s'assurer de la consistance de la solution avec ces hypothèses. Ce travail est réalisé par une exploration systématique des résidus et des champs analysés et la définition de scores et de seuils d'alerte. Il est effectué avant la production des ré-analyses afin de détecter des anomalies dans les données qui auraient échappé au traitement en temps réel.

2.1.2 Production des analyses ARIVO

- **Analyses globales mensuelles semi-temps réel 'ARIVO NRT'** : Au début de chaque mois Coriolis met à notre disposition le jeu de données du mois précédent. Nous effectuons une analyse globale des mois n-1 et n-2 comprenant un contrôle et une itération et mettons à disposition les champs analysés, une illustration du type de produits proposés est accessible à l'adresse suivante : <http://wwz.ifremer.fr/lpo/SO-Argo-France/Products/Global-Ocean-T-S/Monthly-fields> .
- **Analyses ARIVO-SSS** : Une analyse spécifique de la surface est réalisée en combinant les jeux NRT avec les mesures collectées à proximité de la surface par les navires équipés de thermo-salinomètres et les bouées dérivantes. Ces données sont validées et préparées dans le cadre du projet GLOSCAL de CalVal du satellite SMOS (<http://wwz.ifremer.fr/lpo/La-recherche/Projets-en-cours/GLOSCAL> .)
- **Ré-analyses globales pour études climatologiques de la période 1980-2011 'ARIVO-RAC'** : Nous prévoyons de combiner les jeux de données validés par Coriolis (CORA), complétés par les jeux de données NRT. A ces jeux de données globaux nous ajouterons des jeux de données de haute qualité : CTD contrôlées et séries de données de profileurs ARGO validés par le LPO ou mis à disposition par des PI sélectionnés. Cette façon de procéder est la seule qui garantisse la maîtrise de la chaîne de qualification des données.

2.1.3 Etablissement de climatologies, indicateurs

- **Climatologies** : Le jeu de ré-analyse (champs, données et résidus) servira de base à la constitution d'un ensemble d'informations statistiques permettant de caractériser la variabilité spatiale et temporelle des champs de température et de salinité : moyenne long terme, moyennes glissantes sur périodes de référence, variances correspondantes (aux échelles de l'analyse et sous grille), échelles de covariance. Outre leur contenu informatif intrinsèque, ces champs constituent l'ensemble des informations 'a priori' dont se nourrissent les modèles numériques et plus particulièrement ceux mettant en œuvre des techniques d'assimilation.
- **Indicateurs** : Les indicateurs globaux tels que l'évolution des contenus thermiques et halins, et la hauteur stérique sont facilement calculables à partir des champs analysés. L'estimation des erreurs sur ces quantités reste cependant difficile en raison des erreurs de mesure mal maîtrisées et d'une connaissance encore insuffisante des propriétés statistiques du champ étudié. Nous nous attacherons à préciser les erreurs, en poursuivant les études de sensibilité à l'échelle du globe (Figure 1) ainsi que les comparaisons régionales basées sur la constitution de séries temporelles de proxies dont la validité a été démontrée par des études spécifiques (sections de références

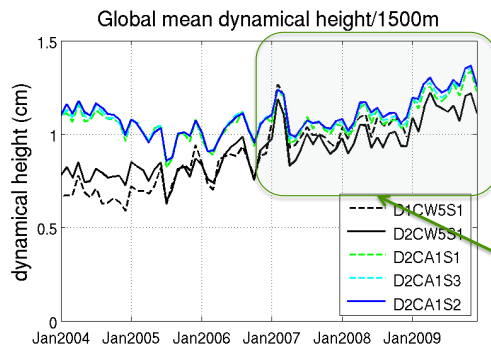
Ovide et GoodHope par exemple).

Monitoring steric height with Argo

3D Temperature and salinity fields deduced from Argo data have been used to compute steric height relative to 1500m (ARIVO analysis, von Schuckmann et al. 2009).

Sensitivity experiments have tested the influence of:

- 1) The data set (raw/adjusted) [D]
- 2) Reference field (WOA05 / Arivo 2003-2008 mean) [C]
- 3) Covariance scales [S]



Strong sensitivity to the reference climatology before 2007 is due to insufficient sampling, particularly in the southern ocean

Over 3 years (2007-2009) the tendency for the steric component of sealevel rise is close to 1 mm/year regardless of reference, dataset or configuration

Figure 1 : Etude de sensibilité de la hauteur stérique aux divers paramètres de l'analyse.

2.2 Etudes climatiques

LPO: F. Gaillard, N. Kolodziejczyk, V. Thierry

Collaboration: LOCEAN : K. Von Schuckmann , G. Reverdin, DYNECO : M. Sourisseau

2.2.1 Modes de variabilité, téléconnexions

Les mesures Argo permettent pour la première fois l'observation globale, continue dans le temps et simultanée de la température et de la salinité *in situ* (donc de la densité) dans les 2000 premiers mètres de l'océan. A grande échelle, les mesures de salinité ont longtemps été déficitaires par rapport aux mesures de température, compromettant notamment l'observation complète de la variabilité des structures hydrologiques de sub-surface. Or des travaux de modélisation très récents, montrent l'importance du rôle conjoint de la température et de la salinité pour la dynamique océanique et la variabilité des climats, comme par exemple, pour la formation des anomalies à grande échelle de température et de salinité compensées en densité (spiciness), jouant un rôle fondamental dans la variabilité interannuelle à décennale des climats aux échelles des bassins océaniques et globale.

Les processus de génération, de propagation et la variabilité interannuelle des anomalies de salinité compensées peuvent donc être observés pour la première fois et étudiées à l'échelle globale. Dans le Pacifique, les premiers résultats confirment qu'elles sont advectées par les courants moyens au sein de la thermocline à partir des régions subtropicales est, où elles sont générées, vers les régions tropicales à l'ouest du bassin et à l'équateur. Nous essayons de comprendre comment la variabilité interannuelle à décennale des climats locaux dans l'océan Pacifique (ENSO, PDO...) interagit avec la variabilité des anomalies de salinité compensées dans la thermocline tropicale et subtropicale.

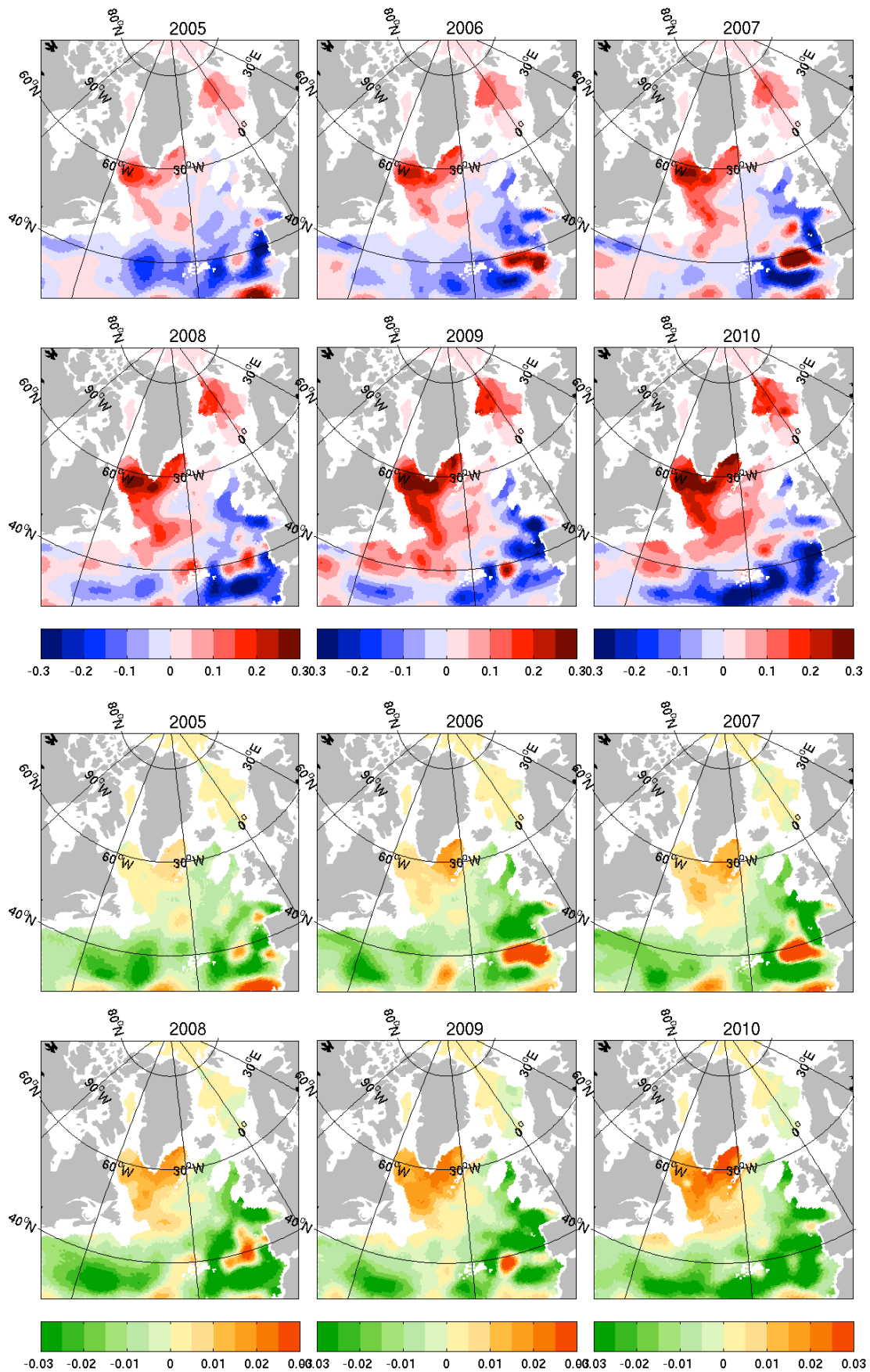


Figure 2 : Annual average temperature (top) and salinity (bottom) anomalies at 1600 m during 2005-2010

2.2.2 Variabilité interannuelle de l'Atlantique Nord (ICES/NAOS)

- **ICES** : Il s'agit de suivre la variabilité de l'Atlantique Nord de l'échelle saisonnière à décennale en support à ICES (International Council for the Exploration of the Sea) (ICES) qui rassemble une communauté concernée par l'environnement marin (écosystème et ressources). Chaque année un bilan de l'année précédente est établi sur la base des analyses globales 'ARIVO-NRT' (Figure 2). Les aspects interaction océan-atmosphère, modes de variabilité, formation d'eaux modales sont cruciaux dans ce bassin. Les résultats issus des analyses sont confrontés aux études similaires des partenaires ICES, basées principalement sur des mesures au point fixe ou le long de sections répétitives.
- **NAOS** : La mise en place de l'Equipex NAOS va permettre de compléter les analyses température/salinité par la prise en compte de la variable 'Oxygène' à l'échelle de ce bassin. Une configuration dédiée à l'Atlantique Nord sera mise en place. Un soin particulier sera accordé à la définition des sous-régions et aux échelles spatiales résolues afin de mieux capturer les zones clés trop imparfaitement représentées dans la configuration globale.

2.2.3 Climatologie de la bio-géochimie du golfe de Gascogne et de la Méditerranée.

Une extension 'multi-paramètres' (échelle 1/6°) de l'outil ISAS a été développée pour le golfe de Gascogne en collaboration avec le laboratoire DYNECO de l'Ifremer, dans le cadre de la DCSMM. Les premiers tests effectués sur les Nitrates sont concluants, il reste à améliorer l'outil pour une meilleure prise en compte des spécificités liées à la présence du plateau continental et des zones estuariennes. Il s'agira de définir et gérer les échelles spatiales et corrélations liées à la bathymétrie. Cette région du golfe de Gascogne constitue une zone pilote pour la configuration Atlantique Nord au 1/6° prévue pour NAOS, sur laquelle nous suivrons T, S et oxygène, en attendant de disposer d'une base de données suffisante pour l'étendre aux autres paramètres (Nitrates, Phosphates, Silicates). Dans un second temps, un travail similaire pourra être fait sur la Méditerranée occidentale si les bases de données sont disponibles. Des contacts seront pris avec les équipes compétentes.

3 Résultats attendus

3.1 Un site Web actif :

La mise à disposition sur un site Web unique de produits basés sur les analyses océaniques in-situ (champs ou de climatologies), d'indicateurs climatiques de base et de références scientifiques devrait inciter à une plus large utilisation de ces données et informations.

3.2 L'émergence de nouveaux projets scientifiques

De l'utilisation plus large de ces produits, nous attendons la sensibilisation de nouvelles communautés, un renforcement du lien entre communauté climat et Mercator/Coriolis, l'émergence de nouvelles collaborations, la proposition d'indicateurs pertinents et, à échéance de deux ans, la définition de nouveaux projets scientifiques d'envergure.

4 Ressources nécessaires à la réalisation du projet

4.1 Personnel

Personnel directement impliqué :

LPO			Mois en 2012 (temps plein de référence : 10 mois/an)
F. Gaillard	Chercheur	Ifremer	7
V. Thierry	Chercheur	Ifremer	1
P. Lherminier	Chercheur	Ifremer	1
N. Kolodziejczyk	Post-Doc	Ifremer	5
T. Reynaud	Ingénieur de recherche	Ifremer	6
C. Lagadec	Ingénieur d'étude	Ifremer	2
P. Le Bot	Technicien info/web	Ifremer	0.5
M. Krieger	Ingénieur d'étude	CDD- CNRS/CNES	3

Collaborations existantes:

LOCEAN : G. Reverdin (CNRS), K. Von Schuckmann (CNRS)

Coriolis : C. Coatanoan (SISMER/Ifremer), C. Cabanes (CNRS)

Dyneco : M. Sourisseau (Dyneco/Ifremer)

4.2 Budget demandé

Le budget demandé pour 2 ans (à répartir 50% en 2012, 50% en 2013) est le suivant :

	Demande LEFE
Equipement informatique : Stockage des données mises à disposition (2000 E) PC-Portable (1000 E) Mise à jour station linux (2000 E)	5000
Fonctionnement courant petits logiciels, fournitures, publications	3000
Missions : 2 colloques internationaux : 2500 E Missions Paris et Toulouse : 1500 E	4000
Total	12000

Co-financements acquis ou soumis (hors INSU) :

Une demande de soutien de 6 000 E a été soumise à l'Ifremer dans le cadre de l'EPRD 2012.

Il n'y a pas de financement NAOS sur ce thème au cours des 2 prochaines années.

5 Valorisation des travaux antérieurs

5.1 Références bibliographiques

- Brion, E., F. Gaillard, L. Petit de la Villéon, T. Delcroix, G. Alory, G. Reverdin, 2011. Collecting and gridding complementary in-situ SST/SSS data for the calibration and validation of SMOS. Newsletter #41 : The new joint Coriolis-Mercator Ocean Quarterly Newsletter
- Gaillard, F., E. Autret, V.Thierry, P. Galaup, C. Coatanoan, and T. Loubrieu , 2009 : Quality control of large Argo data sets. JAOT, Vol. 26, No. 2. 337–351.
- Holliday, P., S. Hugues, K. Borenas, R. Fiestel, F. Gaillard, A. Lavin, H. Loeng, K-A. Mork, G. Nolan, M. Quante and R. Somavilla. 2011. Long-term physical variability in the North Atlantic Ocean. In « Ices Status report on climate change in the North Atlantic ». Ices cooperative research report 310.
- Hughes, S. L., Holliday, N. P., and Beszczynska-Möller, A. (Eds). 2011. ICES Report on Ocean Climate 2009. ICES Cooperative Research Report No. 309. 66 pp. . Contributing author.
- von Schuckmann, K., F. Gaillard and P-Y. Le Traon, 2009 : Estimating global Ocean indicators from a gridded hydrographic field during 2003-2008 . Mercator Newsletter.
- von Schuckmann, K., F. Gaillard, and P.-Y. Le Traon (2009), Global hydrographic variability patterns during 2003-2008, J. Geophys. Res., 114, C09007, doi:10.1029/2008JC005237.

5.2 Sites Web :

<http://wwz.ifremer.fr/lpo/SO-Argo-France/Products>

<http://www-ium.univ-brest.fr/observatoire/argoView.php>

5.3 Liste des contrats obtenus au cours des quatre dernières années :

- Pas de contrat pour Arivo dans les 4 dernières années
- Un soutien CNES (GLOSCAL) sur la calval SMOS depuis 2007 pour la préparation des jeux de données et des analyses de salinité de surface

6 Compléments

Il appartiendra aux demandeurs de donner ici tout complément d'information utile à l'évaluation du projet, notamment l'analyse des risques associés au projet.

Les travaux proposés sont la poursuite d'une activité à long terme. La demande vise à consolider les équipes et à agréger les compétences. Il n'y a pas de risque à proprement parler. La seule incertitude concerne la vitesse de progression qui dépendra essentiellement du temps personnel que nous aurons pu mobiliser.