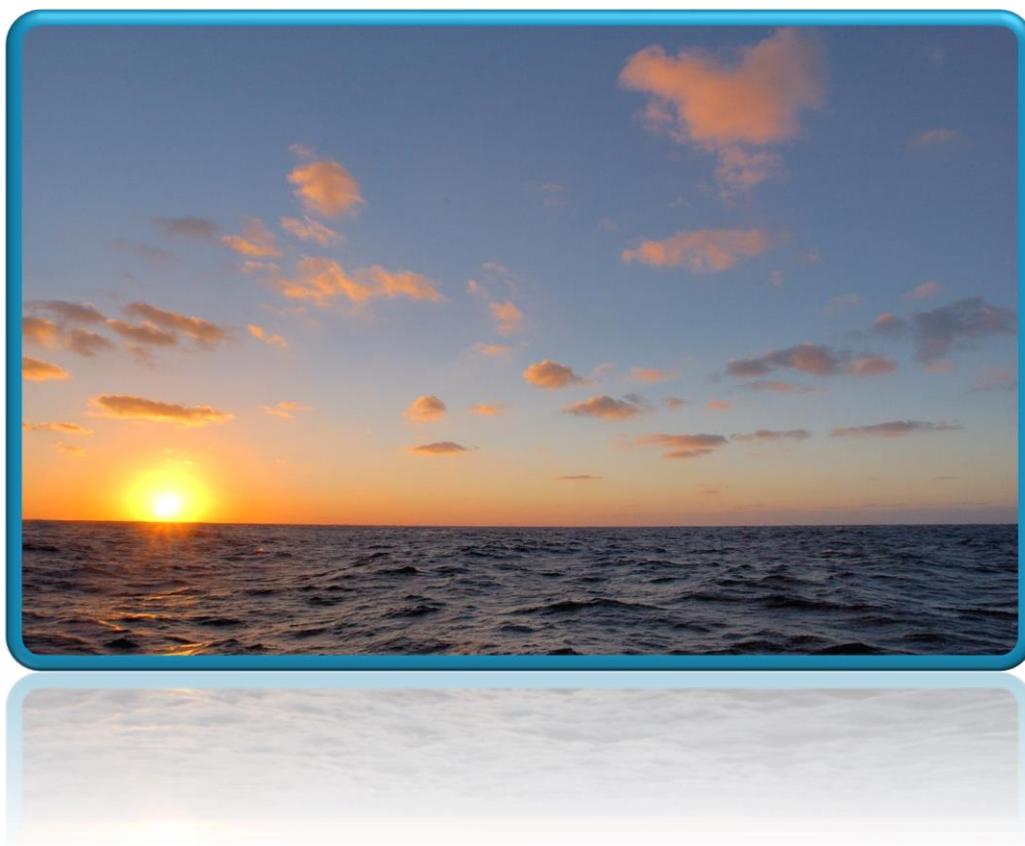


# CORIOLIS

## Rapport d'activités 2018

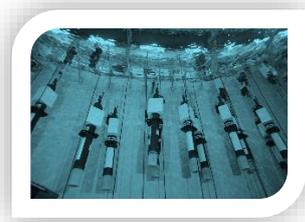


CORIOLIS

DOI: <http://doi.org/10.13155/49970>

24 avril 2019





# TABLE DES MATIERES

<b>Table des matières.....</b>	<b>2</b>
<b>1. POINTS MARQUANTS 2018.....</b>	<b>6</b>
<b>2. Moyens Humains et Financiers Mettr à jour les tableaux.....</b>	<b>8</b>
<b>3. Service d’Observation ARGO ET BIO-ARGO .....</b>	<b>10</b>
3.1 Equipes et programme .....	10
3.2 Opérations à la mer .....	10
3.2.1 Achats flotteurs.....	10
3.2.2 Composante T/S.....	10
3.2.3 Composante T/S/O2.....	11
3.2.4 Composante Deep.....	11
3.2.5 Composante BGC .....	12
3.3 Déploiements .....	12
3.4 Document de Stratégie nationale de déploiement.....	13
3.5 Document pour du déploiement Transverse instrumental .....	14
3.6 Monitoring de la flotte .....	14
3.7 Gestion des données .....	15
3.7.1 DAC.....	15
3.7.2 Contrôle qualité .....	20
3.7.3 Codep .....	20
3.8 Outilsetproduits.....	21
3.8.1 ISAS SSS and ISAS O2.....	21
3.8.2 Nouvelle méthode DMQC basée sur l’Intelligence Artificielle.....	21
3.8.3 DMQC BGC .....	22
3.8.4 Trajectoires .....	22
3.9 Recherche.....	22
3.9.1 Publications marquantes.....	22
3.9.2 Coordination scientifique et animation .....	23
3.9.3 Rapport/assessment: .....	23
3.9.4 Annexe : Bibliographie Argo-France .....	23
<b>4. Service d’Observations SSS - SALINITE DE SURFACE.....</b>	<b>28</b>
4.1 Préambule .....	28
4.2 Acquisition.....	28
4.3 Contrôle qualité.....	29
4.4 Distribution des données .....	30
4.5 Valorisation scientifique.....	31
<b>5. Service d’Observation - PIRATA .....</b>	<b>32</b>
5.1 Préambule .....	32
5.2 Campagne annuelle.....	32
5.3 Statut du réseau PIRATA .....	33

5.4	Contributions à PREFACE (AtlantOS et TAOS) .....	33
5.5	Traitement des données PIRATA.....	34
5.6	Meeting PIRATA-23 / TAOS .....	35
5.7	Bibliographie.....	36
<b>6.</b>	<b>BOUEES ANCREES ET DERIVANTES .....</b>	<b>38</b>
6.1	Réseau Bouées dérivantes .....	38
6.2	Composante « Moyens à la mer ».....	38
6.3	Composante « Centre de données » .....	39
6.4	Composante « Moyens côtiers ».....	39
<b>7.</b>	<b>Service d'Observation MEMO - MAMMIFERES MARINS.....</b>	<b>40</b>
7.1	Nouvelle Balise CTD-Fluo-Lumière. ....	40
7.2	Test d'un nouveau capteur de salinité.....	40
7.3	Extension programmée du SO-MEMO en Arctique .....	41
7.4	Déploiements effectués prévus à Kerguelen et en argentine.....	42
	7.4.1 Post-mue .....	42
	7.4.2 Post-reproduction .....	42
7.5	Travaux prévus en lien avec la fonction observatoire.....	42
7.6	Orientation scientifique .....	43
	7.6.1 Champs Biologiques .....	43
	7.6.2 Formation d'eau dense Antarctique .....	44
7.7	Moyens humains, financiers et institutionnels .....	45
	7.7.1 Moyens humains .....	45
7.8	Références.....	47
<b>8.</b>	<b>MESURES NAVIRES.....</b>	<b>48</b>
8.1	Shom : Laboratoire de métrologie et de chimie océanographique .....	49
<b>9.</b>	<b>GLIDER.....</b>	<b>50</b>
9.1	Evolution de l'équipe Gliders du Parc de la DT-INSU .....	50
9.2	Opérations à la mer.....	50
9.3	Gestion du parc instrumental.....	51
9.4	Communications.....	52
9.5	Perspectives 2019.....	53
<b>10.</b>	<b>RESEAU MAREGRAPHIQUE RONIM .....</b>	<b>56</b>
10.1	Management .....	56
10.2	Réseau RONIM .....	56
	10.2.1Maintenance .....	56
	10.2.2Nouvelles installations .....	57
	10.2.3Développement.....	58
	10.2.4Nouvelles centrales.....	59
10.3	Base de données .....	59
10.4	Coordination REFMAR.....	60

10.5	Reconstruction des séries marégraphiques .....	61
10.6	Communication, formations, coopérations internationales.....	62
10.7	Jalons et prévisions. ....	63
<b>11.</b>	<b>RESEAUX HAUTE FREQUENCE COTIER .....</b>	<b>64</b>
11.1	Général / Projets .....	64
11.2	Systèmes d'observation .....	65
	<b>11.2.1 ...RESEAU DE MESURE DES ETATS DE MER CANDHIS .....</b>	<b>65</b>
	11.2.2 Bouées multi-instrumentées Météo-France.....	67
	11.2.3 Radars HF .....	67
	11.2.4 Réseau SNO COAST-HF (INSU/Universités/IFREMER) et bouées BOOTS (Shom) .....	68
	11.2.5 Profils en milieu côtier : RECOPECA et Profileurs côtiers.....	69
11.3	Centre de données .....	69
	11.3.1 Réseau de mesure des états de mer CANDHIS .....	69
11.4	Publications associées au volet côtier de Coriolis en 2018.....	70
<b>12.</b>	<b>BILAN COMPOSANTE MOYENS A LA MER .....</b>	<b>72</b>
12.1	A. LES POINTS FORTS de 2018.....	72
	12.1.1 Les réalisations.....	72
	12.1.2 Réalisations chiffrées 2018 : .....	74
	12.1.3 Synthèse des relations entre les différentes tâches et les réseaux concernés par ces tâches. ....	75
<b>13.</b>	<b>COMPOSANTE BASE DE DONNEES .....</b>	<b>76</b>
13.1	Océanographie opérationnelle .....	76
	13.1.1 Indicateurs.....	76
13.2	Coriolis gestion de données .....	76
	13.2.1 Principales sources de données .....	76
	13.2.2 Histogramme des données .....	77
	13.2.3 Cartes des données.....	77
	13.2.4 Maintien en Conditions Opérationnelles du système, activité pilotée dans le processus Ifremer ISO9001 – P14 .....	78
	13.2.5 Administration, service desk, activité pilotée dans le processus ISO9001 – P8 .....	79
13.3	Données des réseaux d'observations.....	79
	13.3.1 Réseau d'observation des flotteurs Argo.....	79
	13.3.2 Flotteurs du DAC Coriolis actifs.....	79
	13.3.3 Tous les flotteurs gérés par le DAC Coriolis .....	80
	13.3.4 Cartes des flotteurs .....	80
	13.3.5 Capteurs BGC-Argo (biogéochimique) sur les flotteurs Coriolis .....	82
13.4	Gestion de données des réseaux d'observations non détaillée dans ce rapport .....	84
<b>14.</b>	<b>Cellule R&amp;D.....</b>	<b>86</b>
14.1	Température, salinité et courants.....	86
	14.1.1 Développement et mise à jour du jeu de données CORA.....	86

14.1.2	Adaptation et mise en place de la méthode Min/Max pour les produits NRT de CORIOLIS dans le cadre de CMEMS.....	87
14.1.3	Thermosalinographes.....	88
14.1.4	Profils de T et S issus des balises des mammifères marins.....	88
14.1.5	Dérives de flotteurs et de bouées.....	88
14.1.6	ANDRO temps réel .....	89
14.2	Activités de la cellule R&D en lien avec les extensions biogéochimiques de Coriolis.....	89
14.3	Publications et rapports .....	90
14.4	Moyens humains et financiers (par organisme).....	90
<b>15.</b>	<b>ANNEXE Composition des comités .....</b>	<b>92</b>
15.1	Comité Directeur .....	92
15.2	Comité de Pilotage .....	92
15.3	Composante Coriolis-Données .....	92
15.4	Composante Moyens à la Mer .....	93
15.5	Composante R&D .....	93

## 1. POINTS MARQUANTS 2018

2018 a été pour Coriolis une année riche en activités, tant au niveau français qu'au niveau européen :

- Les extensions du réseau Argo, que sont Deep-Argo, BGC-Argo et Argo-O<sub>2</sub>, progressent et avec eux l'utilisation plus importante des transmissions iridium permettant plus de flexibilité dans le pilotage de la flotte. 2018 est une année importante en termes de déploiement en Atlantique du nord au sud mais également en Méditerranée et en Pacifique. Sur les 86 flotteurs Argo déployés, 8 étaient des flotteurs profonds et 22 avaient des capteurs biogéochimiques.
- Les personnels ont été stabilisés au niveau envisagé, avec un renforcement sur le SNO PIRATA, qui permet d'envisager sereinement sa pérennité.
- Le réseau SSS se maintient malgré la sortie de plusieurs bateaux, et avec une perspective favorable pour la transmission de données temps réel ajustées afin de permettre leur utilisation directe, par exemple par Mercator.
- Pour la partie côtière, la structuration avance grâce à l'IR Illico et deux CPER MARCO et ROEC (SHOM, IFREMER, CEREMA, IUEM, la Station Biologique de Roscoff) et le projet interreg MyCOAST.
- Dans le cadre du réseau MEMO, le test de nouveaux capteurs est en cours ainsi que l'étude de déploiements en Arctique. La consolidation européenne avec le portail MEOP ([www.meop.net](http://www.meop.net)) se renforce.
- Le réseau Ronim comprend 2 nouveaux marégraphes et la consolidation du réseau par des opérations de maintenances se poursuivent. La refonte du portail [data.shom.fr](http://data.shom.fr) améliore la diffusion de ces données et la mise à disposition de nouveaux produits.
- Au niveau des composantes transverses, on peut noter en 2018 pour la partie Moyens à la mer plusieurs opérations transverses de déploiement de plates-forme et la rédaction de guides pour la communauté. De nombreuses actions autour du centre de données Coriolis avec près de 2.5 millions de profils verticaux collectés et distribués par Coriolis-données en temps réel et une collecte importante de nouvelles données historiques auprès de AWI (produit UDASH) et du US-NODC et l'action de montage d'un GDAC drifter avec Météo-France. La coordination avec le Pôle ODATIS où Coriolis est une des briques de pôle de données Océan se poursuit. Pour la composante R&D, les travaux ont concerné principalement la base temps différé T-S CORA avec l'amélioration des méthodes de validation en collaboration avec le UK METOFFICE et la contribution active à l'Ocean State Report 2017 coordonné par Mercator-Océan dans le cadre du Service Marin Copernicus. L'activité a été aussi marquée par le déploiement de la méthode MinMax en temps réel permettant d'identifier une grande part des anomalies sur les profils. Enfin la R&D a aussi entamé une activité concernant la qualification des variables biogéochimiques, en examinant l'ensemble des données d'oxygène dissous disponible.

Au niveau européen on notera :

- La continuité du Centre Thématique In Situ pour le Service Marin de Copernicus, pilotée par Ifremer pour Coriolis avec l'extension aux données radar HF (création d'un produit courant temps réel), l'amélioration des produit BGC avec une collaboration définie avec EMODnet-Chimie et enfin l'extension du catalogue aux produits carbone GLODAP et SOCAT.
- Dans le cadre du projet H2020 AtlantOS, visant à définir un cadre de développement d'un système d'observation intégré de l'Atlantique préparant sa pérennisation après la fin du projet, les partenaires français de Coriolis ont fortement contribué aux activités à la mer en particulier à l'amélioration des moyens d'observations. L'intégration des données des différents réseaux dans les portails européens tels que CMEMS, SeaDataNet ou EMODnet s'est améliorée et une consolidation internationale est amorcée. La mise en place d'un centre Global à Coriolis pour les données Drifters a été acceptée par le DBCP et son développement démarrera en 2019.

- Dans le cadre du projet DG-MARE MOCCA piloté par l'ERIC Euro-Argo, le centre de données Coriolis a traité avec le BODC tous les flotteurs déployés dans le cadre de MOCCA. Un tableau de bord de suivi de la flotte européenne a été mis en place ainsi que sa déclinaison au niveau national pour le pays membres d'Euro-Argo. L'organisation du traitement temps différé des données a été définie et l'activité a démarré avec l'organisation en 2018 du premier training européen sur le traitement des données température et salinité en temps différé. Ce workshop a été fortement apprécié et devrait prendre place tous les deux ans. Les partenaires Coriolis sont des acteurs importants de ces actions

Au niveau international on notera la forte implication de la communauté française à la fois dans l'organisation de la conférence OceanOBS19 et dans la soumission de Community White Papers (42 sur les 149 soumis dont près de la moitié ayant aux observations in situ ou à la gestion de données)

Ce rapport a été élaboré avec les coordinateurs des différents réseaux et des composantes de Coriolis:

- **ARGO ET BGC-ARGO** : Guillaume Maze/IFREMER (Argo) Nathanaële Lebreton/SHOM et Noé Poffa/Ifremer (maintenance réseau T/S) et Fabrizio D'Ortenzio/CNRS (BGC-Argo) ;
- **SALINITE DE SURFACE** : Gael Alory/CNAP ;
- **PIRATA** : Bernard Bourlès/IRD ;
- **BOUEES ANCREES ET DERIVANTES** : Gilbert Emvizat/Météo-France ;
- **MAMMIFERES MARINS MEMO** : Christophe Guinet/CNRS ;
- **MESURES NAVIRES** : Yves Gouriou/IRD, Céline Heyndrickx/DT INSU avec le soutien du CENTRE COMMUN D'ETALONNAGE : Marc Le Menn/SHOM ;
- **GLIDER** : Frédéric Marin/IRD , Jeanne Melkonian/CNRS ;
- **MAREGRAPHIE** : Vincent Donato/SHOM ;
- **RESEAUX HAUTE FREQUENCE COTIER** : Guillaume Charria/IFREMER ;
- **Composante Moyens à la Mer** : Nathanaele Lebreton/SHOM ;
- **Composante Données** Thierry Carval/IFREMER ;
- **Composante R&D** : Gilles Reverdin/CNRS.
- **Coordination** : Sylvie Pouliquen/ IFREMER et Gilles Reverdin/CNRS



POULIQUEN Sylvie

Ifremer Centre Bretagne  
ZI de la Pointe du Diable  
CS 10070 - 29280 Plouzané

[sylvie.pouliquen@ifremer.fr](mailto:sylvie.pouliquen@ifremer.fr)



REVERDIN Gilles

LOCEAN, Univ. Paris VI  
boite 100, 4, place Jussieu  
75252 Paris Cx 05

[gilles.reverdin@locean-ipsl.upmc.fr](mailto:gilles.reverdin@locean-ipsl.upmc.fr)

## 2. MOYENS HUMAINS ET FINANCIERS METTR A JOUR LES TABLEAUX

En 2018 la contribution des différents organismes aux réseaux et composantes de Coriolis est résumée dans le tableau ci-dessous et correspond à un total de près de 65 ETP (Equivalent Temps Plein) en comptant à la fois les personnels permanents et les personnels temporaires sur projets.

Organisme	Argo	Bouées	Glíder	Pirata	Memo	SSS	côtier	Marégraphie	Transverse	Total
IFREMER	8,45	0,2	0,3	0	0	0,2	4,6	0	5,4	19,15
SHOM	0,8	0	0	0	0	0	1,2	10,1	4,8	16,9
CNRS-INSU	2,5	0	4,05	0	2	0	0	0	1,05	9,6
IRD	0	0	0	4,2	0	3,4	0	0	0,2	7,8
Météo-France	0	3,2	0	0,1	0	0	5,3	0	0,3	8,9
IPEV	0	0	0	0	0,03	0,02	0	0	0,15	0,2
CNES	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1
CEREMA	0	0	0	0	0	0	2,4	0	0	2,4
<b>TOTAL</b>	<b>11,75</b>	<b>3,4</b>	<b>4,35</b>	<b>4,3</b>	<b>2,03</b>	<b>3,62</b>	<b>13,5</b>	<b>10,1</b>	<b>12</b>	<b>65,05</b>

Cette contribution est conforme aux engagements des organismes de la convention Coriolis 2014-2020 avec un delta positif de 7 ETP grâce aux personnels engagés sur projets.

Organisme	Argo	Bouées	Glíder	Pirata	Memo	SSS	côtier	Marégraphie	Transverse	Total
IFREMER	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80
SHOM	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	2,50	0,05	3,60
CNRS-INSU	0,00	0,00	-0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,05
IRD	-0,05	0,00	0,00	2,20	0,00	-0,90	0,00	0,00	-0,10	1,15
Météo-France	0,00	-0,50	0,00	0,10	0,00	0,00	1,80	0,00	0,00	1,40
IPEV	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
CNES	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CEREMA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	0,00	0,00	1,20
<b>TOTAL</b>	<b>0,75</b>	<b>-0,50</b>	<b>-0,25</b>	<b>2,30</b>	<b>0,03</b>	<b>-0,88</b>	<b>2,80</b>	<b>2,50</b>	<b>0,25</b>	<b>7,00</b>

La contribution financière des différents organismes (hors temps bateaux) aux réseaux et composante est résumée ci-dessous. Elle se chiffre à 4.2M€ pour l'année 2018

Organisme	Argo	Bouées	Glíder	Pirata	Memo	SSS	côtier	Marégraphie	Transverse	Total
IFREMER	1345	15	30	0	0	10	480	0	260	2140
SHOM	250	0	0	0	0	0	170	282	193,7	895,7
CNRS-INSU	10	0	80	0	8	20	0	0	40	158
IRD	3,5	0	0	74	0	28	0	0	0	105,5
Météo-France	0	118	0	36	0	0	410	0	0	564
IPEV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CNES	95	0	0	0	75	0	0	0	30	200
CEREMA	0	0	0	0	0	0	150	0	0	150
<b>TOTAL</b>	<b>1703,5</b>	<b>133</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>83</b>	<b>58</b>	<b>1210</b>	<b>282</b>	<b>523,7</b>	<b>4213,2</b>

De même cette contribution est conforme aux engagements des organismes avec un delta positif de 899K€ en particulier sur le réseau Argo grâce à NAOS et au CPER Bretagne Euro-Argo et au projet DG-MARE MOCCA, sur la composante transverse grâce et Copernicus IN Situ TAC et sur le côtier grâce CPER ROEC et la mise en œuvre de bouées multi-instrumentées par Météo-France.

Organisme	Argo	Bouées	Glider	Pirata	Memo	SSS	côtier	Marégraphie	Transverse	Total
IFREMER	150,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-35,00	0,00	70,00	185,00
SHOM	80,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	120,00	32,00	157,70	389,70
CNRS-INSU	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	5,00
IRD	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	27,00
Météo-France	0,00	31,00	0,00	6,00	0,00	0,00	310,00	0,00	0,00	347,00
IPEV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CNES	-17,50	0,00	0,00	0,00	-7,50	0,00	0,00	0,00	-30,00	-55,00
CEREMA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>212,50</b>	<b>31,00</b>	<b>0,00</b>	<b>30,00</b>	<b>-7,50</b>	<b>3,00</b>	<b>395,00</b>	<b>32,00</b>	<b>202,70</b>	<b>898,70</b>

### 3. SERVICE D'OBSERVATION ARGO ET BIO-ARGO

*Comité de Pilotage : G. Maze, C. Cabanes, T. Carval, C. Coatanoan, F. D'Ortenzio, N. Kolodziejczyk, N. Lebreton, A. Poteau, S. Le Reste, C. Schmechtig, N. Poffa, S. Pouliquen and V. Thierry*

Ce document n'est pas un compte rendu d'activités exhaustif du programme Argo-France mais un bilan et une liste des faits marquants du programme pour l'année 2018 (plus de détails seront disponibles dans le rapport AST20 (mars 2019 - Hangzhou, Chine)

(<http://www.argo-france.fr>) :



#### 3.1 Equipes et programme

Catherine Schmechtig a jusque-là assuré la responsabilité de l'ensemble des activités (DAC et DMQC BGC). Or pour le DMQC des flotteurs français pour la composante BGC, il s'agissait surtout d'un travail préparatoire, car les méthodes n'étaient pas encore mises au point. Actuellement, ces méthodes commencent à être disponibles. Afin de les mettre en œuvre, un poste d'ingénieur de recherche a été demandé en NOEMI CNRS (non pourvu), et sera peut-être ouvert au concours au printemps 2019.

#### 3.2 Opérations à la mer

codep@ifremer.fr : [nathanaele.lebreton@shom.fr](mailto:nathanaele.lebreton@shom.fr) et [noe.poffa@ifremer.fr](mailto:noe.poffa@ifremer.fr)

##### 3.2.1 Achats flotteurs

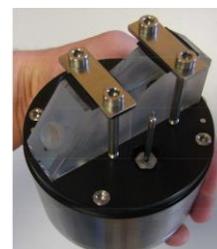
Cette année a vu l'achat de flotteurs des 4 types fabrication NKE: ARVOR (21+15 contribution IFREMER et SHOM), CTS3-DO (5), DEEP (15) et BGC (10, en partie grâce à une dotation de Monaco envers l'IMEV (LOV)).

Tous les flotteurs achetés étaient équipés d'une communication Iridium. 2 flotteurs ARVOR ont été upgradés avec le soft ICE.

Le CPER EURO-ARGO aide au financement de 5 profileurs pour le SHOM, et pour l'IFREMER, le CPER contribue à l'upgrade de flotteurs T/S en CTS4, ou CTS3DO ou DEEP.

##### 3.2.2 Composante T/S

Plusieurs tests à la mer du capteur de salinité absolue NOSS (NKE-SHOM-IFREMER/LOPS) ont été effectués lors de la campagne PERLE 0 en juin 2018 (coll. LOPS/LOV/SHOM/Ifremer) conjointement réalisées avec des mesures de salinité pratique et des mesures de sels nutritifs.



### 3.2.3 Composante T/S/O2

7 flotteurs CTS3-DO ont été déployés en 2018 lors des campagnes OVIDE (5, Atlantique Nord) et PERLE 1 (2, Méditerranée).

Une mise à jour du logiciel LOCODOX de correction des données d'oxygène a été faite. Ce logiciel a été utilisé pour corriger les données d'oxygène de 29 flotteurs Argo déployés en Atlantique Nord. Les données corrigées sont disponibles dans le jeu de données Argo.

Une nouvelle version (V7) de l'outil ISAS d'interpolation de données in situ sur une grille régulière est maintenant disponible. Les trois modifications majeures concernent la possibilité de produire des champs pour l'oxygène, de produire des champs sur des niveaux de pression allant jusqu'au fond (5500m, et non plus seulement 2000m) et d'inclure des données de campagnes hydrographiques. Ces fonctionnalités vont permettre de produire en 2019 des champs grillés d'oxygène surface fond à échelle globale sur la décennie 2008-2018 cf section ISAS).



### 3.2.4 Composante Deep

8 flotteurs Arvor-Deep ont été déployés en 2018 lors des campagnes OVIDE (5, Atlantique Nord), CAPRICORN (2, Austral) et OBLADY (Mer du Labrador). Ce dernier n'est plus opérationnel suite à la détection d'une prise d'eau. Un des 2 flotteurs déployés dans l'océan Austral a réussi avec succès son hivernage sous la glace démontrant le bon fonctionnement de l'algorithme de détection de glace.

La participation à la campagne OVIDE 2018 a permis de tester une nouvelle version de la sonde RBR Deep. Comme pour l'expérience RREX 17, la sonde RBR était montée sur la rosette, près des capteurs de la SBE911 de référence. Une quarantaine de profils ont ainsi été collectés, dont 1 à plus de 5000m de profondeur. Les données sont toujours en cours d'analyse chez RBR et au LOPS. Les résultats préliminaires montrent une amélioration notable des biais en température et en pression. La salinité est toujours en cours d'analyse. Ces résultats seront communiqués lors du prochain AST20.

RDT et LOPS ont développé (dans le cadre de l'équipex NAOS) un flotteur Deep-Arvor équipé de 3 capteurs CTD: les SBE41CP et SBE61 et la RBR Concerto Deep. Ce flotteur "tri-tête" a pu être validé lors d'une campagne d'essais en septembre 2018 au large de Toulon. Cette mission d'essai a été riche d'enseignements.

Elle a tout d'abord montré la robustesse de l'ensemble profileur + capteurs supplémentaires d'un point de vue mécanique.

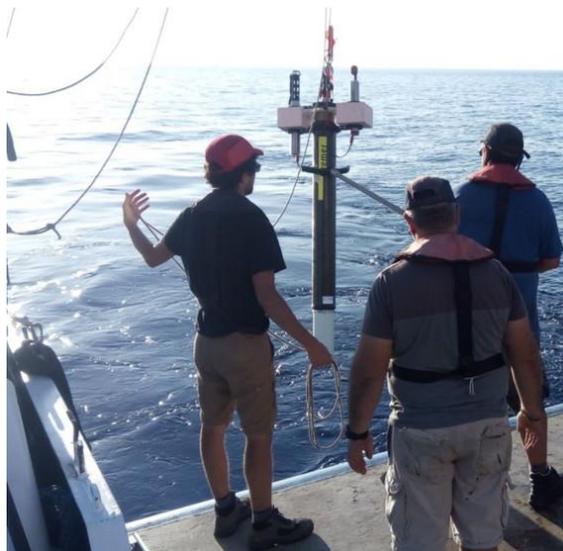
Elle a permis d'identifier certains points logiciels à corriger, à savoir: l'acquisition du capteur RBR sur toute la plage de pression, ainsi que la désynchronisation entre capteur à ramener sous les 0.3s.

Elle a surtout mis en évidence des défauts de capteurs, en particulier:

- 1) la mesure de Salinité RBR influencée par la pression (selon RBR, les coefficients de corrections auraient été positionnés à 0 volontairement),
- 2) un problème de capteur de pression sur la SBE41CP qui nécessite une réparation. Ce dernier point est problématique car il peut s'avérer long à traiter.

Une fois ces problèmes traités, un déploiement à long terme permettra de réaliser l'inter-comparaison proprement dite, sur une zone à définir, et de vérifier la stabilité des capteurs dans le temps. Les conclusions exposées ici sont partielles. Une analyse de la part du LOPS permettra de les compléter et de mettre éventuellement d'autres points en évidence.





*Deep-Arvor tri-tête testé pendant une semaine, en septembre 2018, au large de Toulon à partir du navire Téthys II à l'occasion d'une campagne LOPS dédiée à des essais technologiques.*

### 3.2.5 Composante BGC

17 flotteurs avec plus de 2 paramètres BGC ont été déployés en 2018 et tout début 2019.

#### GMMC:

- 1 flotteur déployé en mars 2018 et 1 autre en Janvier 2019 (J. Uitz, SIDONI)
- 2 flotteurs déployés en octobre 2018 et 2 déployés en Février 2019 (E. Martinez, MOANA MATY)
- 2 flotteurs (refit GMMC ) ont été déployés en Méditerranée (L. Coppola, P. Conan)

#### NAOS:

- 7 flotteurs ont été déployés en Méditerranée (5 refit, 2 nouveaux)
- 2 flotteurs CTS5 ont été déployés en baie de Baffin

**Par définition, les flotteurs BGC sont des flotteurs qui mesurent un ou plusieurs paramètres parmi : l'oxygène dissous, les nitrates, la Chlorophylle-A, le coefficient de rétrodiffusion particulaire, l'éclairement incident et le pH.**

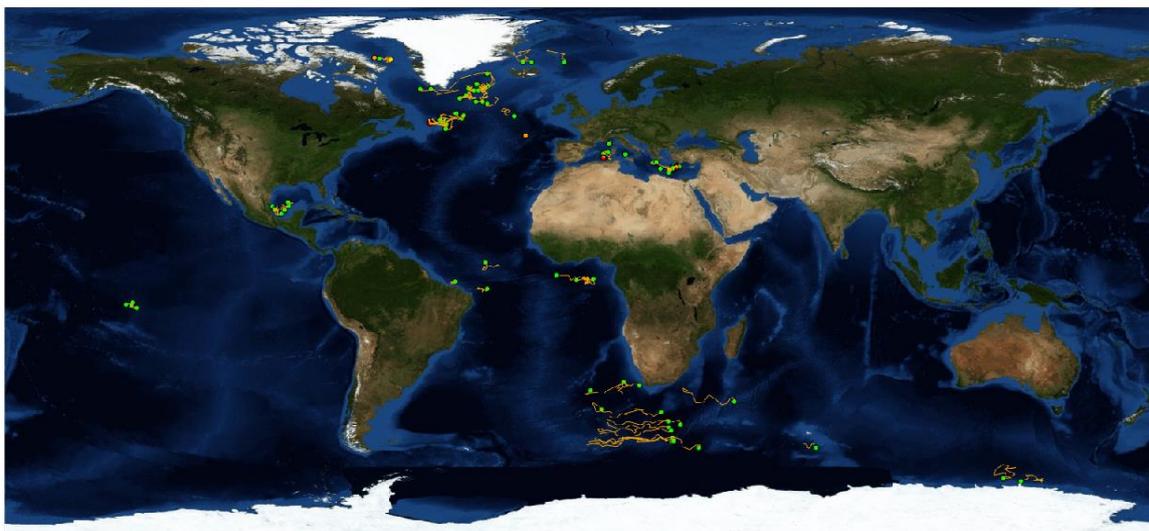


### 3.3 Déploiements

86 flotteurs ont déployés : Méditerranée, zone Ovide, Golfe de Guinée, Atlantique tropical, bassin Atlantique sud, Atlantique Austral, Nouvelle Calédonie, Polynésie Française, Golfe du Mexique.

On totalise 56 T/S Core, 7 T/S/O2, 15 BGC et 8 DEEP.

Les supports de déploiement sont l'UMS Flotte (campagnes ou transits valorisés), le BHO BTBP du SHOM, des navires océanographiques d'instituts partenaires (Agulhas II, Hudson, Justo Sierra, Amundsen) et des voiliers d'opportunité (Course La Longue Route).



Dossier Scientifique	PI	Type de demandes	ARVOR IIRIDIUM	ARVOR ARGOS	CTS3-DO	BGC	DEEP	Zone de déploiement	Navire	Campagne
<a href="#">ARGOMEX</a>	D'ORTENZIO F. - LOV	GMMC	6					Golfe du Mexique	JUSTO SIERRA	ARGOMEX
<a href="#">BIOARGOMED</a>	D'ORTENZIO F. - LOV	GMMC				5		Méditerranée	THETHYS II	BIOARGOMED 2
<a href="#">BOUSSOLE</a>	COFFOLA L. - LOV	GMMC				1		Méditerranée	THETHYS II	BOUSSOLE
<a href="#">CAPRICORN</a>	SALLEE JBS. - LOCEAN	CORIOLIS OPPORTUNITE					2	Austral	INVESTIGATOR	CAPRICORN
<a href="#">GOODHOPE</a>	SPEICH S. - IPSL	CORIOLIS OPPORTUNITE		10				Atlantique Sud	AGULHAS II	GOODHOPE
<a href="#">MOANA MATY</a>	MARTINEZ E.	GMMC	4			2		Polynésie Française	ALIS	MOANA MATY
<a href="#">MOBY DICK</a>	UITZ J. - LOV	GMMC				1		Kerguelen	MARION DUFRESNE	MOBY DICK
<a href="#">NAOS</a>	BABIN M. - LOV	NAOS				3		Baie de Baffin	AMUNDSEN	ARCTICNET
<a href="#">NARVAL</a>	DAUBORD C. - SHOM	CORIOLIS OPPORTUNITE	3					Mer du Nord	BEAUTEMPS BEAUPRE	NARVAL 2018
<a href="#">OBLADY</a>	DESBRUYERES D. - LOPS	GMMC	4				1	Mer du Labrador	HUDSON	OBLADY
<a href="#">OPPORTUNITE VOILIERS</a>	COATANDAN C. - Ifremer	CORIOLIS OPPORTUNITE		7				Atlantique	Variés	VSF / LONGUE ROUTE
<a href="#">OVIDE / RREX</a>	THIERRY V. - LOPS	CORIOLIS OPPORTUNITE		8	5		5	Atlantique Nord	THALASSA	OVIDE 2018 + ASFAR
<a href="#">PIRATA FR28</a>	BOURLES Bernard - IRD	CORIOLIS OPPORTUNITE	3					Golfe de Guinée	THALASSA	PIRATA FR29
<a href="#">PERLE</a>	D'ORTENZIO F. / COFFOLA L. - LOV & DUMAS F. - SHOM	GMMC	7		2	4		Méditerranée	ATALANTE	PERLE 1
<a href="#">SHOMAN</a>	COATANDAN C. - Ifremer	CORIOLIS OPPORTUNITE		3				Atlantique Nord	POURQUOI PAS ?	SHOMAN
<b>TOTAL 2018</b>			<b>27</b>	<b>28</b>	<b>7</b>	<b>16</b>	<b>8</b>			

### 3.4 Document de Stratégie nationale de déploiement

Le déploiement de profileurs Argo par des PIs de laboratoire français via le GMMC concerne en moyenne 60% des profileurs. Les 40% restant sont déployés via à la cellule de déploiement de Coriolis grâce à des campagnes dites "d'opportunité". Afin d'apporter une aide aux recherches de plateforme de déploiement dites "d'opportunités", le document (fr./eng.) de "stratégie nationale de déploiement d'opportunité des profileurs du réseau Argo" a été rédigé par le comité de Pilotage Argo-France. Ce document recense les zones de déploiement à viser et entérine pour chaque type de profileurs des standards de programmation en ligne avec les recommandations internationales, européennes et nationales.



Kolodziejczyk Nicolas, Carval Thierry, Claustre Hervé, D'Ortenzio Fabrizio, Lebreton Nathanaele, Le Traon Pierre-Yves, Maze Guillaume, Poffa Noe, Pouliquen Sylvie, Poteau Antoine, Schmechtig Catherine, Thierry Virginie (2019). **Stratégie nationale pour les déploiements d'opportunité des profileurs du réseau global Argo / National Strategy for Argo Global Network Profiling floats Deployments of Opportunity**. Comité de pilotage Argo-France/Argo-France Steering Committee. AF-2019-DEP-STRAT. doi: <https://doi.org/10.13155/59297>

### 3.5 Document pour du déploiement Transverse instrumental

Dans le cadre de deux départs en 2019, de navires (ATALANTE et BTBP) allant travailler dans des zones moins récurrentes, des plans de déploiement mutuels ARGO et DBCP ont été élaborés. Afin de sensibiliser les équipes, au projet Coriolis, aux réseaux concernés des documents à destination des équipages de ces missions ont été rédigés et transmis.



### 3.6 Monitoring de la flotte

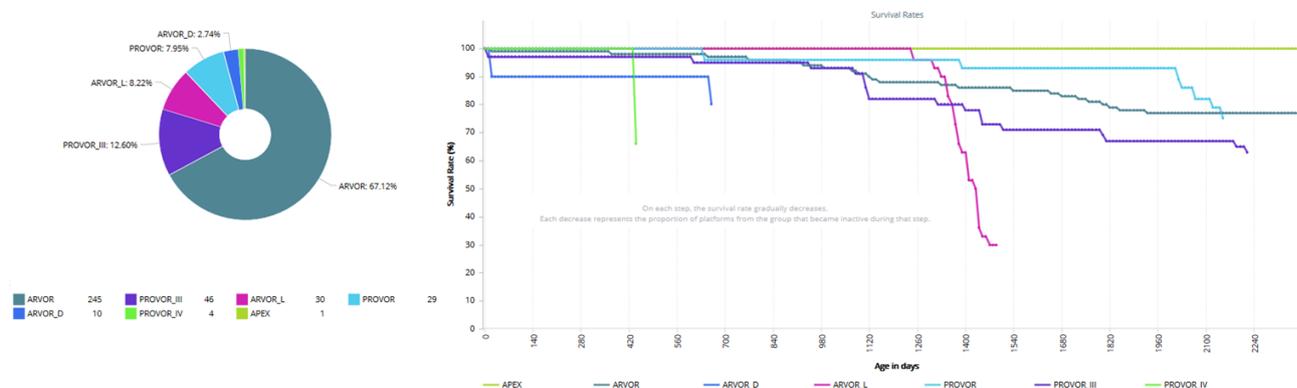
A ce jour, sur ces 86 flotteurs déployés en 2018, 84 sont actifs (3 non décodés-modification du décodeur en cours pour CTS5 et proto-Deep).

Pertes : 1 Arvor (perte carène) et 1 Deep OBLADY (prise d'eau), à noter que ces 2 appareils sont toujours en dérive de surface et suivis dans le cas d'une éventuelle récupération.

Les pertes importantes de Deep des années précédentes n'ont pas été constatées cette année, vraisemblablement grâce à la nouvelle gestion de l'échouage sur ces flotteurs (modification du soft en 2018).

98 flotteurs français ont disparu en 2018 (dont le dernier APEX français, WMO 6901419), principalement dû à épuisement des batteries.

La flotte française était en 2018 composée majoritairement d'Arvor et Arvor-L (3/4 de la flotte). La moyenne d'âge des Arvor disparus en 2018 est de 4 ans à la mer avec une programmation classique (cycles de 10 jours à 1000/2000m) en transmission Argos. On évalue en comparaison à 6 ans la durée de vie d'un Arvor Iridium en programmation "classique".



Statistiques (Jcompps) de la flotte française 2018 (Les 365 flotteurs ayant émis des données au cours de l'année)

### 3.7 Gestion des données

#### 3.7.1 DAC

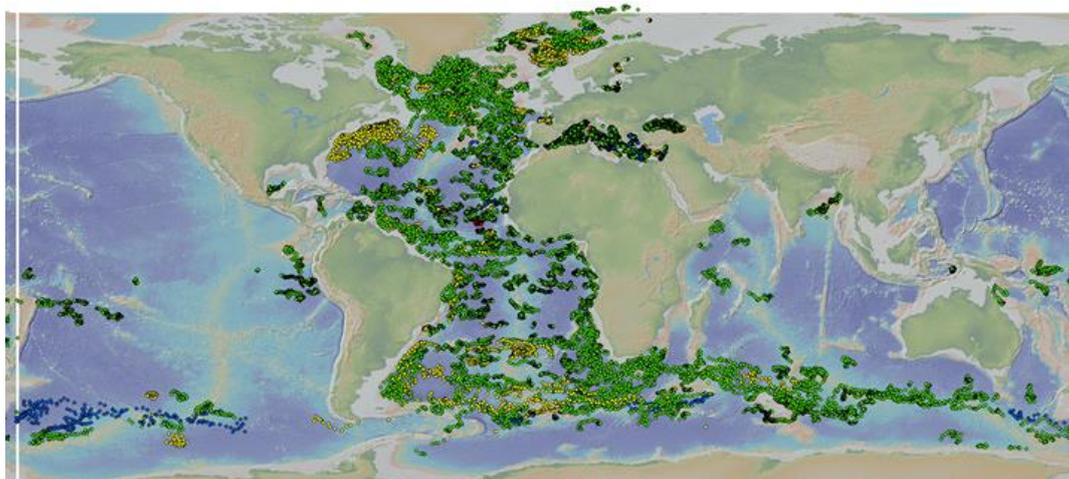
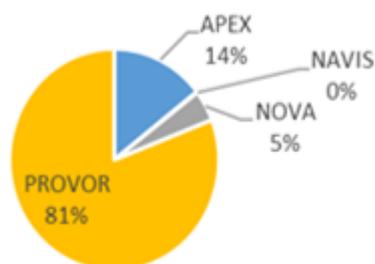
##### 3.7.1.1 Flotteurs actifs du DAC Coriolis

En 2018, **30 434 profils de 794 flotteurs actifs** ont été collectés, contrôlés et distribués.

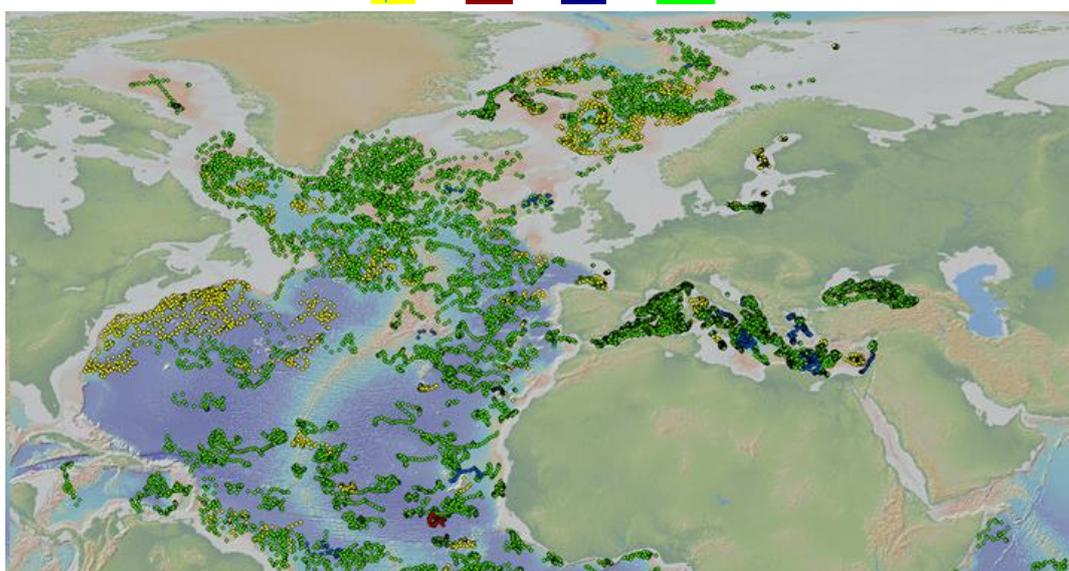
Par rapport à 2017, le **nombre de profils est stable (+0.2%)**, le **nombre de flotteurs s'est accru de 1%**. Les figures ci-dessous illustrent une bonne stabilité de l'activité du DAC (Data Assembly Centre).

Les 794 flotteurs actifs ont 57 versions de formats de données.

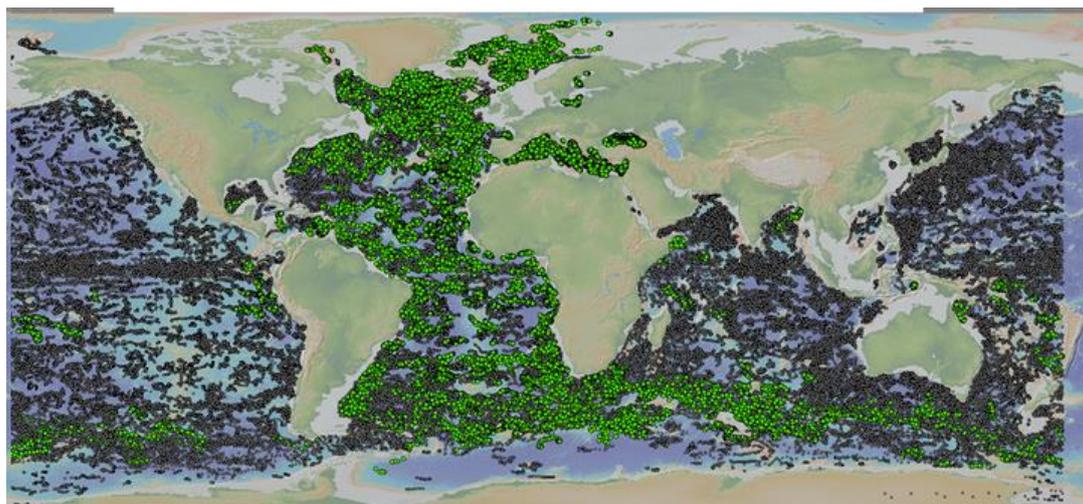
Coriolis DAC, active floats in 2018			
Float family	nb versions	nb floats	nb core p
APEX	23	115	3 630
NAVIS	1	1	35
NOVA	3	36	996
PROVOR	30	642	25 773
<b>Total</b>	<b>57</b>	<b>794</b>	<b>30 434</b>



Carte des 30 434 profils de 794 flotteurs décodés par Coriolis en 2018



Carte des flotteurs décodés par Coriolis en 2018, zoom Atlantique



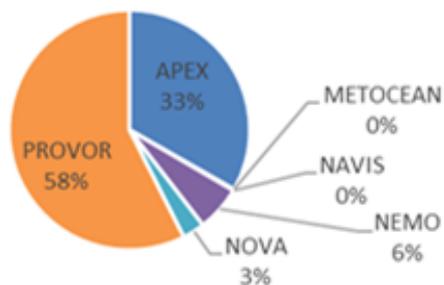
Carte des flotteurs actifs décodés par Coriolis (en vert) parmi les données des autres DACs (en gris)

### 3.7.1.2 Flotteurs gérés par le DAC Coriolis

Le DAC Coriolis gère un total de 2 637 flotteurs comprenant 140 versions de 6 familles.

Ces flotteurs ont observé 295 351 profils verticaux Argo (Core profiles).

Coriolis DAC, all floats			
Float family	nb versions	nb floats	nb core p
APEX	67	877	101 062
METOCEAN	1	1	52
NAVIS	1	3	644
NEMO	8	162	8 902
NOVA	3	79	5 583
PROVOR	60	1 515	179 108
<b>Total</b>	<b>140</b>	<b>2 637</b>	<b>295 351</b>



Carte des 295.351 profils de 2.637 flotteurs gérés par le DAC Coriolis dans la période 1999-2018



### 3.7.1.3 Capteurs BGC-Argo (biogéochimique) sur les flotteurs Coriolis

La chaîne de traitement de données évolue continuellement avec une “pipeline” de nouvelles fonctionnalités à mettre en œuvre, en particulier pour les flotteurs BGC-Argo.

Le DAC Coriolis gère 409 flotteurs BGC-Argo de 5 familles et 57 versions différentes.

La chaîne de traitement est librement distribuée :

- Coriolis Argo floats data processing chain, <http://doi.org/10.17882/45589>

Au workshop BGC 2017, Wetlabs a identifié des erreurs d'étalonnage pour les capteurs de rétrodiffusion particulaire et a fourni des corrections pour l'ensemble des capteurs de type ECO. Par ailleurs, des modifications de spécifications pour le calcul et le stockage des profils de concentration d'oxygène dissous, ainsi que des modifications dans l'ajustement en temps réel de la chlorophylle A et de la concentration de nitrate ont mené à un reprocessing global des flotteurs BGC du DAC coriolis au cours de l'année 2018.

#### Retraitement BBP

En 2018, le manuel BBP (particle backscattering) a été mis à jour : “BGC-Argo processing particle backscattering at the DAC level” <http://dx.doi.org/10.13155/39459>

Pour mettre en œuvre cette évolution, tous les profils BBP ont été retraités en 2018 : plus de 28 000 fichiers contenant du BBP ont été redistribués sur le GDAC Argo.

#### Retraitement Chlorophylle

En 2018, le manuel de contrôle qualité de la chlorophylle a été mis à jour : “BGC-Argo quality control manual for Chlorophyll-A concentration” <http://dx.doi.org/10.13155/35385>

Pour mettre en œuvre cette évolution, tous les profils de chlorophylle ont été retraités en 2018 : plus de 30 000 fichiers contenant de la chlorophylle ont été redistribués sur le GDAC Argo.

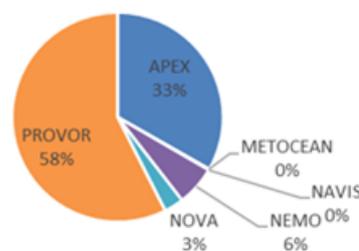
#### Retraitement oxygène

En 2018, le manuel de traitement de l'oxygène a été mis à jour : “Processing Argo oxygen data at the DAC level cookbook” <http://doi.org/10.13155/39795>

Pour mettre en œuvre cette évolution, tous les profils de chlorophylle ont été retraités en 2018 : plus de 42 000 fichiers contenant de l'oxygène ont été redistribués sur le GDAC Argo.

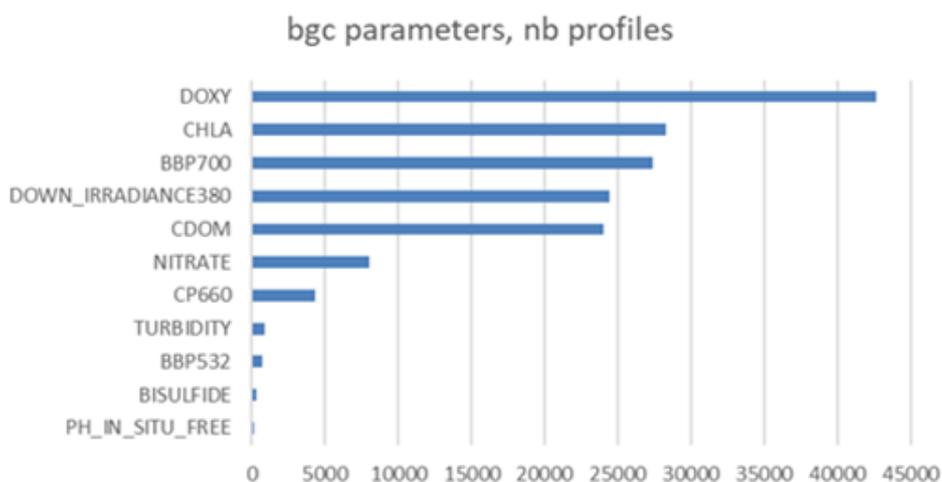
Trois flotteurs PROVOR CTS5 déployés en 2017 pour le projet “Greenedge” (<http://www.greenedgeproject.info/>) équipés de capteurs BGC ont refait surface en 2018 après une longue saison sous la glace. Ils ont transmis de précieux profils de chlorophylle A observés sous la glace. Toutes les données sont diffusées par le DAC Coriolis.

BGC-Argo floats processed by Coriolis DAC			
Float family	nb versions	nb floats	nb profile
APEX	23	93	12 391
NAVIS	1	3	551
NEMO	1	2	297
NOVA	1	14	942
PROVOR	31	297	119 499
<b>Total</b>	<b>57</b>	<b>409</b>	<b>133 680</b>

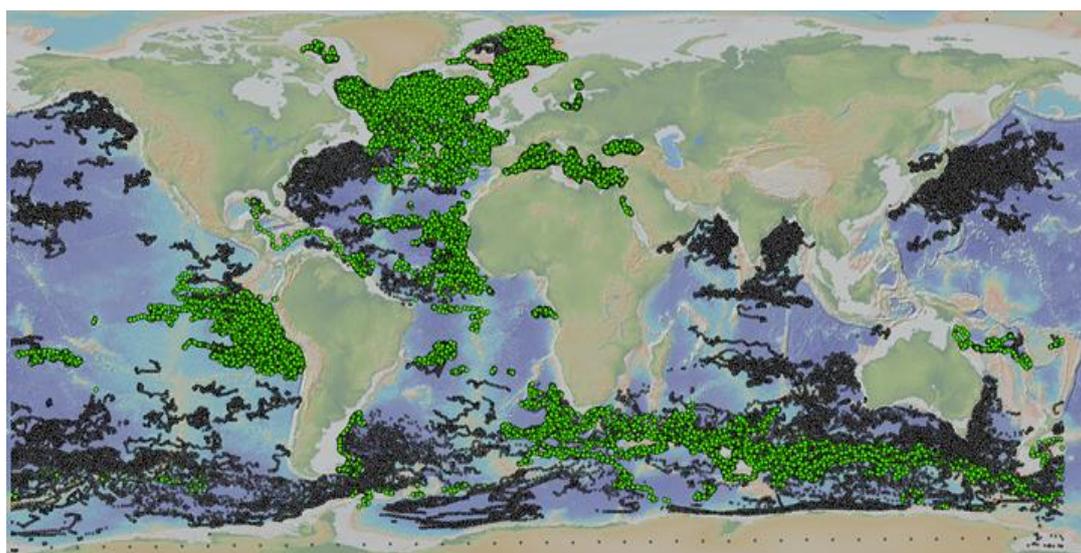


Coriolis BGC-Argo floats sensor	nb floats	nb profiles
AANDERAA_OPTODE_4330	265	34194
SATLANTIC_OCR504_ICSW	144	101752
ECO_FLBBCD	141	75852
DRUCK_2900PSIA	102	12349
SUNA_V2	59	8456
AANDERAA_OPTODE_3830	45	6081
SBE63_OPTODE	19	1775
C_ROVER	15	4356
SBE43F_IDO	10	1273
ECO_FLBB_AP2	8	1078
ECO_FLBB2	4	2016
ECO_FLNTU	4	1808
SEAFET	4	164
FLBB	2	616

Les 14 types de capteurs présents sur les flotteurs BGC Coriolis



Les 11 paramètres BGC observés par les flotteurs BGC Coriolis



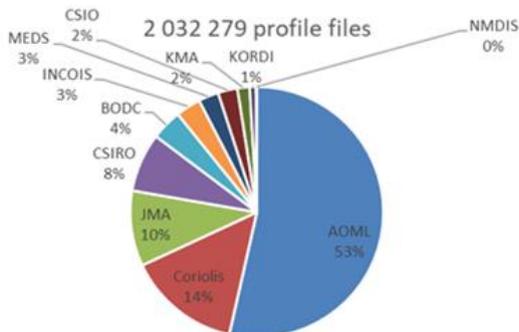
Carte des 409 flotteurs BGC-Argo gérés par le DAC Coriolis (points gris: les autres DAC flotteurs BGC-Argo). Ils comprennent : oxygène, chlorophylle, turbidité, CDOM, rétrodiffusion, nitrate, bisulfure, pH, irradiance, PAR.

### 3.7.1.4 GDAC

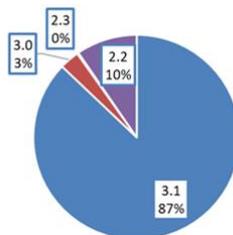
#### Flotteurs Core-Argo

Fin 2018, le GDAC distribuait 2 million de profils verticaux Argo, dont 1,4 million de profils en temps différé.

DAC	profile files 2018	increase2	delayed mode profile files 2018	increase3
AOML	1 087 404	9%	816 536	19%
BODC	79 921	13%	33 680	2%
Coriolis	295 350	12%	198 769	11%
CSIO	50 576	13%	10 221	0%
CSIRO	153 793	9%	133 816	11%
INCOIS	65 141	11%	28 418	1%
JMA	197 647	5%	123 006	7%
KMA	31 711	9%	23 094	0%
KORDI	15 878	-4%	11 156	
MEDS	52 398	9%	37 455	18%
NMDIS	2 460	0%	0	
Total	2 032 279	9%	1 416 151	15%



DAC file formats



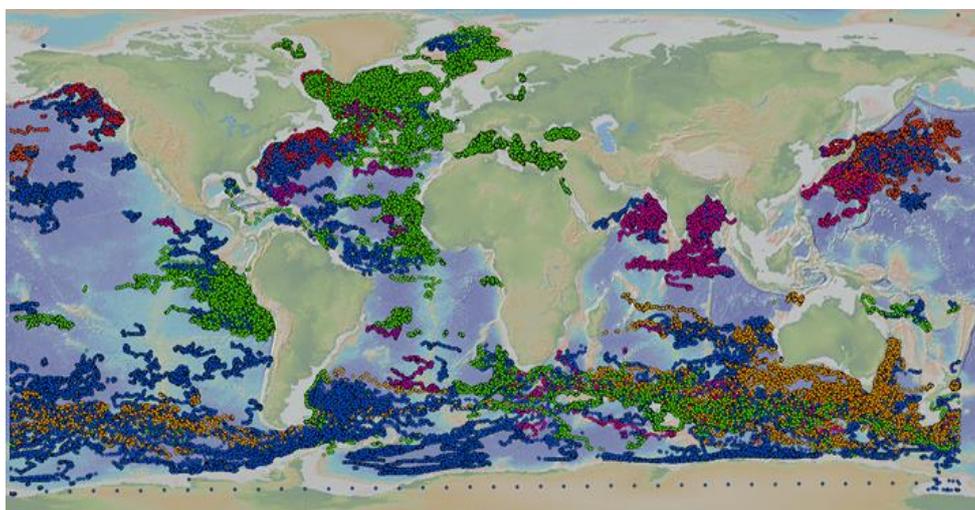
La majorité des fichiers du GDAC sont en format Argo NetCDF 3.1 (87%)

#### Flotteurs BGC-Argo

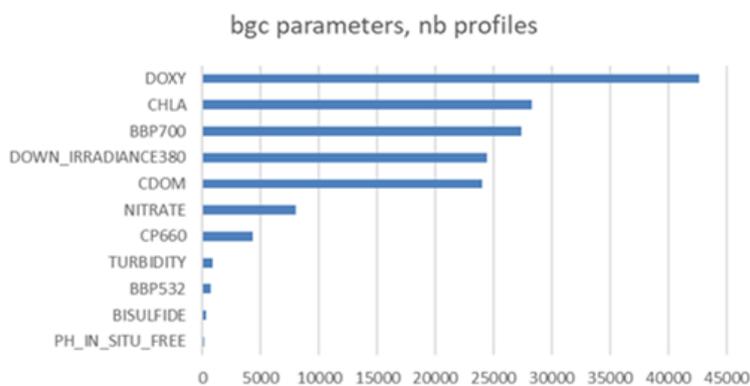
Sur les spécifications d'un groupe de travail mené par Henry Bittig (<https://doi.org/10.13155/55637>), le GDAC coriolis a pris en charge la mise à disposition des fichiers synthétiques permettant une manipulation simplifiée des paramètres biogéochimiques.

En 2018, 165 639 profils verticaux BGC-Argo provenant de 1073 flotteurs BGC-Argo étaient disponibles sur le GDAC.

Ce total est en forte augmentation comparé à l'année 2017: +26% pour les profils, +24% pour les flotteurs.



Profils verticaux BGC-Argo, coloriés par DACs (Coriolis en vert)



Les principaux paramètres physiques BGC-Argo, nombre de profils verticaux

### 3.7.1.5 NA-ARC

Le contrôle de cohérence des corrections DM dans la région NA-ARC (au nord de 20°S) s'est poursuivi. 1903 flotteurs ont été traités en DM par différents PI ou opérateurs. Pour 350 de ces flotteurs, les valeurs de salinité ont été corrigées par les PIs. Pour chacun des 1903 flotteurs, nous appliquons la méthode OWC en utilisant quatre ensembles de paramètres de configuration différents. Nous vérifions alors que la correction de salinité d'un flotteur seulement si les résultats obtenus pour les quatre configurations diffèrent significativement de la correction appliquée par le PI du flotteur. Enfin, lorsque nous le jugeons nécessaire, nous suggérons à l'opérateur DM ou au PI du flotteur de modifier les corrections de salinité. Une page Web a été créée pour aider à suivre les flotteurs pour lesquels l'IP ou l'opérateur DM a été averti :

<http://www.umr-lops.fr/en/SNO-Argo/Activities/NAARC/Consistency-checks-of-DM-salinity-corrections>.

Cécile Cabanes a participé à l'ADMT 19 (San Diego, USA, 2-7 septembre 2018).

### 3.7.2 Contrôle qualité

Le contrôle qualité en temps différé des données de salinité est basé sur une comparaison avec des données de référence. Dans le cadre des activités Argo-France, Cabanes et al, 2016 ont proposé des améliorations à la méthode OW (Owens and Wong, 2009) préconisée par Argo. Les améliorations concernent une meilleure prise en compte de la variabilité interannuelle à décennale affectant les données de référence et une meilleure estimation des barres d'erreur. En 2018, cette méthode améliorée, appelée OWC, est maintenant la méthode recommandée par Argo.

### 3.7.3 Codep

Dans le souci d'avoir une base de donnée la plus complète possible, la cellule opérationnelle CODEP (sur les directives ARGO-FRANCE ou ADMT) effectue des mises à jour des métadonnées sur des flotteurs actifs et inactifs.

En 2018, un chantier de complétude et de renseignement des numéros de série des SBE41 ainsi que des types et serial number des capteurs de pression des profileurs a été commencé avec pour objectif une finalisation pour l'ADMT 2019.

## 3.8 Outils et produits

### 3.8.1 ISAS SSS and ISAS O2

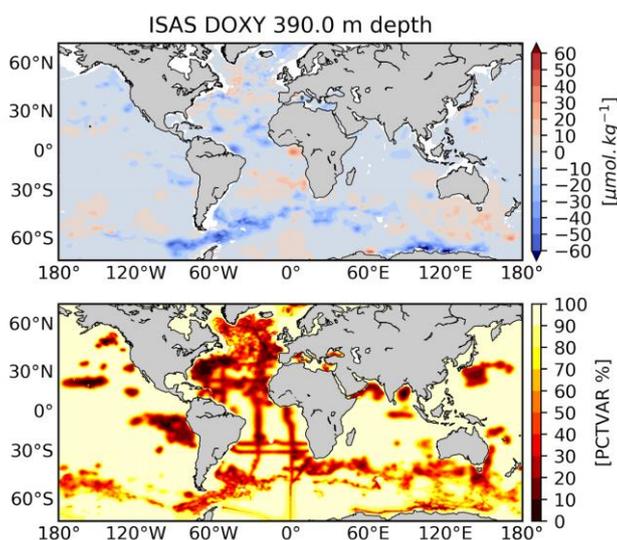
Le SNO Argo-France a valorisé les données Argo T/S et DO en mettant à jour et distribuant les produits interpolés ISAS.

En 2018, la dernière version de l'outil ISAS V7 est désormais mise à disposition des utilisateurs. Outre la mise à disposition de l'outil auprès de Coriolis, l'outil a été mis à disposition auprès du SNO SSS (OSU UPS, Toulouse) partenaire et P. Téchiné (LEGOS) est venu à Brest se former sur l'outil. En 2018, le SNO Argo-France a également développé l'outil ISAS vers de nouveaux produits interpolés à partir des données Argo et in situ, notamment :

- -Salinité de Surface incluant les TSG des navires marchands, de recherche et les voiliers:

Kolodziejczyk Nicolas, Prigent-Mazella Annaig, Gaillard Fabienne (2018). ISAS-SSS: In situ Sea Surface Salinity gridded fields. SEANOE. <https://doi.org/10.17882/55600>

- -Climatologie d'Oxygène dissous à partir des données Argo DO et des campagnes hydrologique en Atlantique (Figure ci-dessous). L'outil est opérationnel, mais les données n'étant pas validées en DMQC, le produit n'est pas encore distribué.



### 3.8.2 Nouvelle méthode DMQC basée sur l'Intelligence Artificielle

Sean Tokunaga est arrivé en CDD (18 mois, MOCCA/EA-RISE) au LOPS début novembre 2018. Sean est statisticien, expert du machine learning. Il reprend les travaux de G. Maze sur le développement de méthodes de DMQC basées sur des modèles statistiques d'apprentissage supervisés. Il s'est pour l'instant approprié les spécificités de la thématique "validation des données Argo" et a repris les codes tests existants. En collaboration avec l'équipe ISAS du LOPS, il développe actuellement une méthode d'ordonnancement des alertes levées lors de la première passe ISAS (écart à la climatologie) pour laquelle une base d'apprentissage labellisée peut être construite.

Cette première étape permettra:

1. d'utiliser rapidement les performances de l'apprentissage supervisé pour organiser/limiter la charge de travail des opérateurs QC,
2. de construire les briques numériques et de compréhension du DMQC existant pour développer un nouveau test QC qui serait plus performant que les tests existants.

Robin Leguen est également arrivé en CDD (MOCCA) à l'Ifremer, département IRSI, en septembre 2018. En collaboration avec Sean Tokunaga, Robin explore les méthodes de machine learning pour le QC des données du SISMER.

### 3.8.3 DMQC BGC

Avant de se lancer dans le DMQC des flotteurs BGC, Coriolis a reprocessé tous les fichiers des flotteurs BGC morts afin de résoudre les problèmes de buffer incomplet récurrents sur les CTS4. Ce travail a été mené en septembre 2018. Une chaîne de Delayed Mode a été mise en place au LOV sur un serveur dédié. Elle est composée de l'outil SCOOP pour faire du contrôle visuel pré DM, des chaînes de traitements SAGE-O2 et SAGE développées à MBARI pour estimer les tendances de DOXY, NITRATE et pH (les procédures pour CHLA et l'éclaircissement incident sont toujours en discussions), ainsi qu'un outil d'écriture dans les fichiers finaux. Cependant, le poste NOEMI demandé au CNRS pour remplir cette tâche n'ayant pas encore été pourvu, le manque de ressources humaines empêche le travail d'avancer plus rapidement. Il est à espérer que le poste demandé sera ouvert au concours externe CNRS au printemps 2019.

### 3.8.4 Trajectoires

En Collaboration avec Coriolis, le SNO Argo-France contribue également au DMQC sur les trajectoires des flotteurs Argo et les mises à jour du produits ANDRO (Atlas des trajectoires Argo). Une mise à jour sur la période 2010-2017 incluant les flotteurs des DACs AOML et CSIRO a été publiée en 2018. Les QC en temps différé des données de trajectoires des flotteurs Argo ont été mis à jour ; ainsi que l'Atlas Andro des vitesses de déplacement des flotteurs au DOI :

Ollitrault Michel, Rannou Philippe, Brion Emilie, Cabanes Cecile, Reverdin Gilles, Kolodziejczyk Nicolas (2017). **ANDRO: An Argo-based deep displacement dataset.** SEANOE.doi: <https://doi.org/10.17882/47077>

Jérémie Habasque et Gaëlle Herbert, encadrés par Gilles Reverdin et Bernard Bourlès, ont travaillé sur les intercomparaisons entre données de drifter, mouillages munis d'ADCP et dérive des profileurs Argo en surface en Atlantique Tropical, le rapport est publié sur SEANOE et les résultats présentés lors de différents meetings (Pirata Meeting, Marseille, octobre 2018)

**Intercomparaison des mesures de courant dans l'Atlantique tropical.** doi: <https://doi.org/10.13155/55134> Habasque, J., et G. Herbert.

## 3.9 Recherche

### 3.9.1 Publications marquantes

Kolodziejczyk et al. (JGR, 2018) a caractérisé le layering dans un tourbillon de méso-échelle grâce à des sections glider et des profils Argo.

La proposition H2020 EA-RISE a été soumise puis acceptée en 2018. Ce projet, piloté par l'ERIC Euro-Argo (durée de 4 ans et enveloppe de 4 millions d'euros) rassemble 19 partenaires européens et vise à consolider et étendre la contribution européenne au réseau mondial Argo. Les partenaires français du projet (Ifremer, Université Sorbonne et ACRI) conduiront des activités liées :

- à l'intégration des nouvelles sondes RBR sur l'Arvor et l'Arvor-Deep
- à l'évaluation des différentes sondes (SBE 41/61, RBR) pour l'Arvor-Deep
- à l'optimisation d'une stratégie d'observation des courants de bord avec Argo

- au développement d'une architecture collaborative de procédures DMQC
- à l'intégration de nouveaux capteurs bio-optiques sur le PROVOR
- à la mise en place du DAC pour l'extension BGC
- au développement de nouveaux services aux utilisateurs

### 3.9.2 Coordination scientifique et animation

Le comité de pilotage d'Argo-France s'est réuni à 3 reprises en février, septembre et novembre 2018 pour préparer les meetings internationaux, analyser les plans de déploiements et suivre les dossiers en cours (GMMC, CPER EURO-ARGO).

Un total de 46 articles de recherche ont été co-écrits par des auteurs affiliés à un laboratoire français, 1 thèse utilisant des données Argo a été soutenue dans une université française (UBO).

La liste de publications est fournie en annexe de ce document.

Plusieurs événements ont eu lieu en France et ont permis de promouvoir le réseau et sa composante nationale :

- DMQC workshop organisé par Euro-Argo s'est tenu à l'Ifremer à Brest le 17-18 Avril 2018
- Workshop sur les mesures d'oxygène, incluant des discussions sur les mesures d'oxygène à partir des flotteurs Argo organisé à Brest le 12 octobre 2018 en marge de la SeaTechWeek (co-organisé par AtlantOS, EMSO, JERICO-NEXT et ENVRIplus)
- autres workshops ?

Argo a été présent lors de l'université d'été MerEducation 2018 (formation interdisciplinaire des enseignants du second degré) à l'IUEM à travers un parcours dédié à l'observation des océans ([www.iuem.univ-brest.fr/mer-education](http://www.iuem.univ-brest.fr/mer-education))

Argo-France a également contribué à l'exposition "Sous l'océan" - l'Argonaute à la cité des sciences et de l'industrie-Paris (à partir du 29/10/2018).

### 3.9.3 Rapport/assessment:

ICES North Atlantic Ocean State Report (IROC)

Comme chaque année, en 2018, le SNO Argo-France a contribué et assemble la contribution française au rapport ICES sur l'état de l'océan l'Atlantique Nord en 2017. Les champs de température et salinité ISAS sont utilisées dans le cadre de ce "Ocean State Report" ([www.ices.dk](http://www.ices.dk)):

Kolodziejczyk Nicolas, Reverdin Gilles, Desbruyères Damien (2018). **Contribution to the ICES Report on Ocean Climate: North Atlantic Ocean in 2017**. National report: France, June 2018. LOPS-WGOH-2018-01.doi: <https://doi.org/10.13155/59296>

### 3.9.4 Annexe : Bibliographie Argo-France

#### *Peer reviewed:*

Artana, C., J.-M. Lellouche, Y.-H. Park, G. Garric, Z. Koenig, N. Sennéchaël, R. Ferrari, A. R. Piola, M. Saraceno, and C. Provost, 2018: Fronts of the Malvinas Current System: Surface and Subsurface Expressions Revealed by Satellite Altimetry, Argo Floats, and Mercator Operational Model Outputs. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 123, 5261-5285, <https://doi.org/10.1029/2018JC013887>

- Artana, C., J.-M. Lellouche, N. Sennéchaël, and C. Provost, 2018: The Open-Ocean Side of the Malvinas Current in Argo Floats and 24 Years of Mercator Ocean High-Resolution (1/12) Physical Reanalysis. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 123, 8489-8507, <https://doi.org/10.1029/2018JC014528>
- Awo, F. M., G. Alory, C. Y. Da-Allada, T. Delcroix, J. Jouanno, E. Kestenare, and E. Baloïtcha, 2018: Sea Surface Salinity Signature of the Tropical Atlantic Interannual Climatic Modes. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 123, 7420-7437, <https://doi.org/10.1029/2018JC013837>
- Barbieux, M., J. Uitz, A. Bricaud, E. Organelli, A. Poteau, C. Schmechtig, B. Gentili, G. Obolensky, E. Leymarie, C. Penkerch, F. D'Ortenzio, and H. Claustre, 2018: Assessing the Variability in the Relationship Between the Particulate Backscattering Coefficient and the Chlorophyll a Concentration From a Global Biogeochemical-Argo Database. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 123, 1229-1250, <https://doi.org/10.1002/2017JC013030>
- Barbot, S., A. Petrenko, and C. Maes, 2018: Intermediate water flows in the western South Pacific: as revealed by individual Argo floats trajectories and a model re-analysis. *Biogeosciences*, 15, 4103-4124, <https://doi.org/10.5194/bg-15-4103-2018>
- Barceló-Llull, B., A. Pascual, E. Mason, and S. Mulet, 2018: Comparing a Multivariate Global Ocean State Estimate With High-Resolution in Situ Data: An Anticyclonic Intrathermocline Eddy Near the Canary Islands. *Frontiers in Marine Science*, 5, <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00066>
- Barton, B. I., Y.-D. Lenn, and C. Lique, 2018: Observed Atlantification of the Barents Sea Causes the Polar Front to Limit the Expansion of Winter Sea Ice. *Journal of Physical Oceanography*, 48, 1849-1866, <https://doi.org/10.1175/JPO-D-18-0003.1>
- Bittig, H. C., A. Körtzinger, C. Neill, E. van Ooijen, J. N. Plant, J. Hahn, K. S. Johnson, B. Yang and S. R. Emerson (2018). "Oxygen Optode Sensors: Principle, Characterization, Calibration, and Application in the Ocean." *Frontiers in Marine Science* 4(429). doi : 10.3389/fmars.2017.00429
- Boutin, J., J. L. Vergely, S. Marchand, F. D'Amico, A. Hasson, N. Kolodziejczyk, N. Reul, G. Reverdin, and J. Vialard, 2018: New SMOS Sea Surface Salinity with reduced systematic errors and improved variability. *Remote Sensing of Environment*, 214, 115-134, <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.05.022>
- Capuano, T. A., S. Speich, X. Carton, and R. Laxenaire, 2018: Indo-Atlantic Exchange, Mesoscale Dynamics, and Antarctic Intermediate Water. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 123, 3286-3306, <https://doi.org/10.1002/2017JC013521>
- Cazenave, A., H. Palanisamy and M. Ablain (2018). "Contemporary sea level changes from satellite altimetry: What have we learned? What are the new challenges?" *Advances in Space Research* 62(7): 1639-1653. [doi.org/10.1016/j.asr.2018.07.017](https://doi.org/10.1016/j.asr.2018.07.017)
- Colin de Verdière, A., T. Huck, S. Pogossian and M. Ollitrault (2018). "Available Potential Energy in Density Coordinates." *Journal of Physical Oceanography* 48(8): 1867-1883. [doi:10.1175/jpo-d-17-0272.1](https://doi.org/10.1175/jpo-d-17-0272.1)
- Conan, P., P. Testor, C. Estournel, F. D'Ortenzio, M. Pujo-Pay and X. Durrieu de Madron (2018). "Preface to the Special Section: Dense Water Formations in the Northwestern Mediterranean: From the Physical Forcings to the Biogeochemical Consequences." *Journal of Geophysical Research: Oceans* 123(10): 6983-6995. [doi:10.1029/2018JC014301](https://doi.org/10.1029/2018JC014301)
- Damien, P., O. Pasqueron de Fommervault, J. Sheinbaum, J. Jouanno, V. F. Camacho-Ibar, and O. Duteil, 2018: Partitioning of the Open Waters of the Gulf of Mexico Based on the Seasonal and Interannual Variability of Chlorophyll Concentration. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 123, 2592-2614, <https://doi.org/10.1002/2017JC013456>

- Dassié, E. P., A. Hasson, M. Khodri, N. Lebas, and B. K. Linsley, 2018: Spatiotemporal Variability of the South Pacific Convergence Zone Fresh Pool Eastern Front from Coral-Derived Surface Salinity Data. *Journal of Climate*, 31, 3265-3288, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-17-0071.1>
- de Boissésou, E., M. A. Balmaseda, and M. Mayer, 2018: Ocean heat content variability in an ensemble of twentieth century ocean reanalyses. *Climate Dynamics*, 50, 3783-3798, <https://doi.org/10.1007/s00382-017-3845-0>
- Dilmahamod, A. F., B. Aguiar-González, P. Penven, C. J. C. Reason, W. P. M. De Ruijter, N. Malan, and J. C. Hermes, 2018: SIDDIES Corridor: A Major East-West Pathway of Long-Lived Surface and Subsurface Eddies Crossing the Subtropical South Indian Ocean. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 123, 5406-5425, <https://doi.org/10.1029/2018JC013828>
- Fresnay, S., A. L. Ponte, S. L. Gentil, and J. L. Sommer, 2018: Reconstruction of the 3-D Dynamics From Surface Variables in a High-Resolution Simulation of North Atlantic. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 123, 1612-1630, <https://doi.org/10.1002/2017JC013400>
- Garreau, P., Dumas, F., Louazel, S., Stegner, A., & Le Vu, B., 2018. High-Resolution Observations and Tracking of a Dual-Core Anticyclonic Eddy in the Algerian Basin. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 123, 9320-9339. [doi.org/10.1029/2017JC013667](https://doi.org/10.1029/2017JC013667)
- Gasparin, F., E. Greiner, J.-M. Lellouche, O. Legalloudec, G. Garric, Y. Drillet, R. Bourdallé-Badie, P.-Y. L. Traon, E. Rémy, and M. Drévilion, 2018: A large-scale view of oceanic variability from 2007 to 2015 in the global high resolution monitoring and forecasting system at Mercator Océan. *Journal of Marine Systems*, 187, 260-276, <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2018.06.015>
- Germe, A., F. Sévellec, J. Mignot, A. Fedorov, S. Nguyen, and D. Swingedouw, 2018: The impacts of oceanic deep temperature perturbations in the North Atlantic on decadal climate variability and predictability. *Climate Dynamics*, 51, 2341-2357, <https://doi.org/10.1007/s00382-017-4016-z>
- Grados, C., A. Chaigneau, V. Echevin, and N. Dominguez, 2018: Upper ocean hydrology of the Northern Humboldt Current System at seasonal, interannual and interdecadal scales. *Progress in Oceanography*, 165, 123-144, <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2018.05.005>
- Guieu, C., S. Bonnet, A. Petrenko, C. Menkes, V. Chavagnac, K. Desboeufs, C. Maes, and T. Moutin, 2018: Iron from a submarine source impacts the productive layer of the Western Tropical South Pacific (WTSP). *Scientific Reports*, 8, 9075, <https://doi.org/10.1038/s41598-018-27407-z>
- Hasson, A., M. Puy, J. Boutin, E. Guilyardi, and R. Morrow, 2018: Northward Pathway Across the Tropical North Pacific Ocean Revealed by Surface Salinity: How do El Niño Anomalies Reach Hawaii? *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 123, 2697-2715, <https://doi.org/10.1002/2017JC013423>
- Keppler, L., S. Cravatte, A. Chaigneau, C. Pegliasco, L. Gourdeau, and A. Singh, 2018: Observed Characteristics and Vertical Structure of Mesoscale Eddies in the Southwest Tropical Pacific. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 123, 2731-2756, <https://doi.org/10.1002/2017JC013712>
- Kolodziejczyk, N., P. Testor, A. Lazar, V. Echevin, G. Krahnemann, A. Chaigneau, C. Gourcuff, M. Wade, S. Faye, P. Estrade, X. Capet, L. Mortier, P. Brehmer, F. Schütte, and J. Karstensen, 2018: Subsurface Fine-Scale Patterns in an Anticyclonic Eddy Off Cap-Vert Peninsula Observed From Glider Measurements. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 123, 6312-6329, <https://doi.org/10.1029/2018JC014135>
- Laloyaux, P., E. de Boissésou, M. Balmaseda, J.-R. Bidlot, S. Broennimann, R. Buizza, P. Dalhgren, D. Dee, L. Haimberger, H. Hersbach, Y. Kosaka, M. Martin, P. Poli, N. Rayner, E. Rustemeier, and

- D. Schepers, 2018: CERA-20C: A Coupled Reanalysis of the Twentieth Century. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, 10, 1172-1195, <https://doi.org/10.1029/2018MS001273>
- Mignot, A., R. Ferrari, and H. Claustre, 2018: Floats with bio-optical sensors reveal what processes trigger the North Atlantic bloom. *Nature Communications*, 9, 190, <https://doi.org/10.1038/s41467-017-02143-6>
- Nardelli, B. B., S. Mulet, and D. Iudicone, 2018: Three-Dimensional Ageostrophic Motion and Water Mass Subduction in the Southern Ocean. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 123, 1533-1562, <https://doi.org/10.1002/2017JC013316>
- Nogueira Neto, A. V., H. Giordani, G. Caniaux and M. Araujo (2018). "Seasonal and Interannual Mixed-Layer Heat Budget Variability in the Western Tropical Atlantic From Argo Floats (2007–2012)." *Journal of Geophysical Research: Oceans* 123(8): 5298-5322. doi:10.1029/2017JC013436
- Pauthenet, E., F. Roquet, G. Madec, C. Guinet, M. Hindell, C. R. McMahon, R. Harcourt, and D. Nerini, 2018: Seasonal Meandering of the Polar Front Upstream of the Kerguelen Plateau. *Geophysical Research Letters*, 45, 9774-9781, <https://doi.org/10.1029/2018GL079614>
- Pellichero, V., J.-B. Sallée, C. C. Chapman, and S. M. Downes, 2018: The southern ocean meridional overturning in the sea-ice sector is driven by freshwater fluxes. *Nature Communications*, 9, 1789, <https://doi.org/10.1038/s41467-018-04101-2>
- Planton, Y., A. Voldoire, H. Giordani, and G. Caniaux, 2018: Main processes of the Atlantic cold tongue interannual variability. *Climate Dynamics*, 50, 1495-1512, <https://doi.org/10.1007/s00382-017-3701-2>
- Planton, Y., A. Voldoire, H. Giordani and G. Caniaux (2018). "Main processes of the Atlantic cold tongue interannual variability." *Climate Dynamics* 50(5): 1495-1512. doi:10.1007/s00382-017-3701-2
- Raapoto, H., E. Martinez, A. Petrenko, A. M. Doglioli, and C. Maes, 2018: Modeling the Wake of the Marquesas Archipelago. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 123, 1213-1228, <https://doi.org/10.1002/2017JC013285>
- Ramanantsoa, J. D., P. Penven, M. Krug, J. Gula, and M. Rouault, 2018: Uncovering a New Current: The Southwest Madagascar Coastal Current. *Geophysical Research Letters*, 45, 1930-1938, <https://doi.org/10.1002/2017GL075900>
- Somot, S., L. Houpert, F. Sevault, P. Testor, A. Bosse, I. Taupier-Letage, M.-N. Bouin, R. Waldman, C. Cassou, E. Sanchez-Gomez, X. Durrieu de Madron, F. Adloff, P. Nabat, and M. Herrmann, 2018: Characterizing, modelling and understanding the climate variability of the deep water formation in the North-Western Mediterranean Sea. *Climate Dynamics*, 51, 1179-1210, <https://doi.org/10.1007/s00382-016-3295-0>
- Stanev, E. V., P. M. Poulain, S. Grayek, K. S. Johnson, H. Claustre and J. W. Murray (2018). "Understanding the Dynamics of the Oxic-Anoxic Interface in the Black Sea." *Geophysical Research Letters* 45(2): 864-871. doi:10.1002/2017GL076206
- Swart, S., K. Johnson, M. R. Mazloff, A. Meijers, M. P. Meredith, L. Newman, and J. B. Sallee, 2018: Antarctica: Southern Ocean in State of the Climate in 2017. *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, 99, S185 - S188, <https://doi.org/10.1175/2018BAMSStateoftheClimate.1>
- Taillandier, V., T. Wagener, F. D'Ortenzio, N. Mayot, H. Legoff, J. Ras, L. Coppola, O. Pasqueron de Fommervault, C. Schmechtig, E. Diamond, H. Bittig, D. Lefevre, E. Leymarie, A. Poteau, and L. Prieur, 2018: Hydrography and biogeochemistry dedicated to the Mediterranean BGC-Argo network during a cruise with RV Tethys 2 in May 2015. *Earth Syst. Sci. Data*, 10, 627-641, <https://doi.org/10.5194/essd-10-627-2018>

- Testor, P., A. Bosse, L. Houpert, F. Margirier, L. Mortier, H. Legoff, D. Dausse, M. Labaste, J. Karstensen, D. Hayes, A. Olita, A. Ribotti, K. Schroeder, J. Chiggiato, R. Onken, E. Heslop, B. Mourre, F. D'ortenzio, N. Mayot, H. Lavigne, O. d. Fommervault, L. Coppola, L. Prieur, V. Taillandier, X. D. d. Madron, F. Bourrin, G. Many, P. Damien, C. Estournel, P. Marsaleix, I. Taupier-Letage, P. Raimbault, R. Waldman, M. N. Bouin, H. Giordani, G. Caniaux, S. Somot, V. Ducrocq, and P. Conan, 2018: Multiscale Observations of Deep Convection in the Northwestern Mediterranean Sea During Winter 2012–2013 Using Multiple Platforms. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 123, 1745-1776, <https://doi.org/10.1002/2016JC012671>
- van Sebille, E., S. M. Griffies, R. Abernathey, T. P. Adams, P. Berloff, A. Biastoch, B. Blanke, E. P. Chassignet, Y. Cheng, C. J. Cotter, E. Deleersnijder, K. Döös, H. F. Drake, S. Drijfhout, S. F. Gary, A. W. Heemink, J. Kjellsson, I. M. Koszalka, M. Lange, C. Lique, G. A. MacGilchrist, R. Marsh, C. G. Mayorga Adame, R. McAdam, F. Nencioli, C. B. Paris, M. D. Piggott, J. A. Polton, S. Rühls, S. H. A. M. Shah, M. D. Thomas, J. Wang, P. J. Wolfram, L. Zanna and J. D. Zika (2018). "Lagrangian ocean analysis: Fundamentals and practices." *Ocean Modelling* 121: 49-75. [doi.org/10.1016/j.ocemod.2017.11.008](https://doi.org/10.1016/j.ocemod.2017.11.008)
- Vic, C., J. Gula, G. Roullet, and F. Pradillon, 2018: Dispersion of deep-sea hydrothermal vent effluents and larvae by submesoscale and tidal currents. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 133, 1-18, <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2018.01.001>
- von Schuckmann, K. and P.-Y. Le Traon and N. Smithand & al., 2018: Copernicus Marine Service Ocean State Report. *Journal of Operational Oceanography*, 11, S1-S142, <https://doi.org/10.1080/1755876X.2018.1489208>
- WCRP global sea level budget group, 2018: Global sea Level budget from 1993-present. *Earth Syst. Sci. Data*, 10, 1–41, [doi.org/10.5194/essd-10-1-2018](https://doi.org/10.5194/essd-10-1-2018)
- Wolf M. K., R.C. Hamme, D. Gilbert, I. Yashayaev, V. Thierry, 2018: Oxygen Saturation Surrounding Deep Water Formation Events in the Labrador Sea From Argo-O-2 Data. *Global Biogeochemical Cycles*, 32(4), 635-653. Publisher's official version : <https://doi.org/10.1002/2017GB005829>

### Thèses Soutenues

- Petit, .T, 2018: L'effet de la dorsale de Reykjanes sur la circulation régionale et les processus dynamiques associés, UBO, 15 novembre 2018.



MAZE Guillaume

*Ifremer*, Centre Bretagne  
ZI de la Pointe du Diable  
CS 10070 - 29280 Plouzané

<mailto:guillaume.maze@ifremer.fr>

## 4. SERVICE D'OBSERVATIONS SSS - SALINITE DE SURFACE

Rédacteur : Thierry Delcroix

### 4.1 Préambule

Ce rapport d'activité est structuré en fonction des travaux présentés en prospective pour 2018 en janvier de cette même année (cf. page 15 du Plan d'Activité Coriolis 2018). Il s'organise en fonction des missions dévolues aux SNO, à savoir la collecte, la validation, la mise à disposition, la valorisation des données et la communication grand public. Des informations d'ordre général sur le SNO-SSS sont disponibles sous <http://www.legos.obs-mip.fr/observations/sss/>.

### 4.2 Acquisition

L'acquisition de données de salinité de surface (SSS) par thermosalinographes (TSG) a été effectuée en collaboration avec l'US IMAGO sur onze navires de commerce en 2018, à savoir : le Colibri, le Toucan, le Nuka Arctica, le Cap San Lorenzo, le Hawk Hunter, le Coral Islander 2, le Tropical Islander, le South Islander, le Pacific Islander 2, et le Pointe des Salines, auxquels il faut ajouter l'Astrolabe (collaboration avec le CSIRO), navire ravitailleur de la base Antarctique française Dumont d'Urville (cf. Figure 1). Le Pointe des Salines a succédé au Pointe Allegre sur la ligne Europe-Australie via Panama (en jaune sur la carte). Il a été équipé d'un TSG en janvier 2018 mais des difficultés techniques ont empêché la transmission en temps réel des mesures, disponibles donc uniquement en temps différé. L'installation TSG a dû être démontée en novembre, après quoi le navire quittait cette ligne. Le nouvel Astrolabe a fait de bonnes mesures pendant son premier été austral 2017-2018, après quelques réglages.

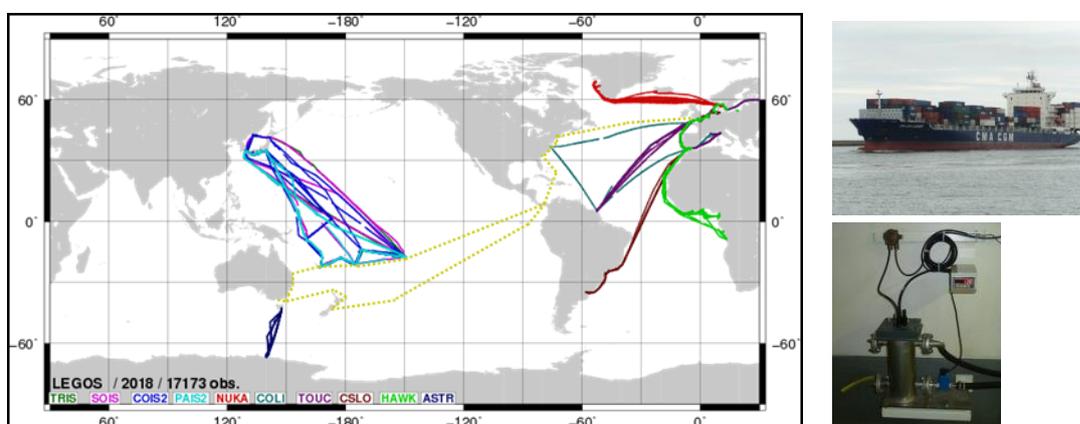


Figure 1. Distribution spatiale par navire (code couleur) des observations de salinité de surface acquises en temps réel en 2018 (en temps différé uniquement pour la ligne en pointillés) dans le cadre du Service National d'Observation SSS et exemple d'installation TSG à bord d'un navire de commerce. Les observations temps différé haute résolution obtenues le long des mêmes lignes de navigation sont 20 fois plus nombreuses.

Les données ont été transmises en temps réel au LEGOS via les systèmes de communication satellite Inmarsat ou Iridium. Pour abaisser les coûts de transmission, nous passons progressivement du système Inmarsat vers l'Iridium, dont nous avons nouvellement équipé 3 navires en 2018.

Les observations effectuées ont permis d'acquérir plus de 500.000 mesures temps différé de SSS le long des lignes de navigation en 2018.

### 4.3 Contrôle qualité

La chaîne de traitement temps réel inclut un contrôle qualité (QC) sommaire automatique basé sur la comparaison des données acquises à des seuils instrumentaux et des moyennes et intervalles climatologiques, l'émission de messages d'alertes adressés aux gestionnaires du réseau en cas de mesures suspectes, ainsi que des outils de visualisation et d'évaluation des mesures récentes. A la demande de Coriolis, les données TSG des navires de recherche français ont été intégrées en 2018 à notre chaîne de traitement temps réel pour que les gestionnaires de ces mesures bénéficient des outils que nous avons développés. Ces données proviennent de 7 navires hauturiers (Alis, Antea, L'Atalante, Beautemps-Beaupré, Marion Dufresne, Pourquoi pas ?, Thalassa), 4 navires côtiers (Côtes de la Manche, L'Europe, Tethys II, Thalia) et 6 navires de station (Albert Lucas, Antedon II, Neomysis, Nereis II, Sagitta III, Sepia II), auquel il faut ajouter le Cap Camarat, navire d'opportunité de la CMA CGM.

Depuis quelques années, nous réfléchissons à une amélioration de la chaîne de traitement temps réel. Nous avons ainsi défini une méthode d'optimisation du QC temps réel, basée sur la comparaison rétrospective des codes QC attribués automatiquement en temps réel aux codes QC attribués en temps différé par contrôle visuel (Alory *et al.*, 2015). Nous nous sommes ensuite rendu compte que cette optimisation du QC était délicate et nécessitait sans doute d'être accompagnée d'une correction des dérives instrumentales (Boinariziki, T. & Izac, 2017). Nous avons donc, dans le cadre d'un stage de Master 2 encadré en 2018, tenté de définir des corrections des données TSG à l'aide des données Argo colocalisées aux trajets de nos navires, toujours évaluées par comparaison rétrospective aux corrections appliquées en temps différé (Ngakala, 2018). Les résultats sont très encourageants (Figure 2) et nous permettent d'envisager de mettre en place dans un avenir proche une chaîne de traitement en quasi-temps réel délivrant en quelques jours des données qualifiées et corrigées d'un intérêt beaucoup plus fort pour l'assimilation dans le modèle de prévision Mercator ou la cal/val du satellite SMOS que les actuelles données temps réel.

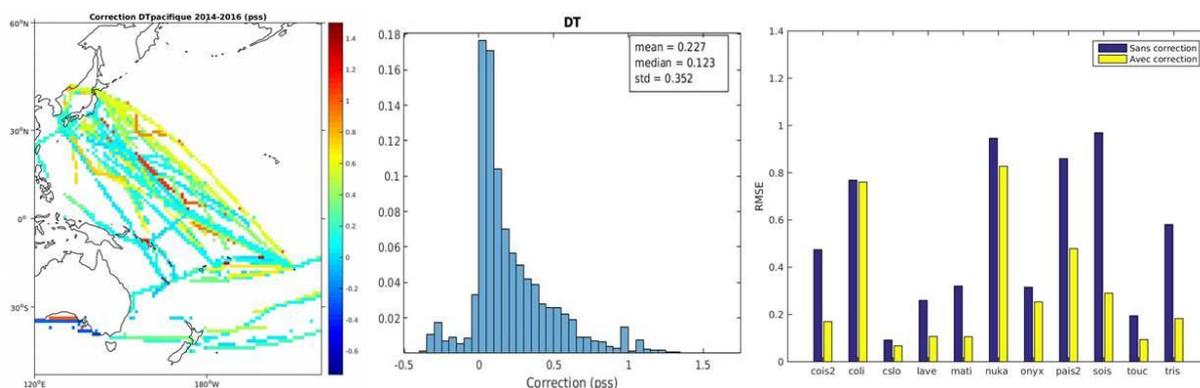


Figure 2 : Répartition géographique dans le Pacifique Ouest (gauche) et distribution globale (milieu) des corrections appliquées en temps différé sur les données TSG. RMS-Diff (droite) des écarts entre données temps réel non corrigées (bleu) ou corrigées (jaune) et données temps différé corrigées, par navire.

Les données temps différé 2017, acquises toutes les 5 min, ont toutes été validées (attribution de codes QC) et corrigées par comparaison aux données externes (prélèvements journaliers à bord et données Argo de surface colocalisées) via le logiciel TSG-QC développé et distribué librement par l'US IMAGO (<http://www.ird.fr/us191/spip.php?article63>).

## 4.4 Distribution des données

Les données temps réel de nos navires d'opportunité ont été mises à disposition de Coriolis quotidiennement (nous ne distribuons pas celles des navires de recherche). Depuis 2012, seules les données pour lesquelles la SSS s'écarte de moins de 3 écarts type interannuels de la moyenne mensuelle du World Ocean Atlas 2013, et la SST s'écarte de moins de 3 écarts type interannuels de la SST Reynolds hebdomadaire étaient mises à disposition de Coriolis, dans l'optique de privilégier la qualité à la quantité. Cette stratégie a été révisée lors de notre réunion annuelle du SNO SSS, suite à des échanges avec CLS et Mercator, dont les systèmes d'assimilation peuvent aussi rejeter les observations suspectes. Pour mieux répondre aux besoins de l'océanographie opérationnelle, la distribution vers Coriolis a été élargie en 2018 à toutes les données incluses dans des seuils instrumentaux.

Les données temps différé 2017 validées en 2018 ont été mises à disposition via l'interface web dédiée développée par le SEDOO/OMP (<http://sss.sedoo.fr>). L'ensemble de ces données (figure 3) est identifié par un DOI (<http://dx.doi.org/10.6096/SSS-LEGOS>).

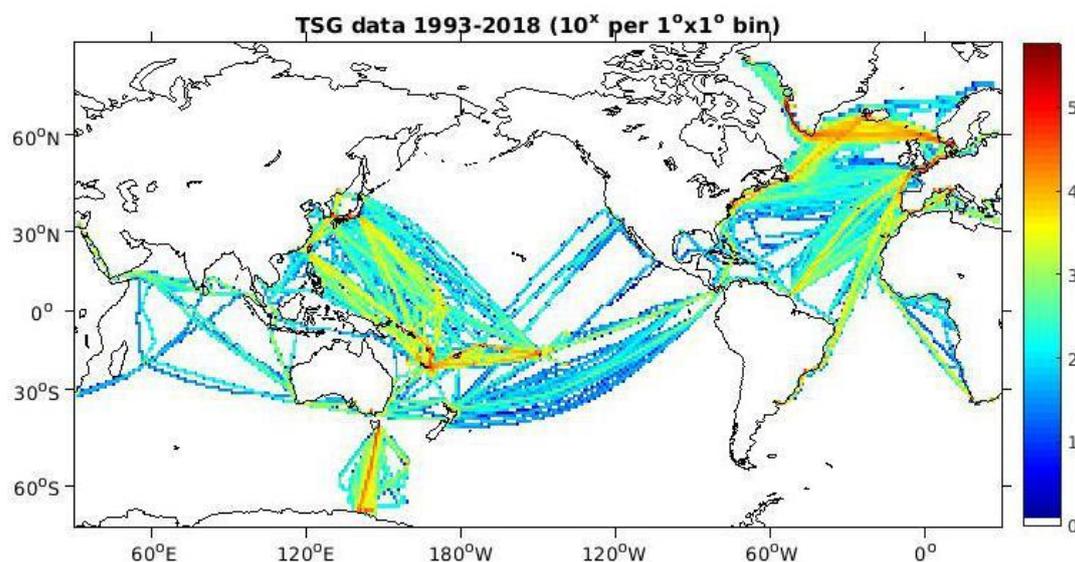


Figure 3. Densité spatiale (exprimée en  $10^x$  par carré de  $1^\circ$  de longitude et  $1^\circ$  latitude) des observations distribuées en temps différé par le SNO-SSS.

Un DOI a été attribué à notre jeu de données de SSS historique couvrant les 3 océans tropicaux ( $30^\circ\text{N}$ - $30^\circ\text{S}$ ) sur la période 1950-2003 (<http://dx.doi.org/10.6096/HIST-SSS-LEGOS>), maintenant distribué via l'interface web SEDOO/OMP. Notre produit grillé Atlantique ( $30^\circ\text{S}$ - $50^\circ\text{N}$ ) de résolution  $1^\circ \times 1^\circ \times 1$  mois, basé sur les données du SNO-SSS et autres données SSS in situ disponibles, a été mis à jour et étendu de la période 1970-2013 jusqu'en 2016 (<http://dx.doi.org/10.6096/SSS-LEGOS-GRID-ATL>). De nouveaux produits grillés couvrant l'Atlantique à résolution annuelle sur la période 1896-2016 (<http://dx.doi.org/10.6096/SSS-BINS-ATL>), l'Atlantique nord à résolution mensuelle sur la période 1993-2017 (<http://dx.doi.org/10.6096/SSS-BIN-NASG>), et l'Atlantique nord à résolution annuelle sur la période 1896-2018 (<http://dx.doi.org/10.6096/TSD-BINS-NASPG>) sont aussi distribués via l'interface web SEDOO/OMP.

En 2018, L'ensemble de ces données et produits temps différé ont fait l'objet de 135 téléchargements par 48 utilisateurs de 14 pays différents.

## 4.5 Valorisation scientifique

La valorisation scientifique 2018 des données SSS collectées via le SNO-SSS a donné lieu, *a minima*, à 11 publications dans des revues à comité de lecture, une thèse de doctorat et 1 stage de Master. Ces publications sont listées sur le site web du SNO-SSS. Il est probable que d'autres publications ne soient pas connues à ce jour, les utilisateurs ne nous les transmettant pas toujours.

Les travaux menés en 2018 par les acteurs du SNO-SSS à partir de ses données ont notamment porté sur :

- Les variations interannuelles de SSS dans le gyre subtropical de l'Atlantique nord
- La signature en SSS des modes climatiques interannuels de l'Atlantique tropical
- La validation des produits de SSS satellitaires



ALORY Gaël

CNAP:Université Toulouse  
14 avenue Edouard Belin  
31400 TOULOUSE

[gael.alory@legos.obs-mip.fr](mailto:gael.alory@legos.obs-mip.fr)

## 5. SERVICE D'OBSERVATION - PIRATA

Rédacteur : Bernard Boulès



### 5.1 Préambule

PIRATA est en grande partie dédié à l'opérationnel et les données acquises en Atlantique tropical, librement accessibles à la communauté scientifique en temps quasi-réel via internet, sont utilisées dans les modèles océaniques, atmosphériques et couplés. Les données PIRATA sont aussi largement utilisées pour la validation de simulations numériques menées dans le cadre d'études spécifiques et la validation en temps réel des analyses/prévisions des systèmes opérationnels, ou l'évaluation de la qualité des réanalyses.

Pour l'ensemble des systèmes d'observation en Atlantique tropical (PIRATA, Argo, DBCP...), l'année 2018 a été celle du début du processus d'évaluation internationale du Tropical Atlantic Observing System (TAOS). Dans le contexte de cette évaluation (aussi nécessaire pour PIRATA après 20 ans de fonctionnement et 12 ans après sa dernière évaluation internationale par CLIVAR-Atl et OOPC) ainsi que dans le cadre du programme EU AtlantOS, plusieurs exercices (coûts globaux, bilans technique et scientifique, perspectives) ont été réalisés et utilisés dans le cadre de plusieurs documents. 2018 a aussi été la fin du programme EU PREFACE. Au niveau national, il est important de noter le recrutement (indispensable et attendu depuis des années) d'un ingénieur de recherche au LEGOS dont le travail sera essentiellement dédié au SNO PIRATA, Jérôme Llido, qui remplacera progressivement l'actuel coordinateur (qui dirige l'US IMAGO de l'IRD depuis juillet 2018).

### 5.2 Campagne annuelle

La campagne PIRATA FR 28 a été menée, comme en 2017, à bord du N/O Thalassa en un seul leg du 27 février au 5 avril 2018 à partir de Mindelo (Cap-Vert). En effet, toute escale dans les ports du Golfe de Guinée est toujours interdite en raison des actes de piraterie... Toutefois, il a été possible de travailler au large du Congo et de récupérer du matériel au large du port de Pointe Noire.

Lors de cette campagne, les travaux suivants ont été effectués:

- Remplacement des 6 bouées météo-océaniques (3 ATLAS et 3 T-Flex).
- Remplacement des capteurs CO<sub>2</sub> placés sur les bouées à 6°S-10°W, et à 6°S-8°E.
- Remplacement, pour la 1<sup>ère</sup> fois, du mouillage courantométrique ADCP à 0°E-0°N.
- 44 profils CTD-O<sub>2</sub>/LADCP (dont aux positions des bouées et lors des déploiements des profileurs ARGO, dont 2 à 4000m) ;
- Remplacement de capteurs de turbulence (Chipod), à savoir de 5 capteurs sur les 2 bouées ATLAS (23°W-0°N et 10°W-0°N) pour des collègues de l'université d'Oregon (USA) ;
- Remplacement de récepteurs acoustiques OTN (à 200m) sur toutes les bouées météo-océaniques, pour des collègues de l'université d'Halifax (Canada) ;
- Réalisation de 97 profils XBT (0-800m);
- Réalisation de 635 prélèvements d'eau de mer, en surface (thermosalinographe et nouvelle FerryBox) et sur la verticale pendant les profils CTD-O<sub>2</sub>, pour l'analyse de la salinité, de l'O<sub>2</sub> (lors des profils ou à partir de la FerryBox), des sels nutritifs, des pigments Chl et des paramètres du CO<sub>2</sub> (DIC et TA);

- Déploiement de 5 profileurs ARGO, dont 3 ARVOR classiques et, pour la 1<sup>ère</sup> fois en Atlantique tropical, 2 Deep-Argo avec capteur d'O<sub>2</sub>, tous à double programmation ;
- Déploiement de 23 bouées dérivantes (13 de type SVP-B et 10 SVP, respectivement pour Météo-France en contribution au programme EU H2020 AtlantOS et pour l'AOML/NOAA);
- Acquisition en continu des mesures de l'ADCP de coque, du thermosalinographe de la FerryBox, mais aussi de mesures acoustiques tout le long de la route du navire (pour la 4<sup>ème</sup> fois dans cette zone particulière, avec un capteur horizontal).
- Echantillons d'algues Sargasses et divers espèces (anatifes, crabes, vers etc).

### 5.3 Statut du réseau PIRATA

Les nouveaux systèmes T-Flex, qui remplacent progressivement les ATLAS depuis 2015, comportent plusieurs améliorations (transmission Iridium, type et nombre de capteurs etc) qui doivent permettre de répondre aux exigences nouvelles induites par les progrès au sein des systèmes opérationnels de prévision (climat, océan) et par les évolutions de nos connaissances scientifiques sur les processus en jeu à l'interface océan-atmosphère. En raison de nouvelles contraintes budgétaires aux USA, aucun nouveau système T-Flex n'a été implémenté en 2018. 10 sur 18 bouées sont des T-Flex dont 3 sous la responsabilité du SNO PIRATA. L'accès aux données en temps réel des bouées T-FLEX se fait via l'adresse : <http://www.pmel.noaa.gov/pirata/tflex>. A noter que la bouée située à 6°S-8°E a été vandalisée et partie en dérive début août 2018 pour finir sa course près des côtes du Nigeria où elle a été pillée. Les capteurs météorologiques et le tube électronique ont cependant pu être récupérés par des partenaires du Nigeria (NIOMR, Lagos), ce qui devrait permettre de récupérer des données précieuses. Par contre, tous les capteurs situés sous la surface (dont le nouveau capteur CO<sub>2</sub>) ont été perdus... Un tel évènement ne s'était plus produit dans le Golfe de Guinée depuis 2008, et c'est la 1<sup>ère</sup> fois au large du Congo.

Le SNO PIRATA gère également la maintenance de 3 mouillages courantométriques équatoriaux (à 23°W, maintenu avec la contribution du GEOMAR, 10°W et 0°E). Ces mouillages sont remplacés tous les 2 ans.

### 5.4 Contributions à PREFACE (AtlantOS et TAOS)

PIRATA est une des principales composantes pour les observations en Atlantique tropical des programmes EU PREFACE, AtlantOS et du TAOS. Les données PIRATA sont utilisées pour la validation de simulations numériques à haute résolution dédiées au Golfe de Guinée réalisées dans le cadre de PREFACE (ROMS et NEMO notamment). Grâce aux financements d'AtlantOS, en plus du capteur CO<sub>2</sub> installé à 6°S-8°E, des capteurs T/C et des courantomètres (à 10m) ont été ajoutés en 3 sites (0°N-10°W, 8°N-38°W et 0°N-35°W) et des capteurs O<sub>2</sub> avec transmission en temps réel (PI : GEOMAR) sont désormais opérationnels sur les mouillages situés à 12°N et 20°N le long de 23°W (des capteurs O<sub>2</sub> sont aussi installés à 4°N-23°W, mais sans transmission temps réel).

Dans le cadre de PREFACE (programme achevé et validé par la Commission EU en octobre 2018) et d'AtlantOS, plusieurs Deliverables ont été rédigés :

Bourlès, B., P. Brandt and M. Dengler, "Suggestion for a sustainable long term monitoring system", Deliverable D.4.4 pour le programme EU PREFACE (FP7, Grant Agreement N°: 603521), 16pp., mars 2018.

Bourlès, B., P. Brandt, N. Lefèvre and J. Hahn, "PIRATA data system upgrade report : Technical report mostly related to biogeochemical sensors (O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> sensors) data, their real-time

transmission and O2 and CO2 data control quality and their integration to existing systems, in relation with the WP7”, Deliverable D.3.9 pour le programme EU AtlantOS (H2020, Grant Agreement N°: 633211), 7pp., mars 2018, DOI 10.3289/AtlantOS\_D3.9.

Reilly K., C. Cusack, V. Frenandez, E. Buch, M. Ott, M. Araujo, B. Bourlès et al., “Atlantic Ocean Observing Networks: Cost and feasibility study”. Deliverable D.1.4 pour le programme EU AtlantOS (H2020, Grant Agreement N°: 633211), 84pp, mai 2018.

Bourlès, B., and M. Dengler, “Heat and freshwater budgets, air-sea interactions”, Periodic Report n°3 pour le programme EU PREFACE (FP7, Grant Agreement N°: 603521), 9pp., juin 2018.

Bourlès, B., M. Araujo, P. Brandt, M. McPhaden, N. Lefevre, G. Foltz and L. Cotrim da Cunha, “Organization & sustainability of PIRATA network report”, Deliverable D.3.19 pour le programme EU AtlantOS (H2020, Grant Agreement N°: 633211), 7pp, décembre 2018.

Poli, P. and B. Bourlès, “Drifter network improvement report”, Deliverable D.3.20 pour le programme EU AtlantOS (H2020, Grant Agreement N°: 633211), 7pp, décembre 2018.

Dans le cadre de l'évaluation du TAOS, un White Paper dédié à PIRATA a d'abord été compilé, qui était initialement pensé pour être soumis à OceanObs19 mais qui a finalement servi à rédiger et soumettre un article de synthèse dédié (ce White Paper aurait été en partie redondant avec celui relatif au TAOS qui a été soumis). PIRATA a largement contribué au 1<sup>er</sup> meeting du TAOS review committee de Portland (février 2018). PIRATA a également contribué au White Paper relatif aux Brest Practices soumis à OceanObs19.

Bourlès, B., et al., PIRATA « White Paper 1997-2018 », 58pp, mars 2018.

Bourlès, B., M. Araujo, A vision for PIRATA in 2030. Contribution to the “BluePrint Implementation Document, for an Integrated Atlantic Ocean Observing System”, avril 2018.

Araujo, M., B. Bourlès, R. Perez, Requirements for the Tropical Atlantic Observing System: Societal impact and importance of observing the Tropical Atlantic, Report for the 1st TAOS Review Workshop, Portland-US, Feb. 8th-9 th 2018, mai 2018.

Araujo, M., B. Bourlès, R. Perez, Tropical Atlantic Observing System Networks: Current Status and plans to 2030 Mooring Networks, Report for the 1st TAOS Review Workshop, Portland-US, Feb. 8th-9 th 2018, mai 2018.

Perez, R., B. Bourlès, M. Araujo, Tropical Atlantic Observing System Networks: Current Status and plans to 2030 Vessel-based Observations; Report for the 1st TAOS Review Workshop, Portland-US, Feb. 8th-9 th 2018, mai 2018.

Bourlès, B., et al., PIRATA: A Sustained Observing System for Tropical Atlantic Climate Research and Forecasting, submitted to Earth and Space Sciences, 2018.

Foltz, G.R., et al., The Tropical Atlantic Observing System, (White Paper OceanObs'19); Submitted to *Frontiers in Marine Science*, 2018.

Pearlman, J., et al., Evolving and Sustaining Ocean Best Practices and Standards for the Next Decade, (White Paper OceanObs'19); *submitted to Frontier in Marine Science*, 2018.

## 5.5 Traitement des données PIRATA

L'ensemble des campagnes PIRATA-FR est accessible via un DOI (DOI n° [10.18142/14](https://doi.org/10.18142/14); voir <http://campagnes.flotteoceanographique.fr/series/14/> ). Le travail de regroupement au sein d'un fichier unique de l'ensemble des données « chimie » (salinité, oxygène, sels nutritifs et pigments Chl)

pour chaque campagne a été finalisé en 2017 et 2018. Ces données sont désormais disponibles sous un format standard sur le site PIRATA-FR (Excel pour les mesures de surface effectuées « en route », et ODV pour les mesures faites à partir des échantillons « bouteilles » lors des profils CTD). Un DOI (n° [10.17882/58141](https://doi.org/10.17882/58141)) a été attribué en décembre 2018 à l'ensemble des données « bouteilles » sous format ODV (suite à la finalisation des codes relatifs aux pigments Chlorophylliens, travail mené avec le SISMER).

Le traitement des données S-ADCP acquises en 2018 a été finalisé ; l'ensemble des données S-ADCP des campagnes PIRATA-FR est affecté d'un DOI (DOI n° [10.17882/44635](https://doi.org/10.17882/44635)).

Le traitement des données CTD-O<sub>2</sub> acquises en 2018 a été finalisé ; l'ensemble des données CTD-O<sub>2</sub> des campagnes PIRATA-FR est affecté d'un DOI (DOI n° [10.17882/51534](https://doi.org/10.17882/51534)) et un rapport est rédigé pour chaque campagne.

Le traitement des données des mouillages ADCP (0-300m), a été finalisé en 2017 et le traitement des données acquises à 0°N-0°E en 2018 a été finalisé ; l'ensemble des données de mouillages ADCP est affecté d'un DOI (DOI n° [10.17882/51557](https://doi.org/10.17882/51557)).

Le traitement des données L-ADCP, non finalisé depuis 2007, est en cours, via la mise au point d'une procédure de traitement complète (Pierre Rousselot, coll. Frédéric Marin, LEGOS), et devrait être finalisé courant 2019. Un DOI sera également attribué pour ces données.

Le traitement et l'analyse des données acoustiques des campagnes FR27 et FR28 est en cours (équipe « acoustique » IRD du LEMAR).

Enfin, les différents échantillons (algues Sargasses, plancton, microplastiques) doivent être analysés au sein de plusieurs laboratoires (LEMAR, MIO, ...).

## 5.6 Meeting PIRATA-23 / TAOS

Suite à l'invitation du PDG de l'IRD lors du meeting PIRATA-22 de Fortaleza, célébrant le 20ème anniversaire du programme, le meeting international annuel PIRATA (SSG & PRB) a été organisé à Marseille du 22 au 24 octobre 2018, sponsorisé par l'IRD et Météo-France (à l'auditorium des archives départementales et au siège de l'IRD), et a été suivi les 25 et 26 octobre de la 2nde réunion du comité scientifique d'évaluation du TAOS (au siège de l'IRD). Ce meeting a aussi été l'opportunité d'organiser une réunion, le mardi 23 octobre, relative aux coopérations bilatérales entre la France et le Brésil dans les domaines océanographiques, sous le patronage des ministères de la recherche de ces deux pays (représentés par Alain Lagrange pour la France et Andrei Polejack pour le Brésil). Cette réunion a permis à des représentants des différents organismes de recherche et universités des deux pays de présenter les principaux chantiers menés en collaboration dans les domaines suivants : océan et climat, géosciences, océanographie côtière, aquaculture, technologie et biodiversité. Environ 60 personnes ont participé aux sessions scientifiques du meeting, avec 28 présentations orales et 12 posters.

Lors de la réunion des comités PIRATA SSG et PRB, il a été décidé que le MoU, arrivant à terme en juillet 2019, serait prolongé (et non pas complètement modifié, en raison des risques liés aux changements politiques récents aux USA et au Brésil). Les organismes supportant PIRATA depuis 21 ans maintiennent clairement leur souhait de continuer à s'engager à maintenir le réseau. Les partenaires ont pris note de l'apparition récente d'activités soutenues de pêche dans l'ouest du bassin et de la nécessité de sensibiliser le public ou les acteurs économiques sur l'intérêt de ces bouées, afin de tenter de limiter les actions potentielles de vandalisme. Des changements importants sont à mentionner dans la composition du SSG, avec des remplacements et le départ côté français de Nathalie Lefèvre, à qui il faudra trouver un(e) remplaçant(e) en tant qu'expert en biogéochimie. PIRATA sera présent lors des importantes manifestations à venir en 2019, dont OceanObs19, et continuera à contribuer aux réflexions en cours (TAOS review, Atlantic BluePrint, UN Decade of Ocean Research planning...). Les perspectives quant aux potentiels renforcements et optimisations du réseau PIRATA,

qui ont été explicitées dans plusieurs documents, et portant notamment sur l'ajout de mesures biogéochimiques, doivent être envisagées dans le cadre de coopérations élargies à d'autres partenaires potentielles et dans le cadre du TAOS.

L'implication de la France dans le développement des capacités au Sud, notamment via le Master 2 régional au Bénin, soutenu par l'IRD et l'UPS en collaboration avec l'UFPE (Recife, Brésil), est considérée par les partenaires comme une contribution très positive pour PIRATA, avec un coût non négligeable pour la France. Plusieurs étudiants issus de ce Master continuent en PhD ou en post doc à travailler sur des thématiques liées à PIRATA concernant Atlantique tropical, certains chez nos partenaires du Brésil et d'Allemagne, et contribuent à de nombreuses publications.

## 5.7 Bibliographie

- Bourlès, B., "An example of vessel time optimization and collaborations during the PIRATA cruises", AtlantOS Newsletter 2018, Vol. 1, Issue 3, 11-12, mai 2018.
- Evangelista, H., A. Sifeddine, T. Corrège, J. Servain, E. P. Dassié, R. Logato, R. C. Cordeiro, C.-C. Shen, F. Le Cornec, J. Nogueira, B. Segal, A. Castagna, and B. Turcq: Climatic constraints on growth rate and geochemistry (Sr/Ca and U/Ca) of the coral *Siderastrea stellata* in the Southwest Equatorial Atlantic (Rocas Atoll, Brazil). *Geochem., Geophys., Geosys.*, 19,772–786, <https://doi.org/10.1002/2017GC007365>, 2018.
- Herbert G., and B. Bourlès, Cold intraseasonal events in Spring/Summer 2005 and 2006 in the far Eastern Equatorial Atlantic and their forcing mechanisms from numerical simulation and satellite data, *Ocean Sciences*, 14, 849–869, doi: 10.5194/os-14-849-2018, 2018.
- Nogueira Neto, A. V., H. Giordani, G. Caniaux, and M. Araujo: Seasonal and interannual mixed layer heat budget variability in the western tropical Atlantic from Argo floats (2007-2012), *J. Geophys. Res.*, 123, 5298-5322, <http://dx.doi.org/10.1029/2017JC013436>, 2018.
- Rouault, M., S. Illig, J. F. Lübbecke, and R. A. Imbol Koungue: Origin, development and demise of the 2010-2011 Benguela Niño. *J. Mar. Sys.*, 188, 39-48, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmarsys.2017.07.007>, 2018.
- Tchamabi, C.C., M. Araujo, M. Silva, B. Bourlès, and O. Travassos. Ichthyoplankton transport in the Brazilian 1 tropical islands, Fernando de Noronha archipelago and Rocas Atoll: Is there any connectivity patterns?, *Indian Journal of Marine Sciences*, 47(4), 812-818, April 2018.
- Trolliet, M., J. Walawender, B. Bourlès, A. Boilley, J. Trentmann, P. Blanc, M. Lefèvre, and L. Wald, Downwelling surface solar irradiance in the tropical Atlantic Ocean: a comparison of re-analyses and satellite-derived data sets to PIRATA measurements, *Ocean Sciences*, 14, 1021–1056, <https://doi.org/10.5194/os-14-1021-2018>, 2018.
- Trolliet, M., and L. Wald: Monthly solar radiation in the tropical Atlantic Ocean: Can its spatial variations be captured by the current configuration of the PIRATA moorings? *Advances in Science and Research*, 15, 127-136, <https://doi.org/10.5194/asr-15-127-2018>, 2018.



BOURLES Bernard

Centre IRD de Bretagne  
ZI de la Pointe du Diable  
CS 10070 - 29280 Plouzané

[bernard.bourles@ird.fr](mailto:bernard.bourles@ird.fr)



## 6. BOUEES ANCREES ET DERIVANTES

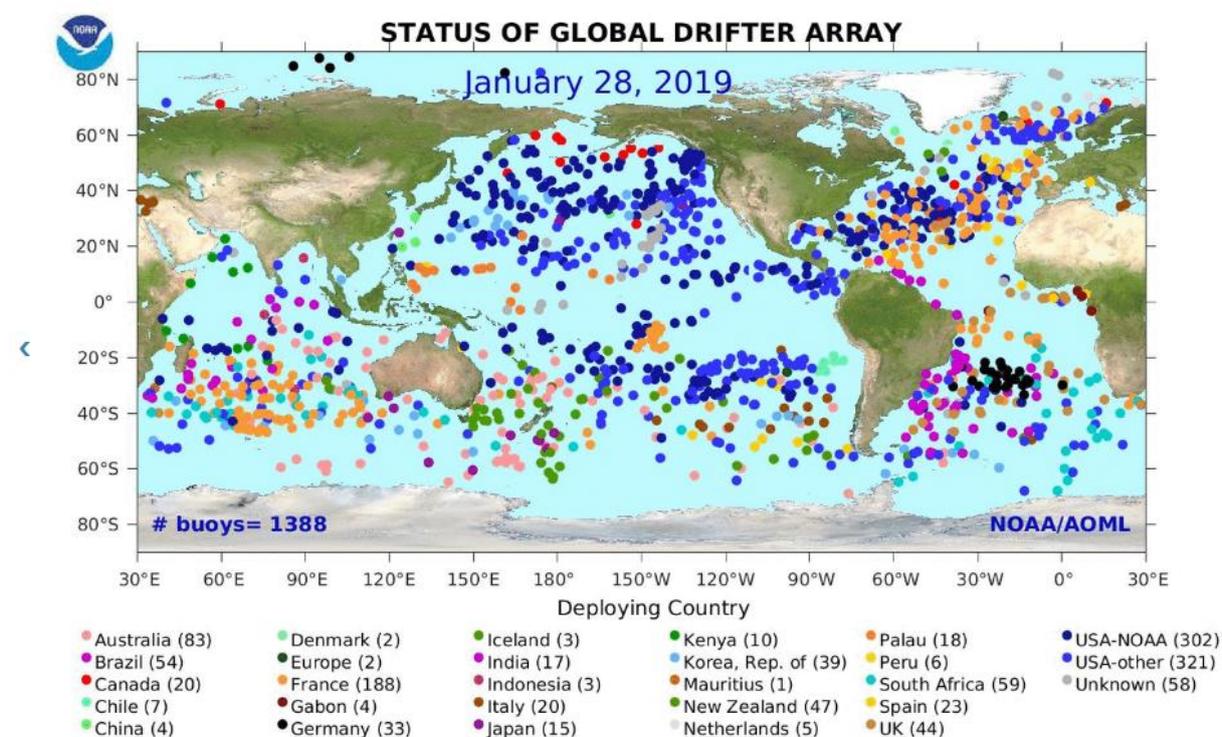
Rédacteur : Gilbert Emzivat

### 6.1 Réseau Bouées dérivantes

Météo-France maintient :

- dans le cadre d'E-SURFMAR, un réseau de 100 bouées dérivantes dans l'Atlantique Nord et l'Arctique,
- pour les besoins propres de Météo-France, un réseau de 10 bouées dans l'Atlantique Tropical Nord en saison cyclonique, et de 25 bouées dans l'Océan Indien,
- pour les besoins d'AtlantOS, un réseau de 13 bouées dans l'Atlantique Tropical Sud.

Pour ce faire Météo-France a déployé en 2018 : 129 bouées (110 en Atlantique, et 37 en Océan Indien). Les données de toutes ces bouées dérivantes sont disponibles sur le Système Mondial de Transmission (SMT).



Carte des bouées du DBCP/GDP au mois de Janvier 2019

### 6.2 Composante « Moyens à la mer »

La coopération avec la composante « Moyens à la mer » de Coriolis est essentielle pour mutualiser ou exploiter des navires susceptibles de mettre à l'eau ces bouées dérivantes.

Ainsi 8 déploiements ont été réalisés en 2018, par ce biais, pour un total de 57 bouées (dont 23 pendant une campagne PIRATA).

### 6.3 Composante « Centre de données »

Météo-France fournit, de manière hebdomadaire, les données de courant de surface de la mer déduites de la dérive de flotteurs de surface, à intervalles de trois heures. La plupart de ces flotteurs de type SVP (ou dérivés) participent au Global Drifter Programme du DBCP. Leur ancre flottante est centrée à 15 mètres de profondeur. La présence ou non de cette ancre est indiquée par un capteur de submergence.

En 2018 près de 7,7 millions de vecteurs courant provenant de 2146 bouées dérivantes ont été transmis au Centre Coriolis.

### 6.4 Composante « Moyens côtiers »

Météo-France maintient :

- en propre : 2 bouées ancrées multi-instrumentées en Méditerranée (LION, COTE D'AZUR), 1 bouée ancrée multi-instrumentée aux Antilles (ANTILLES).
- en coopération avec le UK MetOffice : 2 bouées ancrées multi-instrumentées dans le Golfe de Gascogne (BRITTANY, GASCOGNE).

La bouée ANTILLES a été remplacée en Avril 2018. La bouée COTE D'AZUR a été remplacée en novembre 2018.

Les capteurs de recherche (sondes de température SP2T et thermosalinographes SBE37) présents sur les lignes de mouillage des deux bouées ancrées méditerranéennes ont été relevés et remplacés en mai 2018.

Une visite de maintenance a été menée par le UK MetOffice sur les bouées Brittany et Gascogne en Août 2018.

Météo-France a déployé en Guadeloupe, en Juillet 2018, 2 houlographes directionnels AXYS: Port du Moule (nmr OMM : 4100135), Côte Caraïbes (nmr OMM : 4100136).



POLI Paul  
Météo-France  
13 rue du Chatellier,  
CS 12804  
29228 BREST CEDEX 2

[paul.poli@meteo.fr](mailto:paul.poli@meteo.fr)



EMZIVAT Gilbert  
Météo-France  
13 rue du Chatellier,  
CS 12804  
29228 BREST CEDEX 2

[gilbert.emzivat@meteo.fr](mailto:gilbert.emzivat@meteo.fr)

## 7. SERVICE D'OBSERVATION MEMO - MAMMIFERES MARINS

Rédacteur : Christophe Guinet



L'Océan Austral joue un rôle fondamental dans la régulation du climat mondial. Cet océan abrite aussi des ressources marines d'une très grande valeur économique et patrimoniale. Du point de vue de l'océanographie physique, l'Océan Austral est un système d'une très grande complexité et les processus biologiques qui y sont reliés -et très largement déterminés par ces caractéristiques océanographiques- le sont plus encore. De très gros efforts nationaux et internationaux sont dirigés vers la modélisation des processus d'océanographie physique afin de prévoir la réponse de l'Océan Austral aux changements climatiques globaux et le rôle joué à grande échelle par cet océan dans les processus climatiques. Le SO-MEMO vise à compléter les autres moyens d'observations (CTD navires, XBT, Profileurs Argo) en utilisant des prédateurs marins plongeurs, et tout particulièrement les éléphants de mer, équipés de balises comportant des capteurs de température/conductivité pour obtenir, en temps réel et temps différé, sur l'ensemble de l'année, des quantités importantes d'informations localisées dans le temps et dans l'espace sur les conditions océanographiques de l'Océan Austral tout en étudiant l'écologie en mer de ces prédateurs.

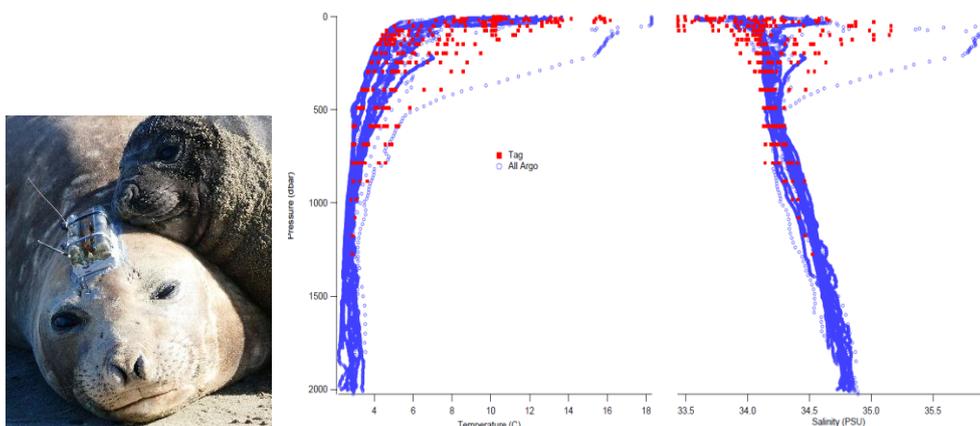
### 7.1 Nouvelle Balise CTD-Fluo-Lumière.

Initialement nous utilisons un fluorimètre Cyclops 7 de Turner Design qui était intégré à la balise CTD. Aujourd'hui Valeport a développé un nouveau capteur relativement compact intégrant les mesures de température, salinité et fluorescence. Par ailleurs un capteur de lumière est maintenant systématiquement intégré aux balises océanographiques (CTD et CTD-Fluo) du SMRU afin d'évaluer l'atténuation de la lumière dans la couche euphotique qui nous renseigne sur le profil de concentration en phytoplancton (Bayle et al. 2015). La mesure de la lumière étant peu consommatrice en énergie, ce paramètre peut être échantillonné continuellement alors que seul 3 à 4 profils de fluorescence peuvent être mesurés par période de 24 heures. La température et salinité peuvent être échantillonnées en continu (0.5 Hz) pendant 100 jours (i.e. pendant la durée du voyage post-reproduction des femelles).

### 7.2 Test d'un nouveau capteur de salinité

En collaboration avec le SMRU, et suite aux essais infructueux conduits en 2017, un nouveau capteur de salinité, moins volumineux et moins coûteux que celui développé par Valeport (qui équipe à ce jour les balises océanographiques du SMRU) est en cours de test. Les tests en bassin ont permis d'établir que la précision absolue en température et en salinité est supérieure (0.005°C et 0.01 PSU) au capteur Valeport. Cependant reste à conduire les tests en conditions réelles et évaluer l'effet de la pression sur la précision des mesures. Les deux premiers déploiements sur éléphant de mer sont programmés pour octobre 2019 à Kerguelen.

En octobre 2019, nous avons déployé la première balise CTD pour animaux plongeurs conçue et développée par Wildlife Computer. Les données sont en cours d'acquisition et de transmission (Figure 1). Cette balise a été déployée simultanément à une balise CTD du SMRU. Nous espérons les récupérer en janvier 2019 (au retour à terre de cette femelle). Les données seront alors analysées et un diagnostic précis de la qualité des données établi. Cependant le coût prohibitif de ce modèle de balise (15 000 \$) rend peu probable l'utilisation à large échelle de ce modèle de balise par la communauté scientifique. Par ailleurs le capteur de salinité est constitué d'un tube en verre ce qui pose la question de sa solidité et durabilité.



**Gauche:** Femelle éléphant de mer équipée au mois d'octobre 2019 en Péninsule Valdez, Argentine, du premier prototype d'une balise Argos CTD développée par Wildlife Computer. **Droite:** Les points de température salinité (en rouge) sont comparés au profil T/S obtenu pour la même période et la même zone par des profileurs Argo (en bleu). Cette femelle est aussi équipée d'une balise CTD du SMRU et si nous parvenons à la récupérer les jeux de données haute fréquence issus de ces deux balises pourront être comparés.

### 7.3 Extension programmée du SO-MEMO en Arctique

En mars 2018, dans le cadre d'un projet collaboratif financé par BNP Paribas (projet SENSEI, PI. C. Barbraud, Y. Robert Coudert) huit femelles phoque à capuchon ont été équipées par Tiphaine Jeanniard du Dot et Mike Hammill (pêche et océan canada). Toutes les femelles équipées ont été s'alimenter sur la côte Est Groenland (Figure 2 à gauche en couleur). Les trajets des nouveaux nés au cours de leur première année de sont représentés sur la Figure 2, à droite. Ces jeunes phoques n'étaient pas équipés de balises océanographiques qui sont trop volumineuses. Ils prospectent l'ensemble de la côte Est Groenland et constituent la classe d'âge la plus intéressante à étudier pour étudier les processus océanographiques de cette zone pour laquelle le déficit de données océanographiques est particulièrement criant. Cependant compte tenu de la taille de ces jeunes phoques cela nécessite le développement de balises plus compactes que celles utilisées à ce jour sur les phoques adultes.

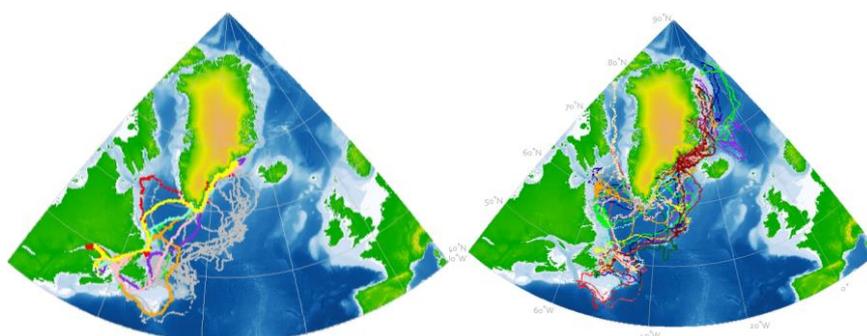


Figure 2. Gauche : cartographie des trajets effectuée par des femelles phoque à adultes entre le mois de février et juin 2018, Les trajet en gris correspondent aux trajets suivis par les nouveaux nés pour la même période de l'année (mars-juin). Droite : trajet effectué par de jeunes phoques à capuchon équipés au large de Terre Neuve en février 2017 et qui ont été suivi pour certains d'entre eux jusqu'au mois de juin 2018.

En octobre 2018, 9 femelles éléphants de mer se reproduisant sur la péninsule Valdés en Argentine ont été équipées d'une série de balises océanographiques et d'enregistreurs multifonction (GPS accélération, magnétométrie, pression, acoustique, micro-sonars actif, capteurs de lumières...) afin de mieux comprendre les processus océanographiques et météorologiques contrôlant la très forte productivité associée au courant des Malouines (ondes internes, phénomène de divergence, effet du vent...). Les données océanographiques collectées sont intégrées en temps réel dans CORIOLIS et les jeux de données basse et haute fréquence seront intégrés en temps différé dans MEOP pour les balises récupérées. Ce programme est conduit en collaboration avec des collègues argentin biologistes (Claudio Campagna) et Océanographes (Martin Saraceno, Alberto Piola), Britanniques (M. Johnson du SMRU et Australien (M. Hindell, IMAS).

## 7.4 Déploiements effectués prévus à Kerguelen et en argentine

### 7.4.1 Post-mue

**2018** : 27 balises CTD IMOS ont été déployées en janvier-février 2018, 12 sur des mâles et 15 sur des femelles. 15 d'entre elles ont été récupérées à ce jour (12 femelles i.e. 80 %) et 3 sur des mâles (i.e. 25 %) à l'issue d'un voyage de huit à neuf mois. Ces balises ont permis la transmission de 12090 profils T/S temps réels et il est trop tôt pour connaître le nombre de profils temps différés (mais nous estimons en récupérer de l'ordre de 50000).

### 7.4.2 Post-reproduction

**2017-2018** : 18 femelles ont été équipées d'une combinaison de différents modèles de balises océanographiques (T/S/Fluoro) et d'enregistreurs hautes fréquences à Kerguelen en octobre 2017. Cependant compte tenu de contraintes logistiques liées à l'impossibilité de ravitailler et de transporter notre matériel sur notre site d'étude habituel (Pointe Morne), nous avons travaillé à partir d'un nouveau site d'étude (Rivière du Nord). Cela s'est avéré être un très mauvais choix. En effet la très grande majorité des femelles équipées sont revenues muer sur des îles inaccessibles sans moyens nautiques appropriés. Ces dix-huit balises ont permis la transmission à ce jour de 8210 profils T/S basse résolution dont 159 profils avec la fluorescence et 17198 profils T/S temps différés haute fréquence ont pu être recueillis à partir des 6 balises retrouvées.

**2018-2019** : 15 femelles ont été équipées de différents modèles de balises océanographiques (T/S/Fluoro) à Kerguelen en octobre 2018. Ces femelles sont en mer au jour de l'écriture de ce rapport.

## 7.5 Travaux prévus en lien avec la fonction observatoire.

Les travaux de recherche conduits par Dorian Cazau ont montré qu'il était possible d'évaluer à partir des mesures acoustiques en profondeur (>200m), et des mesures d'accélération en surface quand les éléphants de mer respirent qu'il était possible d'estimer la force du vent, l'état de la mer ainsi que la direction du vent (Cazau et al 2017a, et Cazau 2017b).

Par ailleurs les travaux réalisés par Severine Bayle (2015) et Yves Le Bras (2017) ont montré qu'il était possible de reconstruire de profils verticaux de concentration en phytoplancton à partir de la mesure de l'atténuation instantanée de la lumière.

Nous disposons aujourd'hui de très nombreuses plongées associées à des mesures acoustiques et d'accélération ainsi que plusieurs centaines de milliers de profils de température et salinités associés à des mesures de profil d'atténuation de la lumière qui doivent permettre d'estimer les profils de concentration en phytoplancton.

## 7.6 Orientation scientifique

### 7.6.1 Champs Biologiques

Les balises déployées sur les femelles pendant la période post-reproduction outre la collecte de données océanographiques (T/S) haute fréquence (qui alimente les services d'observation des océans), permettent de collecter simultanément des informations sur :

- la concentration en phytoplancton via la mesure de la fluorescence et de la lumière
- la présence et l'abondance des niveaux trophiques intermédiaires (zooplancton, poissons et calamars...) à partir de la mesure d'un ensemble de mesure (bioluminescence, indice de taux de tentative de capture de proies et acoustique active embarquée).

En effet suite aux déploiements tests réalisés l'an dernier, 6 micro-sonars actifs haute fréquence (1,5 MHz) et faible énergie avec un taux de répétition de 12.5 pings acoustiques par seconde ont été déployés afin de caractériser l'environnement proche (quelques mètres) situé au-devant de l'éléphant de mer. Ces micro-sonars ont été développés par M. Johnston du SMRU (Figure 3). Les premiers résultats sont à la hauteur de nos espérances et permettent de détecter les organismes biologiques dont la taille varie de quelques millimètres à plusieurs centimètres dont les proies ciblées par les éléphants de mer (Figure 4). Par ailleurs 8 enregistreurs de lumières haute sensibilité et haute fréquence (50 Hz) ainsi que des photomultiplicateurs ont été déployés sur des femelles post-reproductrices en 2018 afin d'étudier la bioluminescence et sa distribution dans la colonne d'eau (Figure 5).

Ces deux catégories appareils, financés via le CNES-TOSCA (PI. C. Guinet) permettent d'échantillonner de façon continue sur période d'un mois les concentrations en plancton et micro-necton dans la colonne d'eau au cours de la plongée. Ces données uniques et sans équivalent au monde permettent d'étudier l'influence des processus océanographiques sur la structuration horizontale et verticale des champs biologiques.



Figure 3 : femelle équipée en octobre 2017 à Kerguelen d'un micro-sonar actif déployé sur la tête et d'une balise océanographique CTD-Fluo déployée sur le dos.

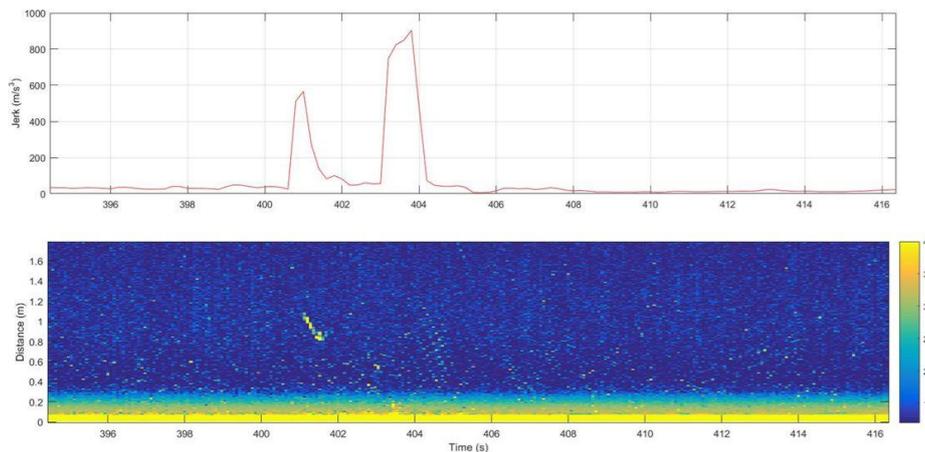


Figure 4 : Détection d'un écho de forte intensité par le microsonar (graphe du bas) associé à une tentative de capture de proie détectée par la mesure de l'accélération (graphe du haut).

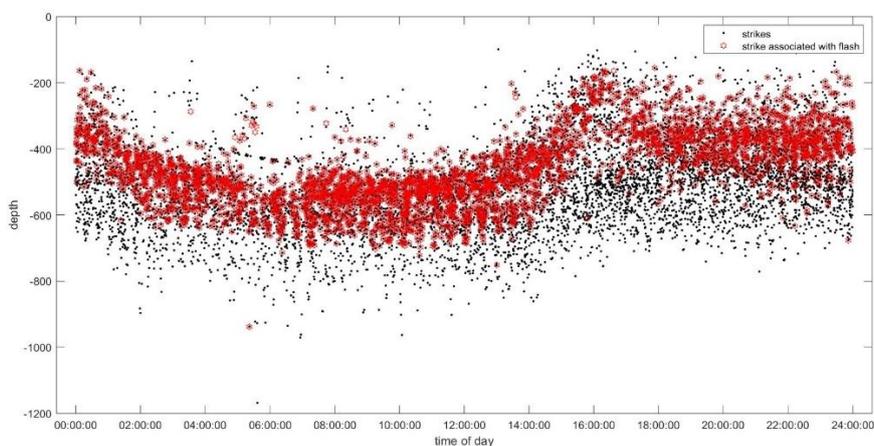


Figure 5 : distribution des tentatives de capture de proie non associées à des événements de bioluminescence (point noir) et associées à un événement de bioluminescence (en rouge) sur un cycle journalier établi à partir de 28 jours de données. (Thèse Pauline Goulet).

## 7.6.2 Formation d'eau dense Antarctique

Le deuxième projet scientifique porte sur l'évaluation des variations de formation d'eau dense antarctique dans les polynies, où s'alimentent les mâles éléphants de mer de Kerguelen, en fonction des épisodes et de l'intensité des vents catabatiques et de la température atmosphérique. Pour cela une nouvelle génération de balises CTD est en cours de développement par le SMRU dans le cadre de ce programme soumis à l'appel d'offre CNES CFOSAT. Ces balises intègrent un capteur acoustique afin d'estimer la force du vent et un capteur de température permettant de mesurer la température atmosphérique lorsque l'éléphant de mer respire en surface.

### 1.6.3. Projet ERC-Synergy-Overturn

Le troisième projet correspond à une demande de financement ERC-Synergie co-portée par G. Reverdin, A. Olsen et al. et à laquelle est associée Tiphaine Jeanniard du Dot (CR CNRS, CEBC) permettra d'assurer le développement d'une nouvelle balise océanographique compacte (voir ci-dessus) afin d'équiper cinquante jeunes phoques à capuchon sur une période de 2 ans pour collecter des informations sur les contenus d'eau douce et le transport.

## 7.7 Moyens humains, financiers et institutionnels

### 7.7.1 Moyens humains

Le SNO-MEMO, a longuement été pénalisé par l'absence de moyens humains permanents dédiés à la gestion, validation, correction et distribution des données océanographiques collectées dans le cadre du SNO-MEMO.

Le SNO MEMO a été renforcé par l'arrivée en 2017 de Bruno Mansoux (IR CNRS qui consacre 50 % de son temps au SNO) et le reste de son temps à l'aide à la gestion des bases de données de l'UMS PELAGIS et au soutien des actions de BBEES. Il s'avère que compte tenu du volume de données et de balises à gérer (test en métrologie, gestions des envois, des commandes) et de la mise en œuvre de nouveaux programmes et de l'inexpérience de Bruno Mansoux qui se forme activement que la charge de travail est très lourde.

Baptiste Picard poursuit la jonction et la formation de Bruno Mansoux en tant que travailleur indépendant, car il n'était plus possible de prolonger son contrat CNRS. Baptiste Picard assure une grosse partie du travail opérationnel d'organisation des campagnes de déploiement des balises (commandes et expédition de l'ensemble du matériel nécessaire au déploiement et récupération des balises).

Fabien Roquet constitue une pièce maitresse du dispositif MEOP poursuivra ses travaux de recherche sur l'Océan Austral. Il assure l'animation et la mise à jour du portail MEOP, cependant sans le soutien de Baptiste Picard, Fabien Roquet n'est plus en capacité compte tenu de sa charge de travail (professeur d'océanographie à l'université de Göteborg, Suède) d'assurer seul la gestion et le maintien du portail MEOP. Fort de ce constat, et compte tenu du rôle central joué par Baptiste Picard et de ces presque 6 ans de CDD au sein du dispositif SNO-MEMO et portail MEOP, Baptiste tentera le concours interne du CNRS pour essayer d'être recruté comme Ingénieur d'étude.

Par ailleurs une jeune chargée de recherche, Tiphaine Jeanniard du Dot recrutée au CNRS-CEBC en 2018, développera son activité de recherche sur les phoques échantillonneurs du milieu océanique essentiellement en Arctique. Elle effectuera aussi des travaux de recherche sur les éléphants de mer (pratiquement la seule espèce pour qui il est possible de récupérer des jeux de données haute fréquence car pouvant être recaptures).

Un doctorant, Martin Tournier a débuté fin 2018 sa thèse sur les données haute fréquence collectées par les éléphants de mer et ayant pour but d'étudier l'influence des conditions océanographiques sur la structuration verticale et horizontale des champs biologiques (Phytoplancton, niveaux intermédiaires, et proies des éléphants de mer).

Julie Mestre entame sa deuxième année de doctorat. Cette thèse vise à étudier l'influence de l'habitat de pêche et de la variabilité interannuelle des conditions océanographiques sur les performances de pêche et démographiques de la population d'éléphants de mer de Kerguelen.

Pauline Goulet, dirigée par M. Johnston assure dans le cadre de son doctorat le développement des micro-sonars et des balises acoustiques et étudie plus particulièrement les niveaux trophiques intermédiaires à partir des données collectées.

Lia Siegelman-Charbit dirigée par P. Klein et P. Rivière produit à partir des données de densité éléphants de mer haute fréquence Statistiques du champ de vitesse verticale à sous-mésoéchelle dans l'Océan Austral en lien avec le programme SWOT.

Etienne Pauthenet, dirigée par F. Roquet a soutenu sa thèse en novembre 2018 sur la structure thermohaline de l'océan et notamment de l'océan austral en y incluant les données éléphants de mer du secteur sud Kerguelen.

Enfin le CNES devrait assurer le financement d'un CDD de dix-huit mois (Loïc le Ster) pour la mise en place des chaînes opérationnelles de traitement de la lumière (pour estimer les profils de concentration en chlorophylle a) et de météorologie marine à partir des mesures acoustiques et d'accélération. L'objectif étant de rendre ses données disponibles pour l'ensemble de la communauté scientifique.

### 1.7.2 Moyens financiers et partenariat

Une analyse des fonctions et des financements apportés par le CNES sur les fonctions récurrentes observatoire (Pole Mer ODATIS) et des fonctions recherches (soutenus par le CNES-TOSCA et ou des programmes dédiés a été conduit en 2018 avec Anne Lifermann et Thierry Guinle.

Un financement récurrent de l'ordre de 30 k€/an sera apporté par le CNES pour assurer le renouvellement du parc de balise déployé à Kerguelen. Chaque année des balises sont perdues ou endommagées. Ce financement permettra le remplacement de 4 à 5 balises par an (1/3 des balises déployées sur les femelles en post reproduction) de couvrir avec la contribution INSU au SNO MEMO les frais de fonctionnement du SNO (12 k€).

L'IPEV assure le soutien logistique et financier de ce programme (IPEV 1201, P.I. C. Gilbert) : 1 VSC 9 mois/an, 5 Campagnes d'été/an, 15 k€ d'équipement et 8 k€ de fonctionnement.

Le CNES-TOSCA assure dorénavant uniquement le financement des opérations de recherche. Ces financements pouvant être complétés par d'autres sources (ANR, ERC, Fondation, Région...).

Enfin un partenariat étroit existe, et est en cours de formalisation au travers d'une convention de partenariat, avec l'IMOS (Integrated Marine Observing System) d'Australie porté par nos collègues Australiens (R. Harcourt, C. Mc Mahon et M. Hindell) sur la partie bio-échantillonneurs animaux. Les îles Kerguelen étant leur principal site de déploiement de balises. Ce partenariat nous permet d'assurer la collecte de profil de température salinité tout au long du cycle annuel sur le secteur Indien de l'océan Austral et en continu et cela depuis 2004. Ce partenariat privilégié avec IMOS depuis 2011 se poursuivra au moins jusqu'en 2022 avec la fourniture d'une cinquantaine de balises CTD par an dont 10 à 20 % seront aussi équipées de fluorimètres.

Un partenariat est en cours d'élaboration avec l'université de Buenos Aires (M. Saraceno et A. Piola) et vise à l'établissement d'une série interannuelle à l'échelle des 4 prochaines années dans le secteur Atlantique Sud Argentin. Ce partenariat implique nos collègues australiens d'IMOS.

### 1.7.3 Environnement institutionnel

En 2018, le SNO-MEMO a été rattaché à l'OSU Aquitain (OASU).

## 7.8 Références

- BAYLE S., MONESTIEZ P., NERINI D, GUINET C. (2015) Moving toward finer scales in oceanography: predictive linear functional model of chlorophyll a profile from light data. *Progress in Oceanography*. 134:221-231. Doi: 10.1016/j.pocean.2015.02.001
- CAZAU D., BONNEL J., JOUMA'A J., LE BRAS Y., GUINET C. (2016) Measuring the marine soundscape of the Indian Ocean with Southern Elephant Seals used as acoustic gliders of opportunity. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*. 34:207–223. DOI: 10.1175/JTECH-D-16-0124.1
- CAZAU D., PRADALIER C., BONNEL J., GUINET C., (2017). Do Southern Elephant Seals buoy like meteorological buoys ? *Oceanography* 30(2):140–149, <https://doi.org/10.5670/oceanog.2017.236>.
- Lebras Y. (2017) Phoques bio-échantillonneurs des conditions océanographiques et de la distribution de ressources marine: ajustement de leur réponse comportementale à la variabilité environnementale. Thèse de Doctorat. Université de la Rochelle.
- SIEGELMAN-CHARBIT L, ROQUET F, MENSAH V, RIVIÈRE P, PAUTHENET E, PICARD B, GUINET C (in review) Correction and accuracy of continuous high-resolution CTD data from animal-borne instruments. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*



GUINET Christophe

Centre d'études biologiques de  
Chizé (CEBC) – CNRS / Univ de  
La Rochelle

[christophe.guinet@cebc.cnrs.fr](mailto:christophe.guinet@cebc.cnrs.fr)

## 8. MESURES NAVIRES

Rédacteurs : D. Diverrès (IRD), E. Alessandrini (CNRS),  
M. Le Menn (SHOM), Y. Gouriou (IRD)



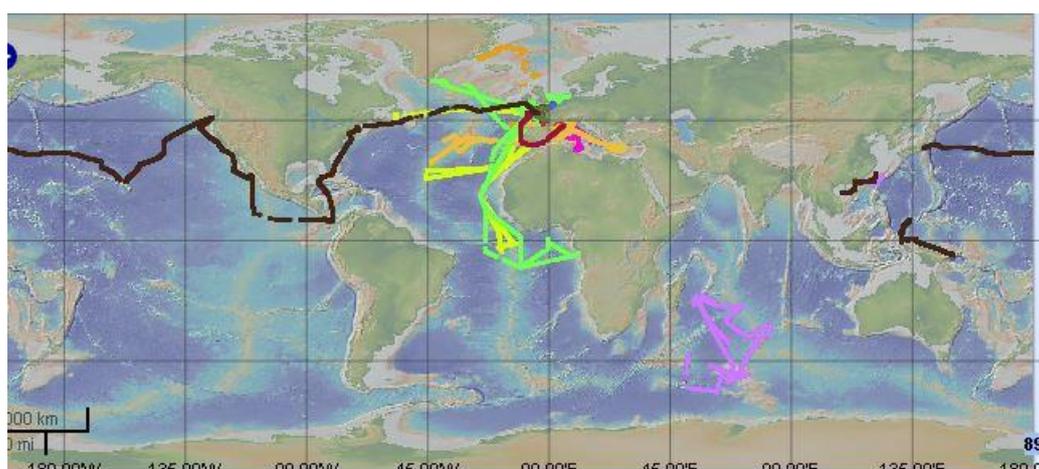
Au 1er janvier 2018, l'activité de l'ensemble des navires de recherche français a été placée sous le pilotage de l'Ifremer (DFO Direction de la Flotte Océanographique). Les opérations de ces navires ont été confiées à Genavir (hormis les navires du CNRS). L'année 2018 a donc été l'opportunité de mettre en place une transmission temps réel des données de thermosalinographes acquise à bord des navires du CNRS selon les procédures déjà mises en place pour les navires de l'Ifremer, de l'IRD et pour le Beutemps Beaupré du SHOM.

17 navires transmettent régulièrement leurs données vers le centre de données Coriolis :

- |                            |                             |
|----------------------------|-----------------------------|
| ○ ALIS (IRD)               | ○ SAGITA II (CNRS)          |
| ○ ANTEA (IRD)              | ○ COTES DE LA MANCHE (CNRS) |
| ○ MARION DUFRESNE (IPEV)   | ○ ALBERT LUCAS (CNRS)       |
| ○ BEAUTEMPS BEAUPRE (SHOM) | ○ SEPIA II                  |
| ○ THETHYS 2 (CNRS)         | ○ THALIA (IFREMER)          |
| ○ NEOMYSIS (CNRS)          | ○ THALASSA (IFREMER)        |
| ○ NEREIS II (CNRS)         | ○ EUROPE (IFREMER)          |
| ○ ANTEDON (CNRS)           | ○ L'ATALANTE (IFREMER)      |
|                            | ○ POURQUOI PAS ? (IFREMER)  |

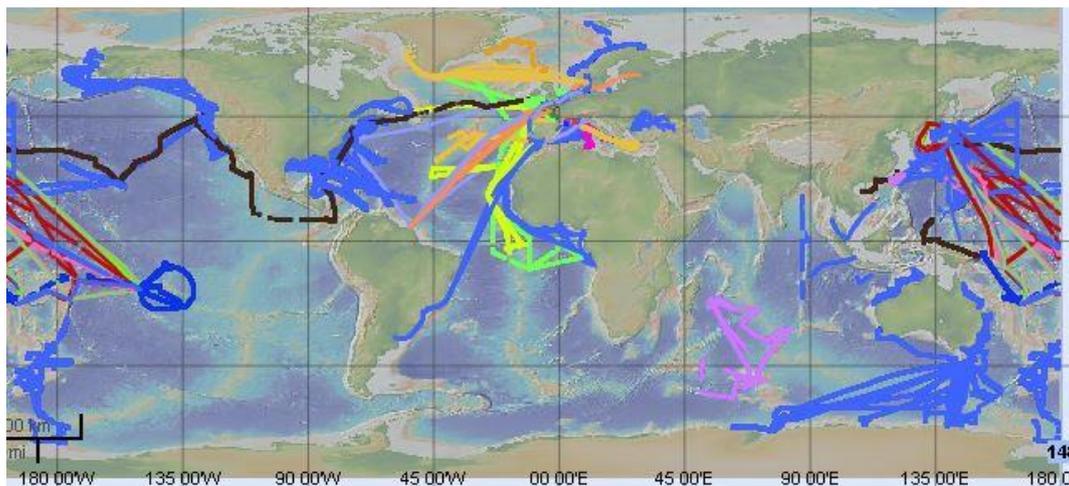
Les données acquises à bord de l'ASTROLABE sont gérées par le SNO-SSS

Les données de TARA sont gérées par le LOCEAN



Acquisition de données TSG à bord de navires de recherche français

L'ensemble de ces données est agrégé avec d'autres données TSG de différentes provenance (dont le GTS) est distribué sur le portail spécialisé GOSUD.



GOSUD en 2018 (115 navires)

Les données des navires de recherche sont transmises en temps réel vers Coriolis, GOSUD et vers l'INSTAC de Copernicus.

Les données des navires hauturiers sont ensuite traitées (IRD) en temps différé selon la procédure élaborée par le SNO-SSS.

## 8.1 Shom : Laboratoire de métrologie et de chimie océanographique

Le laboratoire de métrologie et de chimie océanographique du SHOM étalonne le parc des thermo-salinomètres et les sondes de température déportées qui équipent les navires du consortium Coriolis, depuis 2002.

En 2018, le nombre d'instruments étalonnés s'élève à 28. Il inclue 4 balises pour éléphants de mer dont l'étalonnage en température - conductivité est essentiel pour assurer la qualité des données obtenues en eaux froides.

Les prélèvements réalisés par les navires en complément des mesures de salinité réalisées par les thermo-salinomètres sont également analysés au laboratoire depuis 2002, avec l'aide d'un personnel de l'IRD dont le concours permet d'alléger la charge de travail que cela représente.

En 2018, 1793 analyses ont été réalisées pour le consortium.



GOURIOU Yves

IRD Centre de Bretagne  
ZI de la Pointe du Diable  
CS 10070 - 29280 Plouzané

[Yves.Gouriou@ird.fr](mailto:Yves.Gouriou@ird.fr)



LE MENN Marc

SHOM  
CS 92803  
29228 BREST CEDEX 2

[Marc.lemenn@shom.fr](mailto:Marc.lemenn@shom.fr)

## 9. GLIDER

Frédéric Marin/IRD, Jeanne Melkonian/CNRS

### 9.1 Evolution de l'équipe Gliders du Parc de la DT-INSU

En 2018, le Parc National des Gliders a connu de profondes transformations. Tout d'abord, plusieurs départs et plusieurs recrutements ont complètement modifié l'équipe. Un des objectifs de l'année 2018 était donc de maintenir la stabilité de l'équipe.

Jeanne Melkonian a pris la responsabilité du Parc Gliders de la DT-INSU depuis Janvier 2018, suite au départ de Jean-Luc Fuda. Après le départ à la retraite de Pierrette Duformentelle (IFREMER) fin novembre 2018, le Parc a par ailleurs enregistré la prise de poste d'un AI (Stéphane Renouf) le 1<sup>er</sup> octobre 2018, l'arrivée d'un nouveau IE CDD (Louis Sanson) pour la période du 1<sup>er</sup> octobre 2018 au 31 mai 2019, ainsi que le renouvellement par l'INSU du CDD de Paul Dasi jusqu'au 31 mars 2020. Pascal Guterman (IR) et Céline Heyndricks (AI) travaillent par ailleurs 10 % de leur temps au pré-traitement des données gliders.

Le Parc est également très impliqué dans l'encadrement de stages. 2 stagiaires ont ainsi été encadrés sur les thématiques du pilotage sous la glace d'un Slocum (stage Intechmer de 5 mois de Louis Sanson) et de simulations de pilotage de planeurs sous-marins (stage ISEN de 3 mois de Nicolas Court).

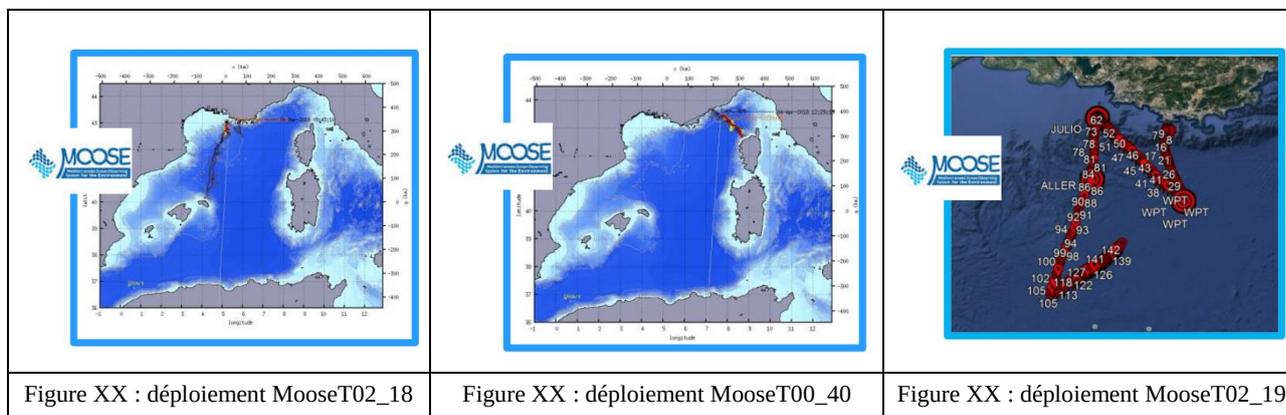
### 9.2 Opérations à la mer

6 déploiements de glider ont été effectués en 2018 avec les 6 appareils opérationnels cette année dans le Parc. Cela représente 11 mois de mer (328 jours) dont 225 jours de mer pour Moose (69 jours sur la ligne MooseT00 et 156 jours sur MooseT02), soit 7.5 mois sur les 8 mois financés dans le cadre de Moose.

1 déploiement de 36 jours a eu lieu au large de Sète avec un glider équipé d'un ADCP dans le cadre du projet Matugli18 (PI : François Bourrin, CNRS/CEFREM).

5 déploiements étaient prévus à l'étranger. Un premier a eu lieu avec succès entre la Sardaigne et la Tunisie, dans le cadre du TNA Jericho Next Getsch (55 jours de mer). Deux autres déploiements étaient prévus au Svalbard pour le projet Taiga – Intaros : le premier a dû être écourté au bout de 12 jours de déploiement suite à un problème de matériel et le second a dû être annulé suite à des dégâts dans le transport. Les 2 derniers déploiements devaient avoir lieu au Vietnam dans le cadre du projet GlucVN (PI : Marine Hermann, IRD/LEGOS), mais ont dû être annulés faute d'autorisation de la part des autorités vietnamiennes.

Enfin, une dernière demande (projet PERLE) portant sur le déploiement de 1 à 2 gliders en continu sur l'année à partir de juillet n'a pu être faite en 2018 et a été reportée à janvier 2019, faute de glider disponible. Le CNRS, les Universités, l'IRD et l'Ifremer sont les utilisateurs de l'infrastructure.



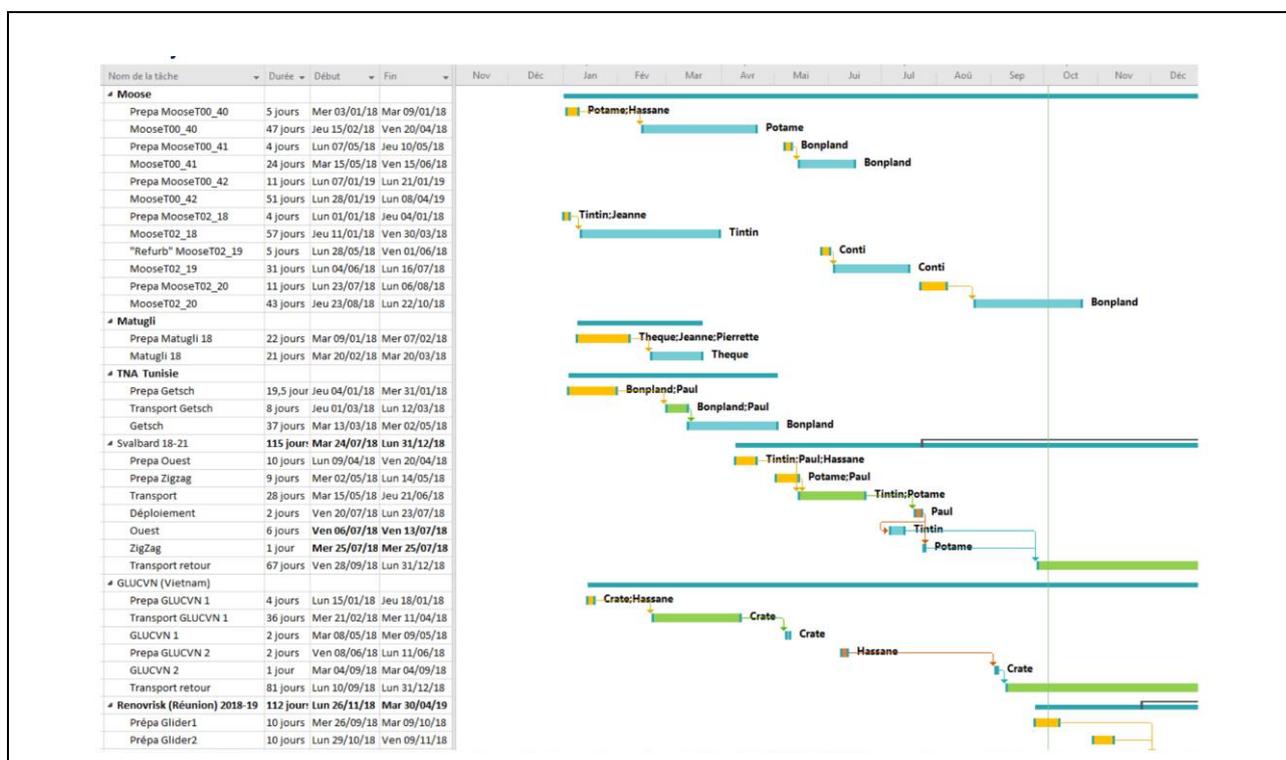
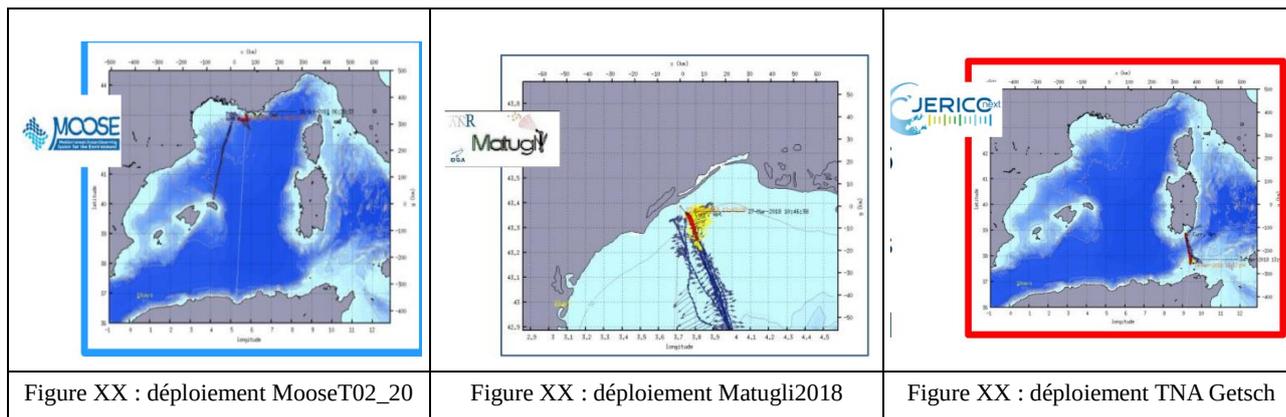


Figure XX: Bilan des activités de déploiement du Parc Gliders de la DT-INSU en 2018

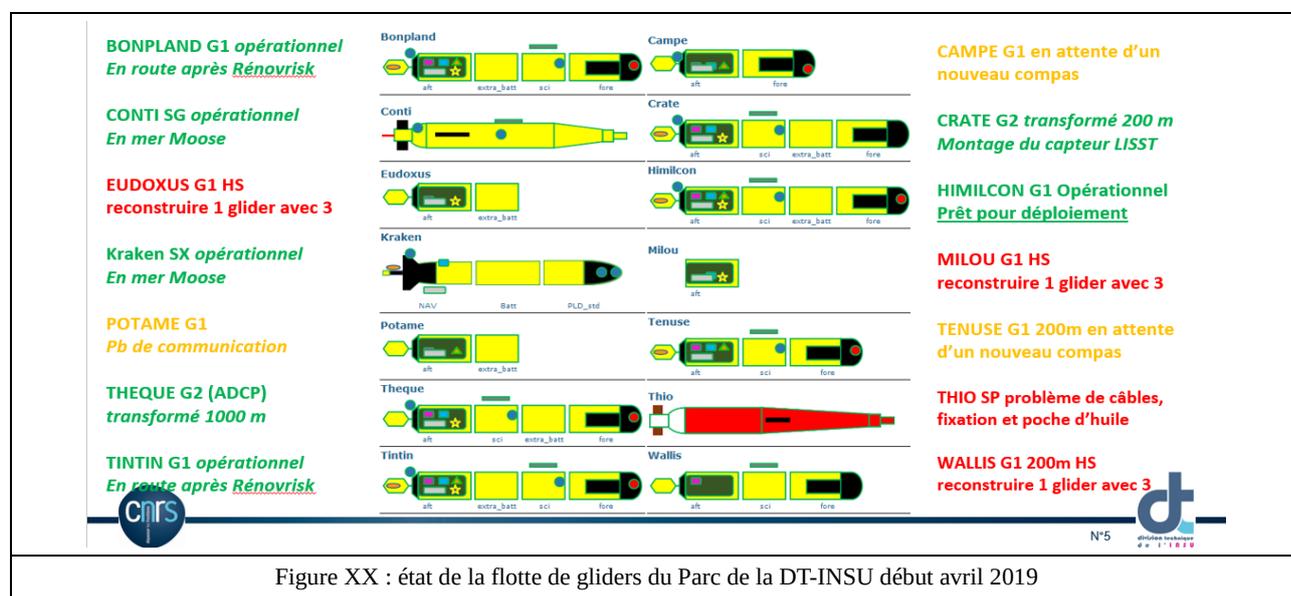
### 9.3 Gestion du parc instrumental

Un premier objectif de l'année 2018 était d'améliorer l'organisation interne du Parc. Trois chantiers ont commencé en parallèle et seront poursuivis en 2019 :

- amélioration des méthodes de travail (application systématique et évolution de la procédure de préparation, mise à jour et modification de la base Maintenance, approfondissement des connaissances en pilotage)
- logistique de transport (amélioration des caisses de transport, suivi des transports avec enregistreurs de chocs, problème de transport des piles lithium)
- données scientifiques (suivi des capteurs CTD Oxygène Pucks, mise en place de « best practices » pour le stockage, le nettoyage et la préparation des capteurs, pré-traitement des données de niveau 1).

Un autre défi était de remettre en état ou de faire réparer un certain nombre de gliders, dans le contexte d'un parc de gliders vieillissant. Seuls 4 gliders (BONPLAND, CRATE, THEQUE, TINTIN) étaient

opérationnels au dernier trimestre 2018. Malgré plusieurs réparations, le Spray THIO n'a pu être remis en état. Il faut également noter l'obsolescence des gliders Slocum G1 avec en particulier un problème d'approvisionnement de pièces. La situation début avril 2019 est bien meilleure avec 7 gliders opérationnels.



Les réparations des vieux modèles de gliders sont de plus en plus coûteuses et demandent un investissement important en ressources humaines. Le temps que les membres de l'équipe passent à l'atelier ou à chercher des pièces détachées se font au détriment du développement du parc, des outils et des méthodes.

Une réflexion sur la jouvence du Parc est actuellement en cours. Une PUMA lancée en octobre 2018 a permis l'achat d'un SeaExplorer qui sera livré au premier trimestre 2019 ; le choix de cet appareil à batteries rechargeables a été motivé pour libérer du temps en atelier pour que l'équipe se concentre sur les réparations de Slocum G1. D'autre part, un marché multi-organisme est en cours de réalisation avec la Délégation Régionale 20 du CNRS pour être ensuite monté au niveau national ; il sera accessible via la centrale d'achat du CNRS.

## 9.4 Communications

- Démonstration de gliders à des étudiants de l'International Centre for Interdisciplinary Science and Education (ICISE) au Vietnam par Hassane Benabdelmoumène en juillet 2018
- Stand et présentation au public à la Fête de la Science à La Seyne sur Mer (septembre 2018) : stand et présentation au public
- Présentation du Parc par Jeanne Melkonian à Eurogoos Gênes (septembre 2018)
- Présentation « implémentation Explorer DVL / ADCP 600 kHz sur les gliders Slocum G2 » par Paul Dasi et participation de l'ensemble de l'équipe aux différents ateliers lors du Teledyne Marine Technology Workshop à Cannes (octobre 2018)
- Présentation de 2 ateliers glider par Paul Dasi, Louis Sanson et Jeanne Melkonian à la réunion des chimistes IFREMER/LERPAC – MIO/CEM à La Seyne sur Mer (Décembre 2018)

## 9.5 Perspectives 2019

Le Parc est très sollicité pour les 2 prochaines années, ce qui montre l'importance de ce Parc pour la communauté océanographique française.

Les demandes de déploiement pour 2019 concernaient 7 projets :

- Moose : 2 gliders en continu sur l'année
- Perle : plusieurs déploiements sur l'année
- Renovrisk : 2 gliders pendant 2 mois
- METPAG : intégration d'un nouveau capteur (LISST) et déploiement de 1 mois
- Intaros - Taiga : 2 gliders en parallèle pendant 2 mois au Svalbard
- Amazomix : 1 glider pendant 2 mois
- Octopus : intégration d'une caméra sur un glider.
- Par ailleurs, deux lettres d'intention ont été soumises pour 2 projets ambitieux en 2020 prévoyant le déploiement simultané de plusieurs gliders en complément de campagnes à la mer.

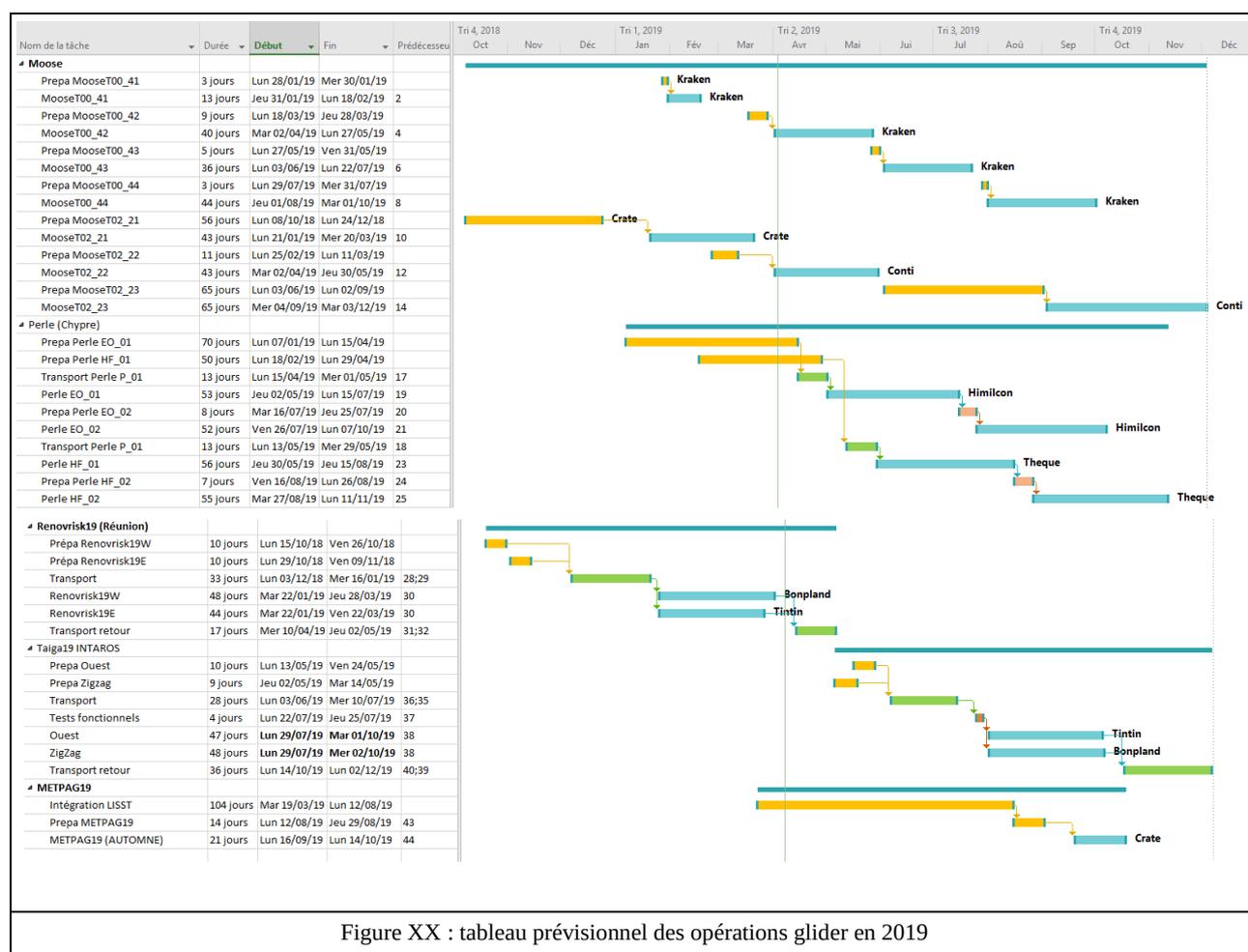


Figure XX : tableau prévisionnel des opérations glider en 2019

Un groupe de travail a été formé à la CSOA pour proposer un nouveau schéma de fonctionnement pour l'arbitrage de ces demandes de moyens (actuellement arbitrés par le Comité National de Pilotage des Gliders) et la réflexion sur la jouvence du Parc Gliders, tout en assurant une bonne communication entre le Parc Gliders de la DT-INSU et la communauté scientifique nationale utilisant les gliders. Les conclusions de ce groupe de travail sont attendues pour le milieu de l'année 2019.

D'autre part, les premières journées nationales scientifiques glider auront lieu les 9-10 septembre 2019 au centre IFREMER de la Seyne-Sur-Mer. L'objectif de ces journées sera de permettre un temps d'échanges entre tous les acteurs de la communauté nationale gliders et les partenaires institutionnels. Il s'agira en particulier :

- de présenter les résultats scientifiques associés aux déploiements gliders de la DT-INSU sur la période 2015-2018.
- de présenter les demandes gliders pour 2019, ou au delà.
- de permettre une visite des installations du parc DT-INSU glider de La Seyne-Sur-Mer.
- d'organiser des tables rondes sur l'évolution du Comité National de Pilotage des gliders, sur la jouvence du parc gliders, sur le traitement et le contrôle qualité des données glider, et sur les aspects recherche et développements (e.g. nouveaux capteurs).



MARIN Frederic  
IRD-LEGOS  
14 avenue Edouard Belin  
31400 Toulouse

[frederic.marin@ird.fr](mailto:frederic.marin@ird.fr)



MELKONIAN Jeanne  
CNRS DT-INSU \*  
Zone portuaire de Brégaillon  
CS 20330  
83507 LA SEYNE SUR MER

[jeanne.melkonian@cnrs.fr](mailto:jeanne.melkonian@cnrs.fr)



## 10. RESEAU MAREGRAPHIQUE RONIM

Redacteur : Vincent Donato/SHOM



### 10.1 Management

Au sein des départements « Instrumentation » et « Marée – Courants », 8 ETP travaillent à la maintenance du réseau RONIM, à la diffusion des données temps réel et temps différé et à la reconstitution des séries de données anciennes.

Un CDD avait été recruté en septembre 2016 et prolongé afin de participer à l'amélioration du système de collecte et de diffusion des données du niveau de la mer dans le cadre de REFMAR. Cet ingénieur a été prolongé pour une durée de deux ans en septembre 2017.

Un ingénieur d'étude a été recruté en juin 2017 afin de piloter l'activité de reconstruction des séries marégraphiques.

### 10.2 Réseau RONIM

#### 10.2.1 Maintenance

L'année 2018 a vu de nombreuses interventions préventives et curatives sur l'ensemble du réseau de marégraphes côtiers numériques (MCN).

Depuis 2013, les observatoires sont progressivement équipés de boîtiers GSM Forum Graphics permettant de réinitialiser à distance la centrale d'acquisition et les moyens de transmission satellite et VPN. En 2018 la quasi-totalité du réseau de métropole est équipée, ce qui permet de limiter les déplacements sur les sites.

Des opérations de maintenances ont été menées en métropole entre autre sur les sites de Dieppe, Le Havre, Cherbourg, Dielette, Saint-Malo, Brest, Port-Tudy, Saint-Nazaire, Les Sables d'Olonne, L'Herbaudière, La Rochelle, Ile d'Aix, Arcachon, Mimizan, Fos-sur-Mer, Saint-Pierre-et-Miquelon, Ile du Salut, Boulogne, Dunkerque, Monaco et Sainte-Marie de la Réunion.

Les interventions techniques en 2018 se répartissent selon les motifs suivants :

- Action corrective : dépannage ou mise à jour
- Action de contrôle et/ou maintenance préventive
- Action de reconnaissance
- Nivellement
- Rencontre de partenaire local, scientifique, technique ou industriel

Plus spécifiquement, les actions suivantes sont à souligner :

- A Marseille, le marégraphe permanent a été doublé pendant l'hiver par un marégraphe déployable. Ceci a permis de comparer les mesures de surcote des deux appareils et de

confirmer une susceptibilité particulière du marégraphe permanent à certaines orientations du vent.

- Des capteurs radar Khrone inox ont été approvisionnés en vue du remplacement des capteurs plus anciens non marinisés.
- Des nouvelles potences ont également été approvisionnées. Ces potences soutiennent les capteurs radar. Leur conception a été modifiée par rapport aux potences en place afin de faciliter la maintenance.
- A Bayonne, l'entretien du puits de tranquillisation demeure problématique en raison d'un envasement chronique. Une solution a été trouvée avec l'autorité portuaire afin de sortir le capteur du local actuel en lui construisant une passerelle dédiée. Les arrangements administratifs doivent être finalisés.
- A Fos-sur-Mer, l'accès au marégraphe, situé en zone industrielle, devient trop complexe en raison de contraintes de sécurités de plus en plus lourdes. Deux sites de remplacement sont instrumentés afin de pouvoir choisir le plus adapté.

## 10.2.2 Nouvelles installations

En 2017 aucun nouveau MCN permanent n'a été installé sur les côtes françaises. Dans le cadre de l'amélioration de la VVS en coopération avec Météo-France, deux sites doivent encore être instrumentés : Audierne et Saint-Quay-Portrieux.

Avec l'accord de Météo-France, ces installations ont été repoussées en attendant la réalisation du marché de renouvellement des centrales d'acquisition des MCN du réseau RONIM. L'appel d'offre pour ce dernier est en cours à l'automne 2017 et doit aboutir dans le milieu de l'année 2018.

En 2018, deux nouveaux marégraphes RONIM ont été installés. Ces installations viennent renforcer notamment la vigilance vague submersion. Les sites ont été choisis en collaboration avec Météo-France.



Le marégraphe d'Audierne a été installé en Juillet 2018, celui de Saint-Quay-Portrieux en octobre 2018.

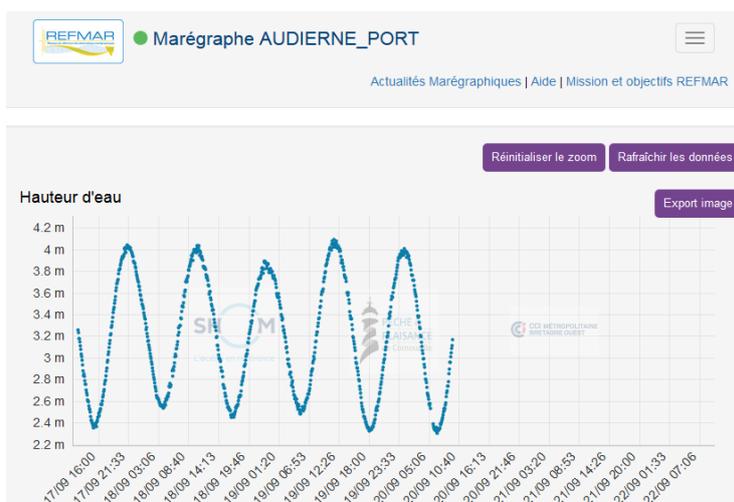


MCN d'Audierne et St-Quay-Portrieux

Ces nouveaux appareils viennent consolider les dispositifs d'observation du niveau de la mer sur des côtes fortement exposées aux tempêtes et dépourvues jusqu'à présent d'instrumentation de mesure. Depuis leur installation, les données de ces marégraphes sont disponibles en temps réel sur les sites du Shom et de la COI :

<https://data.shom.fr/donnees/refmar/6305>

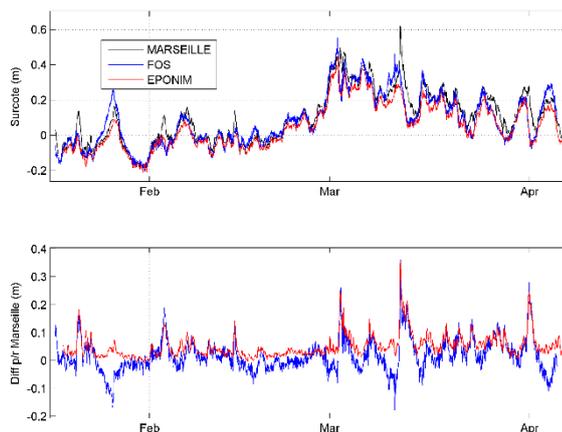
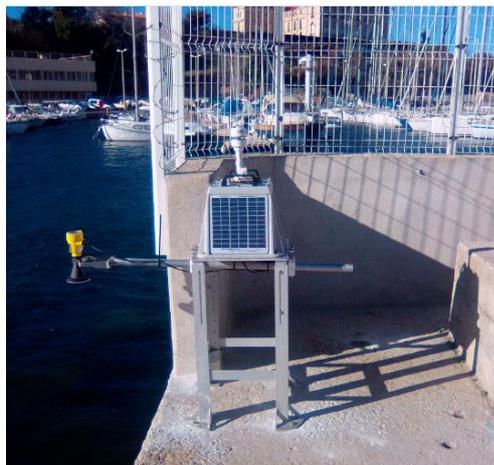
<http://www.ioc-sealevelmonitoring.org/station.php?code=audi2>



Donnée temps-réel du MCN d'Audierne disponible sur [data.shom.fr](https://data.shom.fr)

### 10.2.3 Développement

Le prototype de marégraphe déployable (EPONIM), développé par le Shom, a pu être utilisé en conditions réelles durant l'hiver 2018 à Marseille (voir plus haut). Un deuxième prototype a été construit. L'appareil a été présenté lors de plusieurs colloques nationaux et internationaux, suscitant un vif intérêt.



*EPONIM installé dans le Vieux Port de Marseille – Comparaison lors d'épisodes de tempête*

Un marché dédié est en cours de montage afin d'aller au-delà du prototype et de doter le Shom d'une flotte de marégraphes déployables répondant aux besoins d'observations côtières semi-temporaires, notamment dans le cadre de la gestion des risques de submersion marine.

#### 10.2.4 Nouvelles centrales

Le renouvellement des centrales d'acquisition des marégraphes du réseau RONIM a pris du retard en 2018 du fait de l'infructuosité du marché lancé en 2017. Suite à cet échec, l'équipe RONIM a rencontré de nombreux industriels du secteur afin de mieux cerner les enjeux techniques et proposer des exigences plus en phase avec l'existant.

Un nouveau marché a été lancé, trois groupements ont candidaté.

Le groupement retenu est formé par les sociétés Campbell et Corobor qui traiteront respectivement des centrales d'acquisition et du logiciel de supervision. La notification officielle a eu lieu décembre 2018, pour un début de déploiement au quatrième trimestre 2019.

### 10.3 Base de données

Le SHOM a poursuivi en 2018 la validation et l'intégration des données des sites temporaires installés pour les campagnes hydrographiques et des données du réseau d'observation dans la base de données marégraphique nationale qu'il maintient. Ces données sont notamment mises à disposition des acteurs étatiques pour les études en vue de l'élaboration des Plans de prévention des risques littoraux et permettent par ailleurs d'établir les rapports de catastrophe naturelle à la demande des préfetures.

En 2015, le Shom a signé un accord-cadre avec la société CHERSOFT avec laquelle une collaboration technique s'est mise en place. Cet accord assure la maintenance corrective et évolutive des outils de gestion et de traitement des données d'observation marégraphique.

Les développements réalisés en 2017, notamment la mise en place d'un API sur la base de données, ont permis d'améliorer la diffusion automatique des données marégraphiques validées via REFMAR sur le site data.shom.fr.

Une difficulté est néanmoins survenue en 2018, la société CHERSOFT ayant annoncé vouloir abandonner le développement de l'outil de gestion de la base de données marégraphique. Cela n'a pas d'impact à court terme, le Shom disposant d'outils aboutis et fonctionnels pendant plusieurs années. Il convient néanmoins d'envisager une solution de remplacement à plus long terme de l'outil existant.

## 10.4 Coordination REFMAR

En 2015 le portail REFMAR de mise à disposition des données d'observation marégraphique a été modernisé. Les observations en temps réel ont été migrées vers le portail DATA.SHOM.fr qui constitue désormais le point d'entrée de l'ensemble des données maritimes diffusées par le Shom et ses partenaires.

Avec le retrait des observations en temps réel du site refmar.shom.fr, le portail se concentrera sur le contenu éditorial, les métadonnées, les techniques liées aux mesures de hauteur d'eau et les valorisations de ces données. Les évolutions vont se poursuivre en 2019.

En 2018, dans le cadre de la fonction REFMAR, le Shom diffuse les données des partenaires suivants (par ordre alphabétique, avec entre parenthèses le nombre de marégraphes) :

- CEA (1)
- CG Martinique (2)
- Collectivité de Saint-Martin (1)
- DéGéOM – Gouvernement de Nouvelle-Calédonie – SHOM (6)
- DM973 (3)
- DREAL Nouvelle-Aquitaine (8)
- DREAL Occitanie (1)
- GPM Nantes Saint-Nazaire (8)
- HTM-NET (10)
- IPGP (2)
- LEGOS (4)
- RONIM (41 métropole + 9 OM)
- SHC-VCA (5)
- SHOM – Secrétariat permanent pour le Pacifique (2)
- UPF – SHOM (6)
- UHSLC (3).

En 2016, un CDD a été recruté afin d'améliorer le processus de collecte et de diffusion des données d'observation REFMAR qui avait souffert d'un manque de soutien technique. Ce gestionnaire technique a permis de refondre la chaîne de collecte des données issues des marégraphes non Shom. Grâce à cette amélioration, des actions prospectives ont été relancées pour étendre le réseau de partenaires REFMAR.

La chaîne de diffusion des données d'observation (data.shom.fr) est également en cours de refonte avant la refonte complète du site refmar.shom.fr.

En collaboration avec les SPC littoraux, des rencontres ont été organisées avec de futurs partenaires REFMAR comme le SAH-Sud Loire, les GPM de Bordeaux et Rouen afin de proposer d'ajouter leurs observations du niveau de la mer à celles déjà diffusées sur le portail data.shom.fr. Des échanges se sont également poursuivis avec les partenaires REFMAR comme les SPC GAD, SPC VCA, GPM Nantes Saint-Nazaire, Collectivité territoriale de Martinique, etc

En cas de nécessité d'accéder à ces données pour mener des études à posteriori, le Shom élaborera un lien avec ces organismes.

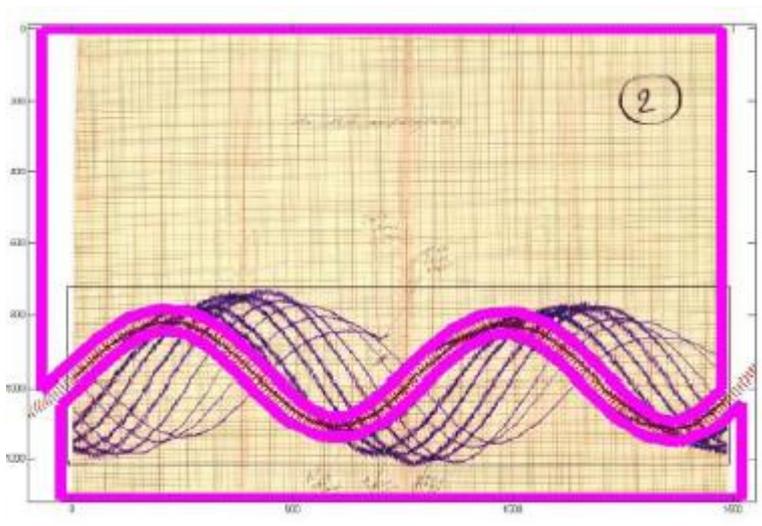
La troisième édition des journées REFMAR 2019 aura lieu du 27 au 29 mars à l'auditorium du Ministère en charge de la Transition écologique et solidaire (Tour Séquoia La Défense). Une journée sera pilotée par le Cerema et l'Infrastructure de Recherche ILICO (niveau marin et trait de côte), l'autre par le MOI et l'Université de Rouen (l'observation du niveau de la mer en Méditerranée au profit de la recherche). Une journée dédiée aux techniques d'observation sera pilotée par le Shom. Pour la première fois 4 ateliers seront proposés : les prédictions de marée ; l'apport des données historiques pour une

meilleure estimation des variations du niveau marin ; la diffusion et visualisation des mesures de hauteurs d'eau ; le partage d'expérience sur l'observation marégraphique.<sup>1</sup>



## 10.5 Reconstruction des séries marégraphiques

La reconstruction des variations passées du niveau de la mer par l'analyse de données marégraphiques anciennes est une activité qui a pris de l'importance au Shom durant les trois dernières années. Ces données sous formes analogiques, proviennent d'enregistrements réalisés depuis la première moitié du XIXe siècle pour les plus anciens. Les marégrammes, issues de marégraphes à flotteurs, fournissent un enregistrement continu de la variation de hauteur d'eau et peuvent être numérisés à un pas d'échantillonnage arbitrairement faible de l'ordre de la minute.



Exemple de marégramme présent aux archives en cours de numérisation

Des événements extrêmes anciens (tempêtes, tsunamis) sont ainsi susceptibles de pouvoir être caractérisés.

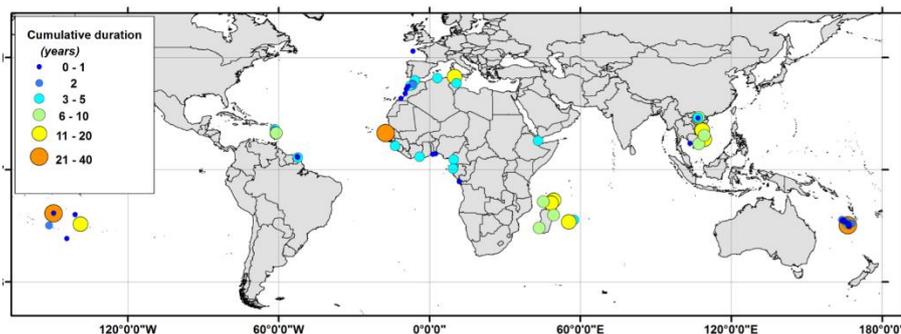
Un ingénieur dédié à cette activité est arrivé au Shom en juin 2017.

Deux thèses sont co-encadrées par le Shom sur le sujet de la reconstruction des séries marégraphiques anciennes.

En 2018, un important travail d'inventaire et de scannage des archives marégraphiques du Shom a été réalisé dans le cadre d'un marché avec la société Canon. Ce marché a pris fin en juin 2018.

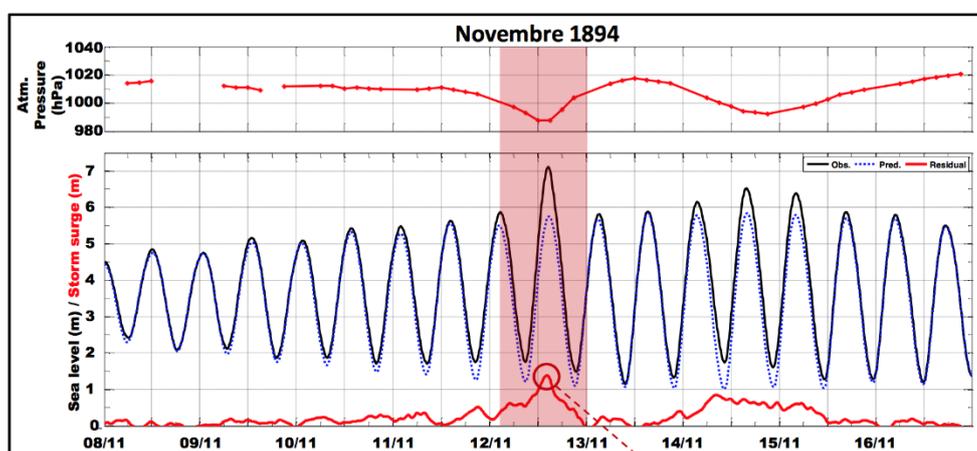
Un nouveau projet d'accord-cadre est en cours de montage qui inclura un lot de scannage des documents papier mais aussi un lot de numérisation des images scannées, c'est-à-dire l'extraction des données de hauteur d'eau à proprement parler. La notification est prévue au premier trimestre 2019.

<sup>1</sup> <http://refmar.shom.fr/journees-refmar-2019>



4: Partial view of the spatial distribution of the sea level data around the world, from Shom archives

En parallèle, une collaboration a été initiée avec le Laboratoire Informatique, Image et Interaction (L3i, Université de la Rochelle) afin d'améliorer la reconnaissance automatique des courbes de marée dans les documents scannés. Cette activité est encore principalement manuelle et constitue un goulot d'étranglement pour la numérisation des archives.



*"Le 12 Novembre, de midi à 5h du soir, une violente tempête, ouragan même, s'est déchainé sur nos côtes de Bretagne. Le marégraphe de St-Nazaire [...] a été particulièrement éprouvé."*  
A.Evain (Nov. 1894)

**Surcote de 1.38 m**

Deux projets de reconstruction marégraphique ont débuté fin 2018 : reconstruction de la série de Saint-Sevan/Saint-malo et de la série de Bourcefranc-le-Chapus. Ces études prennent place dans le cadre de PAPI ont permis le recrutement de deux CDD techniciens de digitalisation des marégrammes (durées respectives 36 et 18 mois).

Dans le cadre du projet EZPONDA (financement FEDER), le Shom devrait conduire, avec le GIS Littoral Basque, la reconstitution de la série marégraphique de Socoa à Saint-Jean-de-Luz. Un CDD technicien a été recruté pour une durée de 18 mois à partir de mars 2019.

## 10.6 Communication, formations, coopérations internationales

En 2018, le SHOM a participé aux actions suivantes :

- Eurogoos – Tide gauge task group, Bruxelles, 30 janvier 2018
- Symposium "Advances in Tsunami Warning to enhance Community Responses", IOC/UNESCO, Paris, 12-14 février 2018
- Rencontre Grand port maritime Nantes Saint-Nazaire, Nantes, 22 février 2018

- Séminaire DIRO Météo-France, Plougonvelin, 30 mai 2018
- Formation marégraphie des opérateurs du CENALT, Brest, 12 avril 2018
- Journées Nationales Génie Civil Génie Côtier, la Rochelle, 29-31 mai 2018
- XVI<sup>th</sup> International symposium on oceanography of the Bay of Biscay, Anglet, 5-6 juin 2018
- Formation marégraphie des prévisionnistes Météo-France, Toulouse, 20-21 juin 2018
- Groupe de travail « tempêtes », piloté par l'IRSN, regroupant EDF LNHE, le Shom, le BRGM, ARTELIA, l'UPLC172, Paris, 22 juin 2018
- Conférence CNRS SIST2018 (Séries interoperables et systèmes de traitement), Versailles, 28-29 juin 2018
- Sea-Level Futures Conference, Liverpool, 3-4 juillet 2018
- Ecole d'été du GRGS, Vendée, 3-7 septembre 2018
- Journées du patrimoine, Marseille (marégraphie), 15,16 septembre 2018
- Nuit Européenne des Chercheur.e.s, Brest Océanopolis, 28 septembre 2018
- RST (Réunion des Sciences de la Terre), Lille, 22-26 Octobre 2018
- GIC/Satanem XV : Paris, 26-28 novembre 2018

## 10.7 Jalons et prévisions.

Le marché de renouvellement des centrales d'acquisition des marégraphes du réseau RONIM a été notifié le 12 décembre 2018. Ce jalon important permettra la mise à niveau du réseau, un meilleur suivi des observatoires de marées et plus particulièrement une connaissance en temps réel des dysfonctionnements éventuels.

La troisième édition des journées REFMAR 2019 aura lieu du 27 au 29 mars à la DGPR (La Défense).



DONATO Vincent

Chef du département HDC DOPS/HOM/MAC  
SHOM  
CS 92803 29228  
BREST CEDEX 2

[vincent.donato@shom.fr](mailto:vincent.donato@shom.fr)

---

<sup>2</sup> [http://www.paralia.fr/jngcgc/15\\_93\\_giloy.pdf](http://www.paralia.fr/jngcgc/15_93_giloy.pdf)

## 11. RESEAUX HAUTE FREQUENCE COTIER

*Comité de Pilotage: V. Cariou, G. Charria, G. Emzivat, P. Poli, J. F. Le Roux, T. Carval, A. Bonnat, L. Quemener, P. Raimbault, N. Savoye, C. Quentin, M. Repecaud, I. Pairaud, A. Lefebvre, X. Kergadallan, G. Chapalain*

### 11.1 Général / Projets

En 2018, le volet côtier de Coriolis a eu une activité dans la continuité avec les années précédentes avec cependant un début d'articulation avec la mise en place de l'Infrastructure de Recherche Littorale et Côtière (ILICO).

Dans les actions en lien avec la structuration de l'observation côtière, le réseau de 14 bouées automatisées multi-instrumentées **COAST-HF** (Coastal Ocean observing SysTEM – High Frequency – Figure 1) a été labellisé en tant que **Service National d'Observation** suite à une évaluation favorable de la CSOA (Commission Spécialisée « Océan-Atmosphère »). Cette labellisation est le résultat d'une articulation des stations d'observation automatisées de l'INSU, des universités marines et de l'Ifremer. La coordination du réseau est assurée par François Schmitt (LOG) et Guillaume Charria (LOPS).



Figure 1 – Carte des 14 stations du SNO COAST-HF

En Janvier 2018, le comité de pilotage de Coriolis Côtier s'est réuni et a pu échanger sur l'activité mesures en route en milieu côtier (dont FerryBox). Cette discussion a permis, entre autre, d'évaluer les possibilités de support de Coriolis pour l'étalonnage aux lignes instrumentées dans le cadre du système TRANSMED.

Par ailleurs, les projets en liens avec Coriolis se sont poursuivis en 2018 (e.g. H2020 JERICO-NEXT, H2020 AtlantOS, Interreg MyCOAST, LEFE-EC2CO CHIFRE, CPERs ROEC et MARCO).

## 11.2 Systèmes d'observation

### 11.2.1 RESEAU DE MESURE DES ETATS DE MER CANDHIS



Photo : Houlographes de Penly et Paluel / Ronan Sanquer (Cerema)

#### FAITS MARQUANTS

- quatre nouvelles stations de mesure dont deux en Guadeloupe (Port du Moule et Côte Caraïbe, houlographes Météo-France), une en Manche (Flamanville, houlographe EDF) et une en Méditerranée (Fos, houlographe France Énergie Marine) ;
- grosses difficultés en Guyane à maintenir en place les houlographes de Kourou et de Cayenne ;
- accès aux données temps réel des houlographes de Penly (en Manche, houlographe EDF) et de la Rivière de Galets (à la Réunion, houlographe du grand port maritime de la Réunion) ;
- contractualisation de partenariats avec EDF et la direction des territoires, de l'alimentation et de la mer de Saint-Pierre-et-Miquelon ;
- publication du catalogue des fiches synthétiques de mesure des états de mer du réseau CANDHIS (mise à jour 2018 :  
<https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/fiches-synthetiques-mesure-etats-mer-du-reseau-candhis-mise>) ;
- développement du nouveau site Internet, mise en ligne prévue début 2019.

#### 2018 EN CHIFFRES

**32** : nombre de stations de mesure (26 sur 27 opérationnelles au 1er janvier 2018 ; 28 sur 32 opérationnelles au 31 décembre 2018) ;

**87%** : taux moyen de disponibilité des stations de mesure ;

**23** : houlographes pour lesquels le Cerema effectue la maintenance en direct ;

**6** : houlographes à la dérive (tous récupérés) ;

**14** : stations de mesure touchées par des problèmes techniques ;



## 11.2.2 Bouées multi-instrumentées Météo-France

Météo-France maintient :

- en propre : 2 bouées ancrées multi-instrumentées en Méditerranée (LION, COTE D'AZUR), 1 bouée ancrée multi-instrumentée aux Antilles (ANTILLES).
- en coopération avec le UK MetOffice : 2 bouées ancrées multi-instrumentées dans le Golfe de Gascogne (BRITTANY, GASCOGNE).

La bouée ANTILLES a été remplacée en Avril 2018. La bouée COTE D'AZUR a été remplacée en novembre 2018.

Les capteurs de recherche (sondes de température SP2T et thermosalinographes SBE37) présents sur les lignes de mouillage des deux bouées ancrées méditerranéennes ont été relevés et remplacés en mai 2018.

Une visite de maintenance a été menée par le UK MetOffice sur les bouées Brittany et Gascogne en Août 2018.

Météo-France a déployé en Guadeloupe, en Juillet 2018, 2 houlographes directionnels AXYS: Port du Moule (nmr OMM : 4100135), Côte Caraïbes (nmr OMM : 4100136).

## 11.2.3 Radars HF

Le radar HF Iroise est opéré et maintenu en conditions opérationnelles par le Shom. Dans le cadre du projet ROEC, du CPER Bretagne, le Shom a lancé une étude de caractérisation de sites potentiels d'implantation d'un nouveau dispositif d'observation Radar HF en Bretagne. Les données radars HF du Shom sont diffusées sur le portail data.shom.fr. Des travaux ont été réalisés, en collaboration avec l'Ensta Bretagne, sur l'amélioration de la connaissance de la mesure des courants de surface par radar HF.

Le déploiement d'une antenne Radar HF sur la côte des Landes reste envisagé (projet Interreg MyCOAST). Le site identifié en 2018 sur le site militaire du Centre d'Essais des Landes a cependant dû être abandonné suite à un refus d'implantation. D'autres sites sont à l'étude (contacts en cours avec l'Office National des Forêts).

Une étude de la sensibilité des mesures acquises au site retenu (Figure 2) a été réalisée par la société Noveltis dans le cadre du projet H2020 JERICO-NEXT.

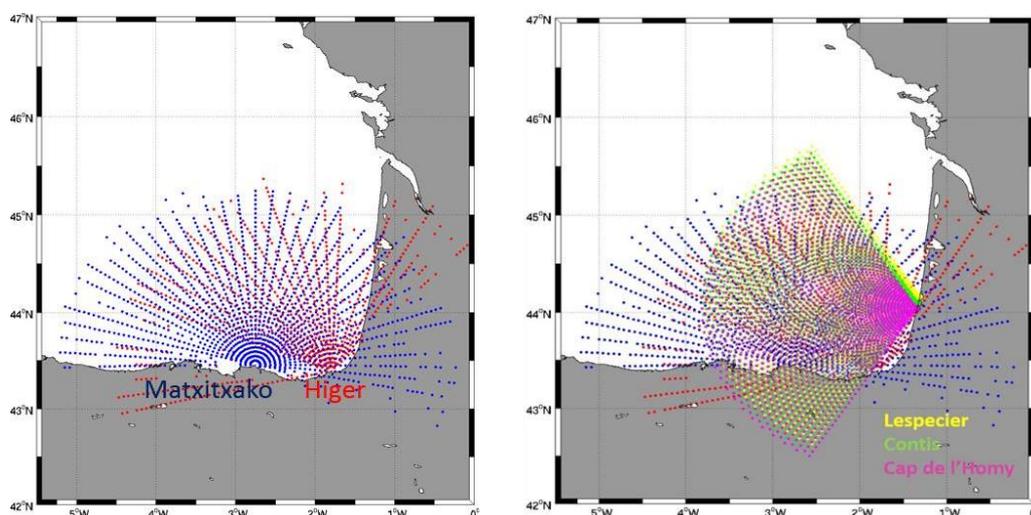


Figure 2 - Localisation des radars HF et des points de mesure : (A gauche) le site de Higer (en rouge) ; le site de Matxitxako (en bleu). (A droite) les trois positions analysées de Radars HF sur la côte des Landes : Site de Lespecier (en jaune) ; Site de Contis (en vert) ; Site du Cap de l'Homy (en rose).

### 11.2.4 Réseau SNO COAST-HF (INSU/Universités/IFREMER) et bouées BOOTS (Shom)

L'ensemble du réseau COAT-HF a fonctionné en 2018 avec cependant quelques problèmes techniques. Parmi ces difficultés, un problème majeur a paralysé une grande partie du réseau à l'automne 2018 avec une évolution des réseaux mobiles Orange (arrêt progressif du réseau 2G). Les modems embarqués sur les stations automatisées ne sont pas compatibles avec les réseaux 4G. Une solution temporaire a été mise en place en lien avec la société NKE mais une réflexion de modernisation sur les systèmes de transmission est en cours.

Par ailleurs, les stations de mesures continuent leur évolution vers un spectre plus large de paramètres mesurés. A titre d'exemple, un capteur WIZ de nutriments est déployé sur la bouée SMILE (Figure 3) depuis l'été 2018.



Figure 3 - Bouée SMILE en Baie de Seine

La bouée BOOTS développée au SHOM (dans le cadre du projet de CPER ROEC) pour une mesure en continu et en subsurface de la température et de la salinité (observation de la dynamique d'ondes internes) a été déployée au large de la Bretagne (130m de fond) en 2018. Après 3 mois de fonctionnement nominal, une collision avec deux navires a endommagé le système. Deux bouées seront redéployées en 2019.



Figure 4 – Bouée BOOTS

### 11.2.5 Profils en milieu côtier : RECOPECA et Profileurs côtiers

L'acquisition de profils verticaux sur le plateau continental via les navires de pêche équipés (programme RECOPECA) et par le déploiement de 2 profileurs côtiers (Arvor-C/Cm) s'est poursuivi en 2018. Les profileurs côtiers ont cependant eu des avaries qui n'ont pas permis d'avoir une année complète de mesure. Deux profileurs seront redéployés en Avril 2019.

L'ensemble des profils collectés sont visualisables sur <http://www.coriolis-cotier.org>.

## 11.3 Centre de données

Les développements sur le site Coriolis côtier (<http://www.coriolis-cotier.org>) se sont poursuivis avec la mise en place de bases de données performantes pour améliorer la réactivité du site d'accès aux données. L'intégration de l'ensemble des systèmes du volet de Coriolis côtier s'est poursuivi en 2018. Le site reste cependant en cours d'amélioration pour atteindre une meilleure fiabilité dans la visualisation des mesures acquises.

### 11.3.1 Réseau de mesure des états de mer CANDHIS

*Taux de disponibilité 2018 par station de mesure :*



### Utilisation des données :

TEMPS RÉEL : alimentation des modèles de prévisions du Shom et Météo-France (alertes VVS) ; diffusion auprès des navigants et autres usagers via le site Internet CANDHIS.

TEMPS DIFFÉRÉ : instruction de 33 dossiers CATNAT par le Cerema (75 communes concernées) ; traitement de 127 demandes de données « temps différé ».

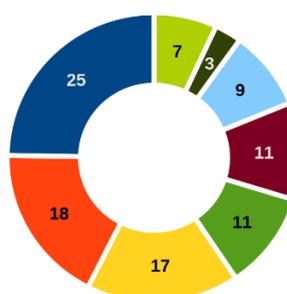


Illustration : répartition du nombre de demandes « temps différé » par domaines d'utilisation.

- Trait de côte / aménagement littoral
- Gestion portuaire
- Submersions marines
- Suivis environnementaux
- Prévisions / observations
- Energies renouvelables
- Enseignement
- Divers

## 11.4 Publications associées au volet côtier de Coriolis en 2018

- Berta, M., Bellomo, L., Griffa, A., Magaldi, M. G., Molcard, A., Mantovani, C., Gasparini, G. P., Marmain, J., Vetrano, A., Béguery, L., Borghini, M., Barbin, Y., Gaggelli, J., and Quentin, C.: Wind-induced variability in the Northern Current (northwestern Mediterranean Sea) as depicted by a multi-platform observing system, *Ocean Sci.*, 14, 689-710, <https://doi.org/10.5194/os-14-689-2018>, 2018.
- Gourault, M., S. Petton, Y. Thomas, L. Pecquerie, G. M. Marques, C. Cassou, E. Fleury, Y.-M. Paulet, S. Pouvreau, Modeling reproductive traits of an invasive bivalve species under contrasting climate scenarios from 1960 to 2100, *Journal of Sea Research*, Available online 14 May 2018, ISSN 1385-1101, <https://doi.org/10.1016/j.seares.2018.05.005>.
- Hernández-Carrasco, I., Solabarrieta, L., Rubio, A., Esnaola, G., Reyes, E., and Orfila, A.: Impact of HF radar current gap-filling methodologies on the Lagrangian assessment of coastal dynamics, *Ocean Sci.*, 14, 827-847, <https://doi.org/10.5194/os-14-827-2018>, 2018.
- Manso-Narvarte, I., Caballero, A., Rubio, A., Dufau, C., and Birol, F.: Joint analysis of coastal altimetry and high-frequency (HF) radar data: observability of seasonal and mesoscale ocean dynamics in the Bay of Biscay, *Ocean Sci.*, 14, 1265-1281, <https://doi.org/10.5194/os-14-1265-2018>, 2018.
- Many, G., Bourrin, F., de Madron, X. D., Ody, A., Doxaran, D., & Cauchy, P. (2018). Glider and satellite monitoring of the variability of the suspended particle distribution and size in the Rhône ROFI. *Progress in Oceanography*, 163, 123-135.
- Ménesguen, A., Dussauze, M., Dumas, F., Thouvenin, B., Garnier, V., Lecornu, F., & Répécaud, M. (2018). Ecological model of the Bay of Biscay and English Channel shelf for Environmental Status assessment Part 1: Nutrients, phytoplankton and oxygen. *Ocean Modelling*, 18. <http://doi.org/10.1016/j.ocemod.2018.11.002>
- Ratmaya, W., Soudant, D., Salmon-Monviola, J., Cochennec-Laureau, N., Goubert, E., Andrieux-Loyer, F., ... & Souchu, P. (2018). Reduced phosphorus loads from the Loire and Vilaine Rivers were accompanied by increasing eutrophication in Vilaine Bay (South Brittany, France). *Biogeosciences Discussions*.
- Toublanc, F., N.K. Ayoub, F. Lyard, P. Marsaleix, D.J. Allain, Tidal downscaling from the open ocean to the coast: a new approach applied to the Bay of Biscay, *Ocean Modelling*, Volume 124, 16-32, <https://doi.org/10.1016/j.ocemod.2018.02.001>, 2018.

### *Jeu de données*

- Petton Sebastien, Le Roy Valerian, Bellec Gwenael, Queau Isabelle, Le Souchu Pierrick, Pouvreau Stephane (2018). Marine environmental station database of Daoulas bay. SEANOE. <http://doi.org/10.17882/42493>
- Claquin Pascal, Jacqueline Franck, Repecaud Michel, Riou Philippe (2018). MAREL SMILE buoy data and metadata from coriolis Data Centre. SEANOE. <http://doi.org/10.17882/53689>



Guillaume CHARRIA

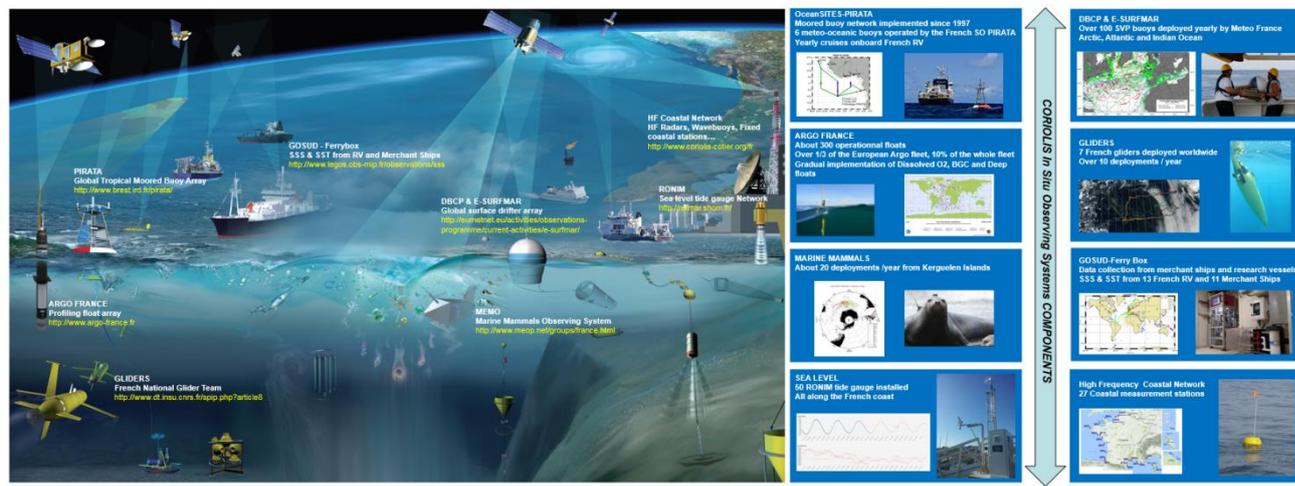
IFREMER Centre Bretagne  
ZI de la Pointe du Diable  
CS 10070 - 29280

[guillaume.charria@ifremer.fr](mailto:guillaume.charria@ifremer.fr)



## 12. BILAN COMPOSANTE MOYENS A LA MER

N. POFFA, N. LEBRETON



Cette composante a pour mission :

- de faire « Collaborer », « interagir » les instituts,
- de donner aux réseaux les moyens de maintenir leur implémentation et leurs acquisitions (labellisation, moyens humains et financiers à maintenir).

Il s'agit également de trouver des moyens de mutualiser certaines activités/moyens inhérentes à chaque réseau (logistique, préparation, instruments, expédition, étalonnages recherche de support de déploiement, co-activités dans de mêmes zones).

Une ouverture également sur les projets européens auxquels certains réseaux sont rattachés (Atlantos, Euro-Argo...) ouvrent de nouvelles possibilités (supports).

Les échanges inter-instituts mis en place depuis quelques années donnent l'occasion à la composante Moyens à la Mer de proposer des supports de déploiement aux autres réseaux (ou autres instituts) : **du transversal instrumental**.

### 12.1 A. LES POINTS FORTS de 2018

#### 12.1.1 Les réalisations

[codep@ifremer.fr](mailto:codep@ifremer.fr) : [nathanaele.lebreton@shom.fr](mailto:nathanaele.lebreton@shom.fr) et [noe.poffa@ifremer.fr](mailto:noe.poffa@ifremer.fr)

- Recensement des besoins en terme d'implémentation (zone, saison) et circulation des informations (planning de campagnes nationales : Genavir, Shom, Marine Nationale et flotte européenne ou internationales (Afrique du sud, Brésil, Japon,...).
- CODEP : Point de contact unique et Rôle d'interface avec les armateurs (SHOM, Genavir, Marine Nationale, Jcommops, Voiliers...) et les instituts européens (OGS Italie et BSH Allemagne). Partage des supports de déploiement, des opportunités de logistique, mutualisation des expéditions et des opérations de formation.

- Mutualisation avec des campagnes d'autres laboratoires hors périmètre Coriolis (mise en place d'opportunités)
- Deux campagnes SHOM en Méditerranée 2018 : PERLE ont été l'occasion de déploiements groupés (voir même de rattrapage de campagnes non honorées) pour différents laboratoires (LOV/IMEV, MIO) et aussi instituts européens (OGC\_Italie) => Déploiements de flotteurs : ARGO, BIOGC, DO, DEEP, de bouées SVPB, et bouées dérivantes de surface SHOM.
- Une interaction quasi hebdomadaire avec les opérateurs Météo-France Marine et IRD IMAGO PIRATA. Les plans de déploiement s'envisagent dans leur ensemble avec de la co-activité (comme le montre la photo ci-contre avec les 3 types d'instruments). 50 SVP-B, 5 prototypes bouées dérivantes HD TRUSTED, et 2 DEEP Argo ont pu être déployées grâce à l'entremise de Moyens à la Mer.



- **Des documents communs** (CODEP, Météo-France Marine (paul.poli@shom.fr)) ont été réalisés à destination des navires et des électroniciens (SHOM et GENAVIR) (Description de l'intérêt des réseaux ARGO et DBCP, protocole de mise en œuvre des instruments, position de déploiement, fichiers métadonnées à remplir). Retour très positifs et encourageants.



- Rédaction d'un **document de stratégie pour les déploiements d'opportunité** en interaction avec la composante R&D de Coriolis et le comité de pilotage ARGO-France. (Aide à la recherche d'opportunités en fonction des besoins géographiques, et normalisation des paramétrages, bonnes pratiques pour la programmation des instruments).



- Recensement et étude des possibilités de réductions de coûts de transmission de la donnée, et de mise en place (ou adhésion à) de contrats communs. De plus en plus d'instruments, utilisent la transmission iridium à travers des contrats et fournisseurs d'accès différents : Flotteur ARGO (fournisseur EADS ou CLS (Euro-Argo), SHOM (bouées de houle, drifter de surface : contrat Ministère des armées armée DIRISI), bouées météo France (ASTEL S4, contrat d'état). A poursuivre en 2019.
- Recensement des besoins en étalonnages instrumental (type, quantité, planning), afin d'aider la planification du centre d'étalonnage du SHOM et rechercher au besoin d'autres supports laboratoires (laboratoire Chimie IRD, LOPS). Mise en relation des interlocuteurs dans le cadre d'échange de pièces détachées ne se faisant plus d'analyseurs de salinité.
- Plan de déploiement XBT (15 caisses pour 2018 : campagne PIRATA, OVIDE, IRD NOUMEA).
- Remontée d'informations lorsque le Traitement en Différé présente des lacunes. Relais des remontées de besoins en personnels (essais bassins, campagnes FOF propres aux réseaux Coriolis)

- SSS : Continuation de la collaboration avec le LOPS au « mini-projet » TSG SBE-45 sur le Rara Avis pour une 5<sup>e</sup> année de campagne de mesures.



### 12.1.2 Réalisations chiffrées 2018 :

<p><b>PIRATA</b></p>	<p>Opérations transversales en instrumentation (3 ARGO Iridium, 21 Bouées SVP-B, 5 cartons XBT) pour la campagne FR28 en février 2018. Collaboration Euro-Argo et Atlantos pour le déploiement de 2 DEEP ARVOR.</p> <p>Participation de Codep (Noé) à la campagne FR28.</p> <p><b>Des moyens humains sont nécessaires à cette campagne pour assurer les taches.</b></p>
<p><b>XBT</b></p>	<p>15 caisses (fourniture SHOM) pour 2018</p> <p>Campagnes : 5 PIRATA, 5 OVIDE, 5 IRD NOUMEA</p>
<p><b>BOUEES DERIVANTES DBCP</b></p>	<p>Opérations transverses de déploiement d'instruments, sur des campagnes d'autres réseaux (PIRATA, OVIDE, SHOM) ou des transits valorisés: 50 Bouées SVP-B.</p> <p>Partage des plans de déploiement, rédaction de documentations communes mise à disposition de supports.</p> <p>Recherche par la composante de supports de déploiement dans des zones déterminées pour répondre aux besoins des autres réseaux (mer d'Arabie, Indien, Arctique, Atlantique Sud, TPOS, Pacifique ouest).</p>
<p><b>ARGO</b></p>	<p>Achats et implémentation de 65 flotteurs en 2018 (T/S, BIO BGC, O<sup>2</sup>, Deep)</p> <p>Développement de nouveaux types d'instruments et de fonctionnalité.</p> <p>Interaction avec la composante européenne (Euro-Argo)</p> <p>Nouvelles procédures d'achats effectives depuis début 2017 avec des financements annexes CPER.</p> <p>Demandes de flotteurs AO GMMC nombreuses pour 2018.</p> <p>Nouveau site web de monitoring de la flotte</p> <p>Reprise de l'historique des métadonnées concernant les capteurs (P, T, S, O) afin de compléter au mieux la base et simplifier les traitement en TD (application de corrections)</p> <p><b>Ces taches sont détaillées dans le RA 2018 du réseau ARGO.</b></p>

### 12.1.3 Synthèse des relations entre les différentes tâches et les réseaux concernés par ces tâches.

Services transversaux	Mise en œuvre d'une campagne	Analyses d'échantillons	Formation	Déploiement	Moyens Humains	Moyens logistiques	Etalonnage
ARGO	√		√	√	√	√	√
Pirata	√				√	√	
SSS		√			√	√	√
R/V		√	√	√	√	√	√
Sea mammal							√
Drifters				√	√	√	
Glider					√		?
Côtier	√		√	√	√	√	
Marégraphe							



**LEBRETON Nathanaëlle**

*Coordination opérationnelle ARGO (DMGS/IES)*

Service hydrographique et océanographique de la marine (SHOM)  
CS 92803 29228 BREST CEDEX

[lebreton@shom.fr](mailto:lebreton@shom.fr)



**POFFA Noé**

Moyens à la Mer Coriolis

Coordination opérationnelle ARGO (PDG-IRSI-COA)

Centre Bretagne - ZI de la Pointe du Diable - CS 10070 - 29280 Plouzané

[Noe.poffa@ifremer.fr](mailto:Noe.poffa@ifremer.fr)

## 13. COMPOSANTE BASE DE DONNEES

Rédacteurs : Thierry Carval

### 13.1 Océanographie opérationnelle

#### 13.1.1 Indicateurs

Ces deux indicateurs sont suivis au niveau de la direction Ifremer IRSI.

Profils verticaux en base Coriolis températures, salinités, oxygène,...	nb. profils 2018	nb. profils 2017	évolution 2017-2018
Flotteurs profilants Argo	2 734 349	2 519 535	9%
Bouées, mouillages	18 595 200	16 181 173	15%
Navires (XBT, CTD)	7 534 385	7 244 423	4%
<b>Total</b>	<b>28 863 934</b>	<b>25 945 131</b>	<b>11%</b>

Mesures le long de la route en base Coriolis températures, salinité, courants	nb. mesures 2018	nb. mesures 2017	évolution 2017-2018
Flotteurs Argo	21 434 370	21 406 917	0%
Bouées dérivantes	1 048 555 324	660 641 292	59%
Navires (données de thermosalinographes)	89 322 706	77 183 928	16%
<b>Total</b>	<b>1 159 312 400</b>	<b>759 232 137</b>	<b>53%</b>

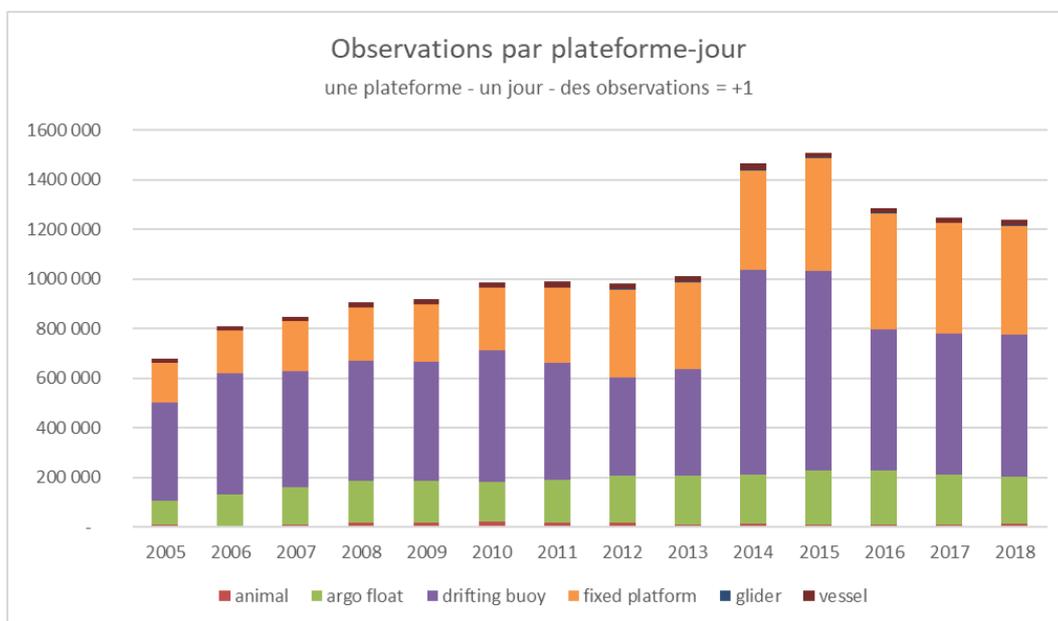
### 13.2 Coriolis gestion de données

#### 13.2.1 Principales sources de données

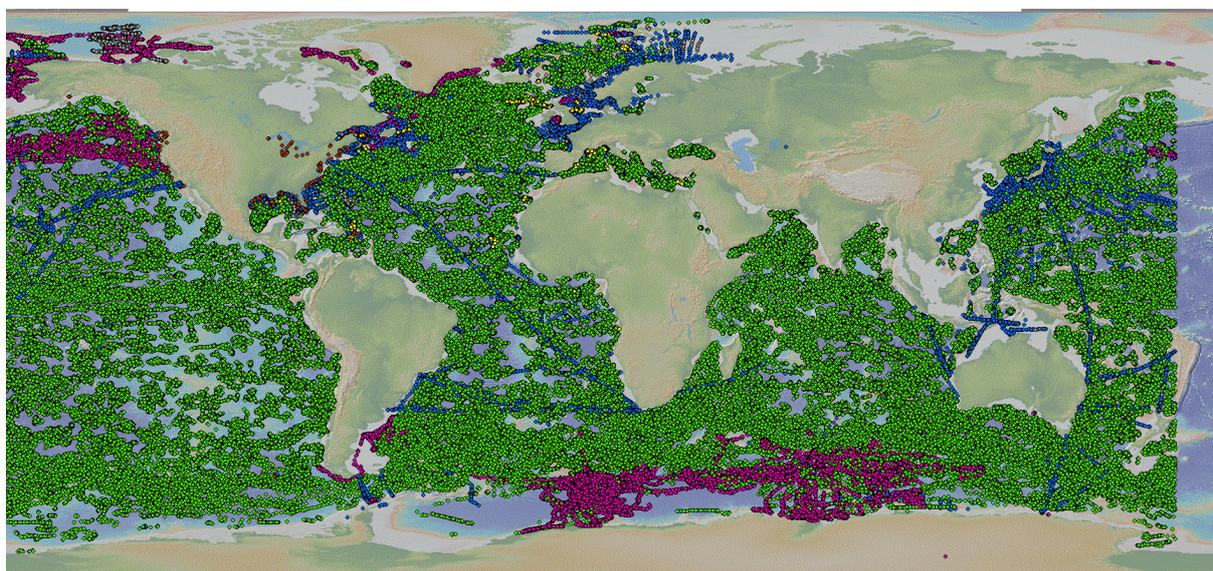
- Contribution et collecte de données internationales
  - Réseaux : Argo, BGC-Argo, GTSP, Gosud, OceanSITES, MEOP, EGO
  - Centres de données : US-NODC, CCHDO, SeaDataNet
- Contribution et collecte de données du service européen Copernicus Marine in situ
  - Coordination entre 7 Distribution Units, temps réel et temps différé
- Temps réel : données observées durant l'année 2018
  - 2,4 millions de profils verticaux collectés et distribués, stable par rapport à 2017
  - 130 millions de points de mesures collectés et distribués (TSG, bouées, mouillages, flotteurs), en hausse de 27% par rapport à 2017
  - Pas de nouvelle source de données temps réel exceptionnelle. La hausse de 27% des points de mesures (TSG, bouées, mouillages, flotteurs) s'explique par une plus haute fréquence d'échantillonnage (marégraphes, TSG).
- Temps différé, données historiques, état fin 2018
  - 10,3 millions de profils verticaux, 110 millions de points de trajectoires, 1 milliard de points série temporelle
  - 5 milliards d'observations de 80 paramètres différents (température, salinité, courant, oxygène, chlorophylle, nitrates, turbidité, etc...)
  - 40 000 plateformes d'observation

### 13.2.2 Histogramme des données

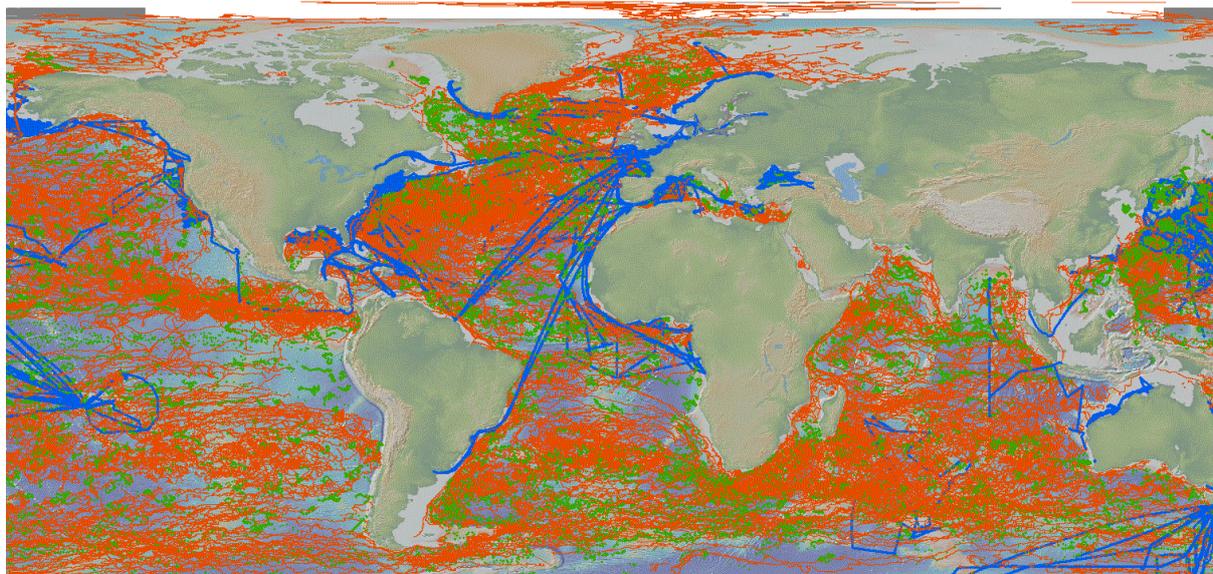
L'historique des observations par plateforme-jour illustre la contribution majeure pour l'océanographie opérationnelle des réseaux d'observation bouées dérivante, mouillages et Argo. Les observations en provenance de navires (CTD, TSG, ferrybox), gliders et mammifères marins sont précieuses, mais beaucoup plus rares temporellement et spatialement.



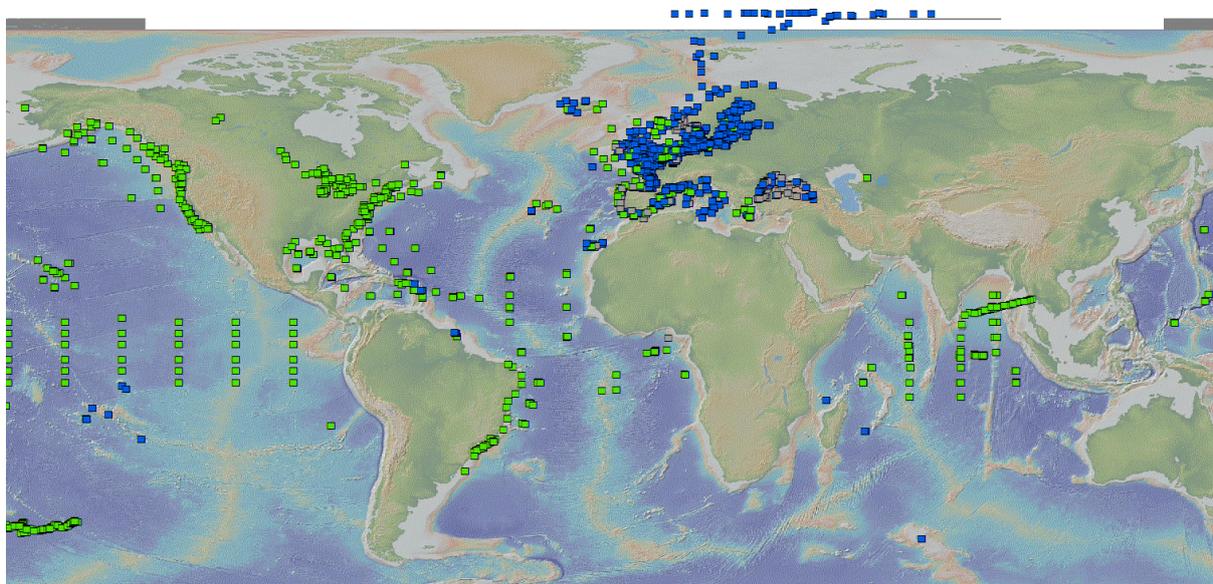
### 13.2.3 Cartes des données



Profils verticaux de l'année 2018 (2,4 million)



Trajectoires de l'année 2018



Mouillages et bouées ancrées, année 2018

#### 13.2.4 Maintien en Conditions Opérationnelles du système, activité pilotée dans le processus Ifremer ISO9001 – P14

En 2018, le MCO Coriolis (Maintien en Conditions Opérationnelles) a géré auprès de 3 sociétés de service (Capgemini, Altran, ASI) un total de :

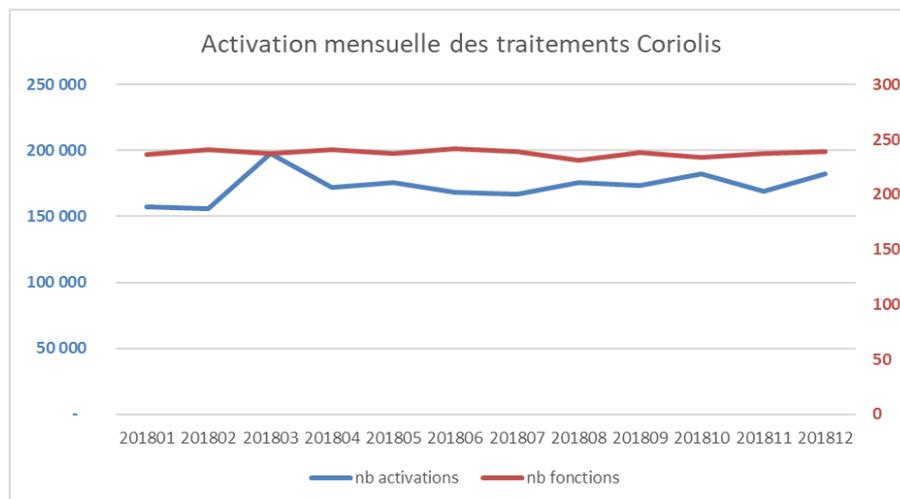
- 457 fiches d'évolutions
- 183 fiches d'anomalies
- 208 actions ouvertes à ce jour

### 13.2.5 Administration, service desk, activité pilotée dans le processus ISO9001 – P8

En moyenne quotidienne, 5600 activations de traitement sont effectuées pour collecter, contrôler et diffuser les données du centre Coriolis.

Sur un mois, 250 fonctions distinctes sont activées (en moyenne 170 000 activations par mois).

En 2018, le service desk a géré 448 tickets Coriolis (349 en 2017) et 188 tickets Copernicus (315 en 2017).



## 13.3 Données des réseaux d'observations

### 13.3.1 Réseau d'observation des flotteurs Argo

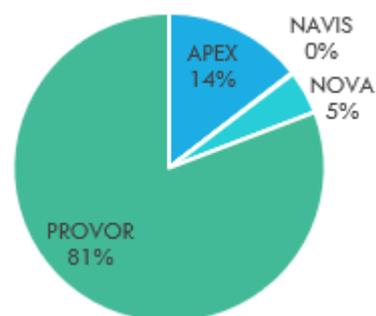
Le rapport annuel Argo gestion de données 2018 : <https://doi.org/10.13155/58109>

### 13.3.2 Flotteurs du DAC Coriolis actifs

En 2018, **30 434 profils de 794 flotteurs actifs** ont été collectés, contrôlés et distribués.

Par rapport à 2017, **le nombre de profils est stable (+0.2%), le nombre de flotteurs s'est accru de 1%**. Les figures ci-dessous illustrent une bonne stabilité de l'activité du DAC (Data Assembly Centre). Les 794 flotteurs actifs ont 57 versions de formats de données.

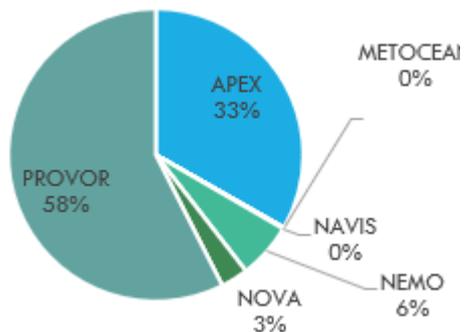
Coriolis DAC, active floats in 2018			
Float family	nb versions	nb floats	nb core profile files
APEX	23	115	3 630
NAVIS	1	1	35
NOVA	3	36	996
PROVOR	30	642	25 773
<b>Total</b>	<b>57</b>	<b>794</b>	<b>30 434</b>



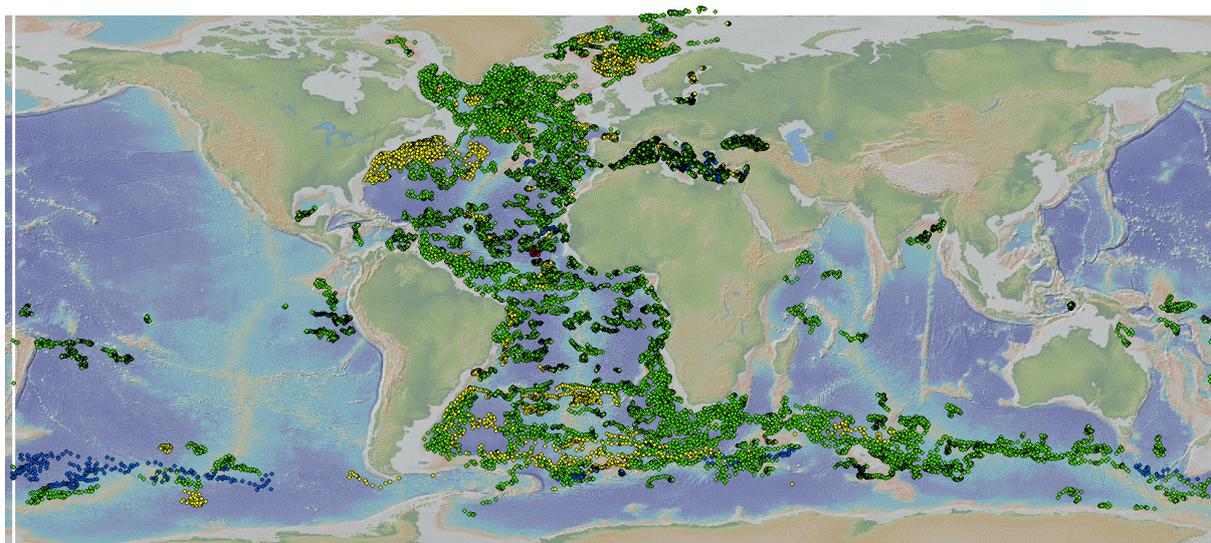
### 13.3.3 Tous les flotteurs gérés par le DAC Coriolis

Le DAC Coriolis gère un total de 2 637 flotteurs comprenant 140 versions de 6 familles. Ces flotteurs ont observé 295 351 profils verticaux Argo (Core profiles).

Coriolis DAC, all floats			
Float family	nb versions	nb floats	nb core profile files
APEX	67	877	101 062
METOCEAN	1	1	52
NAVIS	1	3	644
NEMO	8	162	8 902
NOVA	3	79	5 583
PROVOR	60	1 515	179 108
<b>Total</b>	<b>140</b>	<b>2 637</b>	<b>295 351</b>

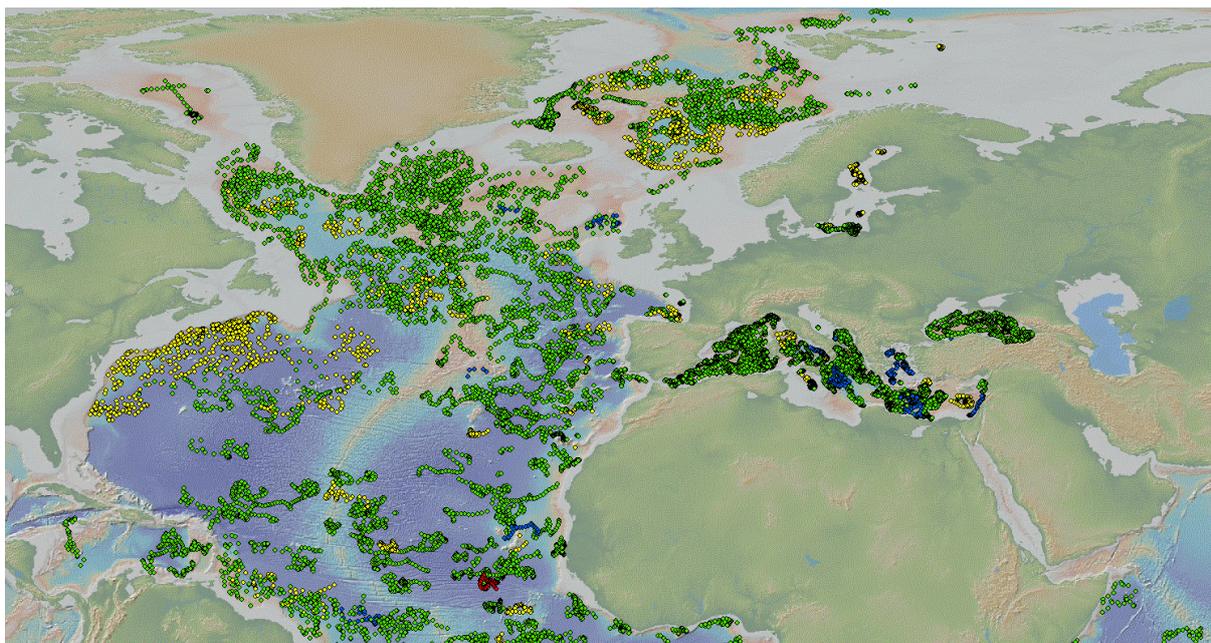


### 13.3.4 Cartes des flotteurs

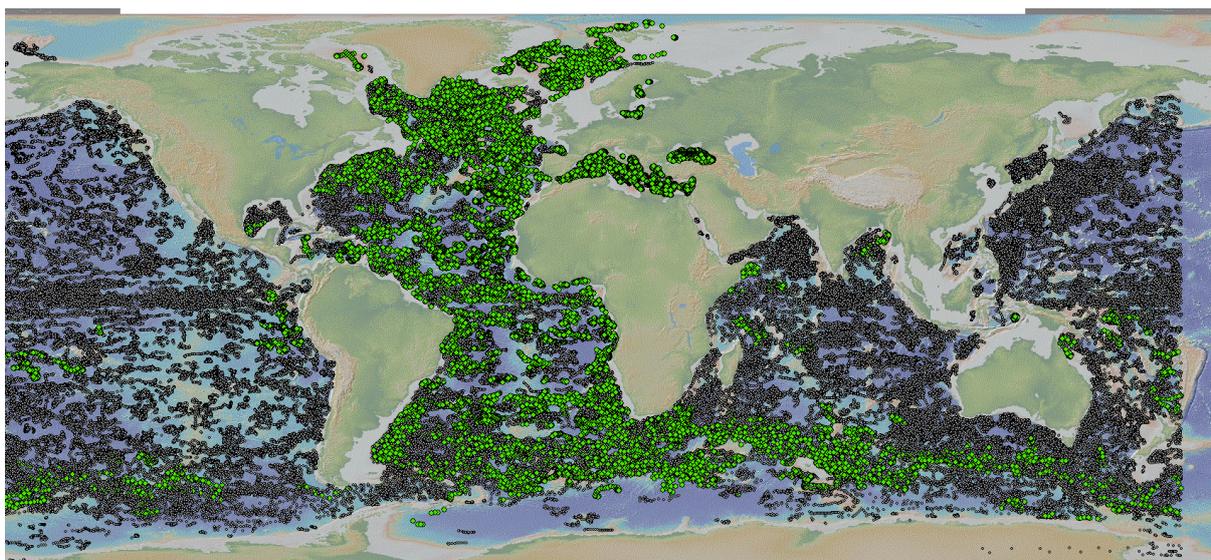


Carte des 30 434 profils de 794 flotteurs décodés par Coriolis en 2018

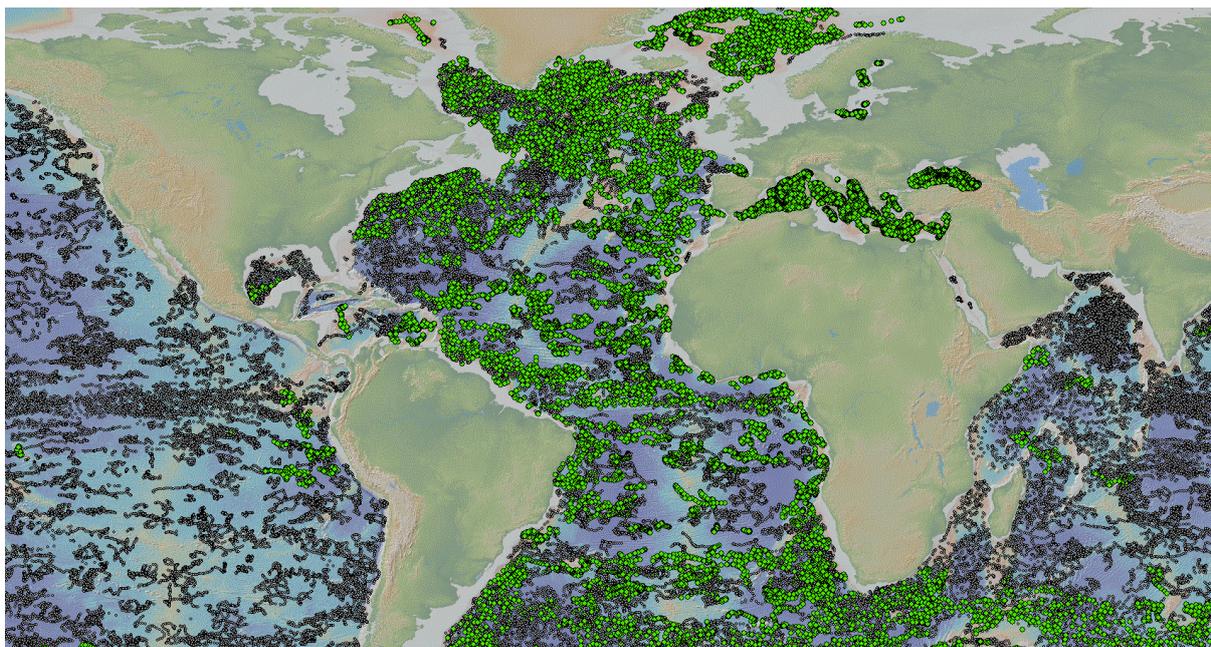
Apex Navis Nova Provor



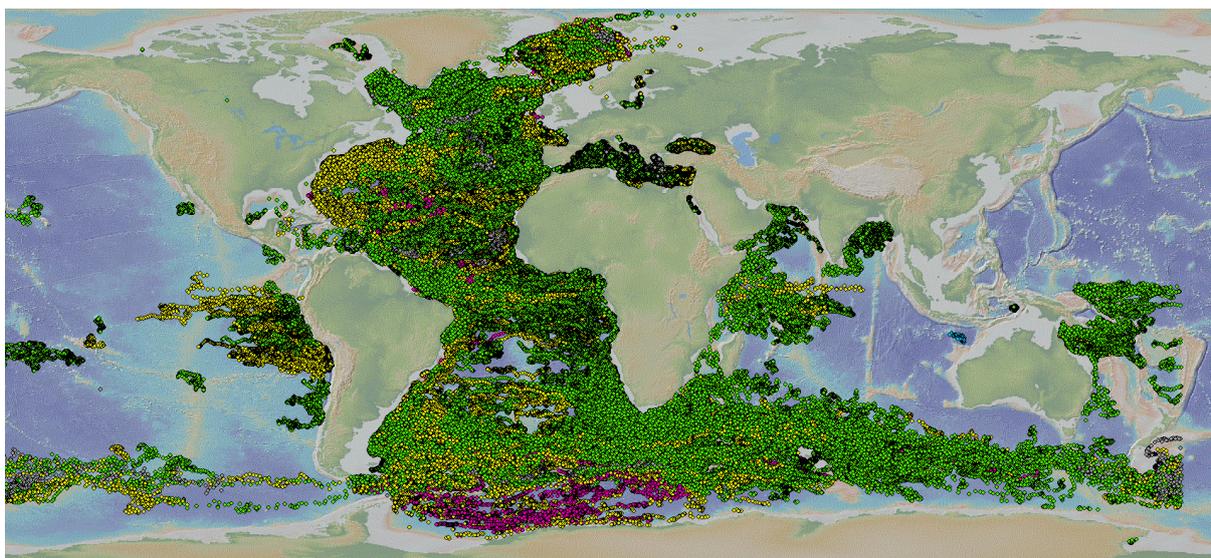
Carte des flotteurs décodés par Coriolis en 2018, zoom Atlantique



Carte des flotteurs actifs décodés par Coriolis (en vert) parmi les données des autres DACs (en gris)



Carte des flotteurs actifs décodés par Coriolis (en vert) parmi les données des autres DACs (en gris)



Carte des 295.351 profils de 2.637 floats gérés par le DAC Coriolis dans la période 1999-2018

Apex Metocean Navis Nemo Nova Provor

### 13.3.5 Capteurs BGC-Argo (biogéochimique) sur les flotteurs Coriolis

La chaîne de traitement de données évolue continuellement avec une “pipeline” de nouvelles fonctionnalités à mettre en œuvre, en particulier pour les flotteurs BGC-Argo.

Le DAC Coriolis gère 409 flotteurs BGC-Argo de 5 familles et 57 versions différentes.

La chaîne de traitement est librement distribuée :

- Coriolis Argo floats data processing chain, <http://doi.org/10.17882/45589>

#### Retraitement BBP

En 218, le manuel BBP (particle backscattering) a été mis à jour : “BGC-Argo processing particle backscattering at the DAC level” <http://dx.doi.org/10.13155/39459>

Pour mettre en œuvre cette évolution, tous les profils BBP ont été retraités en 2018 : plus de 28 000 fichiers contenant du BBP ont été redistribués sur le GDAC Argo.

### Retraitement Chlorophylle

En 218, le manuel de contrôle qualité de la chlorophylle a été mis à jour : “BGC-Argo quality control manual for Chlorophyll-A concentration” <http://dx.doi.org/10.13155/35385>

Pour mettre en œuvre cette évolution, tous les profils de chlorophylle ont été retraités en 2018 : plus de 30 000 fichiers contenant de la chlorophylle ont été redistribués sur le GDAC Argo.

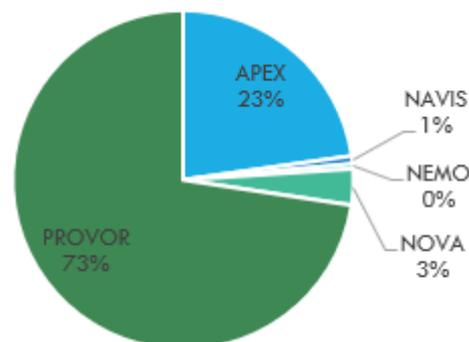
### Retraitement oxygène

En 218, le manuel de traitement de l’oxygène a été mis à jour : “Processing Argo oxygen data at the DAC level cookbook” <http://doi.org/10.13155/39795>

“Pour mettre en œuvre cette évolution, tous les profils de chlorophylle ont été retraités en 2018 : plus de 42 000 fichiers contenant de l’oxygène ont été redistribués sur le GDAC Argo.

Trois flotteurs PROVOR CTS5 déployés en 2017 pour le projet “Greenedge” (<http://www.greenedgeproject.info/>) équipés de capteurs BGC ont refait surface en 2018 après une longue saison sous la glace. Ils ont transmis de précieux profils de chlorophylle A observés sous la glace. Toutes les données sont diffusées par le DAC Coriolis.

BGC-Argo floats processed by Coriolis DAC				
Familly	nb versions	nb floats	nb profiles	nb cycles
APEX	23	93	12 391	12 110
NAVIS	1	3	551	551
NEMO	1	2	297	297
NOVA	1	14	942	918
PROVOR	31	297	119 499	39 633
<b>Total</b>	<b>57</b>	<b>409</b>	<b>133 680</b>	<b>53 509</b>



### Caractéristiques générales de flotteurs BGC-Argo Coriolis

- Communications iridium sbd, iridium rudics ou Argos
- Quatorze types de capteurs installés les flotteurs
- Onze paramètres BGC observés

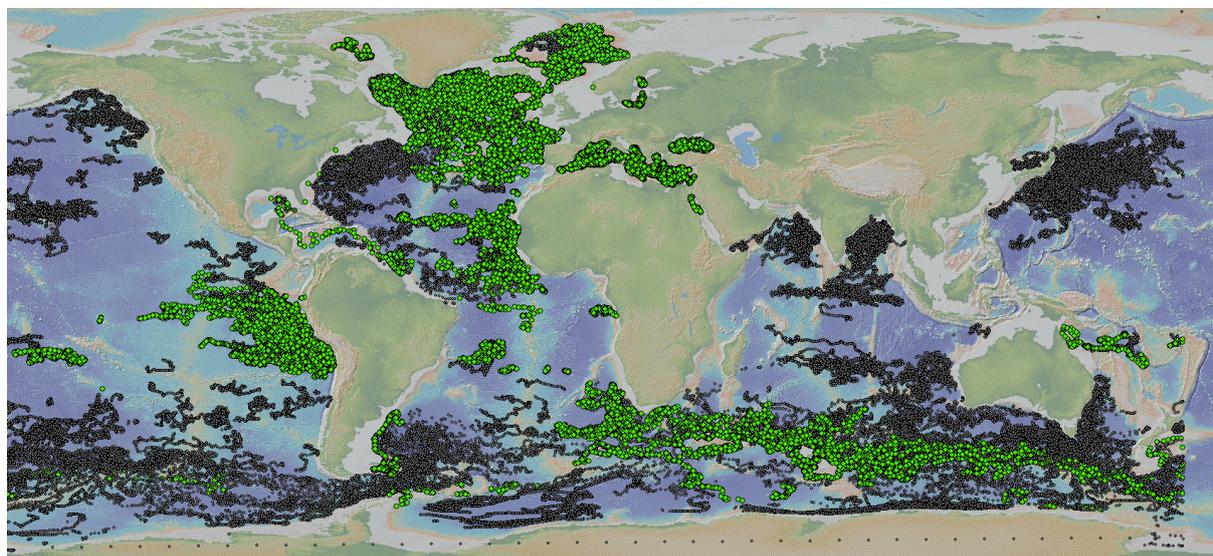
Coriolis BGC-Argo floats sensor	nb floats	nb profiles
AANDERAA_OPTODE_4330	265	34194
SATLANTIC_OCR504_ICSW	144	101752
ECO_FLBBCD	141	75852
DRUCK_2900PSIA	102	12349
SUNA_V2	59	8456
AANDERAA_OPTODE_3830	45	6081
SBE63_OPTODE	19	1775
C_ROVER	15	4356
SBE43F_IDO	10	1273

ECO_FLBB_AP2	8	1078
ECO_FLBB2	4	2016
ECO_FLNTU	4	1808
SEAFET	4	164
FLBB	2	616

Les 14 types de capteurs présents sur les flotteurs BGC Coriolis

parameter	nb profiles
DOXY	42606
CHLA	28278
BBP700	27374
DOWN_IRRADIANCE380	24446
CDOM	24029
NITRATE	7973
CP660	4330
TURBIDITY	904
BBP532	672
BISULFIDE	255
PH_IN_SITU_FREE	162

Les 11 paramètres BGC observés par les flotteurs BGC Coriolis



Carte des 409 flotteurs BGC-Argo gérés par le DAC Coriolis (points gris: les autres DAC flotteurs BGC-Argo). Ils comprennent : oxygène, chlorophylle, turbidité, CDOM, rétrodiffusion, nitrate, bisulfure, pH, irradiance, PAR.

### 13.4 Gestion de données des réseaux d'observations non détaillée dans ce rapport

- Données de bouées dérivantes

- EGO, données de gliders
- Pirata, bouées tropicales Atlantique
- Memo, données d'éléphants de mer
- Mesures Navires
  - ADCP
  - SNO-SSS
  - Jeux de données global GOSUD
- Données côtières
- Données de Marégraphes
- Service européen Copernicus Marine
- Sélection de données Coriolis depuis Internet
- Maintien en conditions opérationnelles, service desk
- Evolutions en cours



CARVAL Thierry

Ifremer Centre Bretagne  
ZI de la Pointe du Diable  
CS 10070 - 29280 Plouzané

[thierry.carval@ifremer.fr](mailto:thierry.carval@ifremer.fr)

## 14. CELLULE R&D

*Gilles Reverdin, Tanguy Szekely, Jérôme Gourrion*

La cellule R&D Coriolis regroupe deux chercheurs (Jérôme Gourrion et Tanguy Szekely) au sein de la SCOP ARL OceanScope, fortement soutenue par le CMEMS, un chercheur CDD (Virginie Racapé) travaillant sur les données d'oxygène et de carbone océanique, et un chercheur CNRS hors les murs (Gilles Reverdin). L'équipe travaille en liaison avec les actions de R&D menées dans les différentes composantes de Coriolis, parfois avec un soutien du SOERE CTDO2.

### 14.1 Température, salinité et courants

Les activités de recherches et développement menées par l'équipe de la SCOP ARL OceanScope ont porté sur trois points.

#### 14.1.1 Développement et mise à jour du jeu de données CORA

Le jeu de données CORA, dans son format actuel, présente l'intérêt de proposer une vision aussi exhaustive que possible de l'état de l'océan (T et S), sur la période 1950-2017. Il fait l'objet d'une validation et d'une qualification particulièrement poussée : par exemple, utilisation et optimisation de tests min-max pour estimer le réalisme des données (Gourrion et al., 2018), mais en évitant le plus possible le risque d'éliminer des données extrêmes mais correctes, estimation de correction optimale des données des profils de température des sondes XBTs. Par ailleurs, une veille est assurée pour faire la mise à jour du jeu de données CORA : utilisation de versions corrigées et ajustées en temps différé des données des flotteurs Argo, des données issues des capteurs portés par les mammifères marins (validation dans le cadre de MEOP/MEMO) ou de bouées dérivantes, ainsi que deux mises à jour annuelles. Les données de jeux 'annexes' comme celles de la base de données UDASH réalisée par l'AWI et dédiée à l'Arctique ont aussi été incorporées.

Enfin, l'état de validation de la base a été estimé et évalué sur la base de statistiques robustes de la variabilité à petite échelle (Szekely et al., 2018). Un des enjeux de la validation de données en temps différé est le développement de métriques caractérisant le système de validation de données lui-même. Dans cette optique, la cellule R&D Coriolis travaille sur le développement d'indices basés sur l'analyse objective de la variabilité océanique à certaines profondeurs cibles. La comparaison de la variabilité océanique aux petites échelles ainsi calculée à partir des données validées en temps différé avec la variabilité calculée avec un jeu de données de référence permet d'estimer l'apport d'une méthode de validation au système de validation global. La figure 1 montre ainsi la variation dans le temps de la variabilité océanique pour le jeu de données brut (sans considérer les flags, en rouge), pour le jeu de données NRT (en bleu), et pour le jeu de données CORA (en noir). On peut constater que la variabilité des jeux de données brut et NRT est relativement bruitée, alors que la variabilité du jeu de données CORA est peu variable dans le temps.

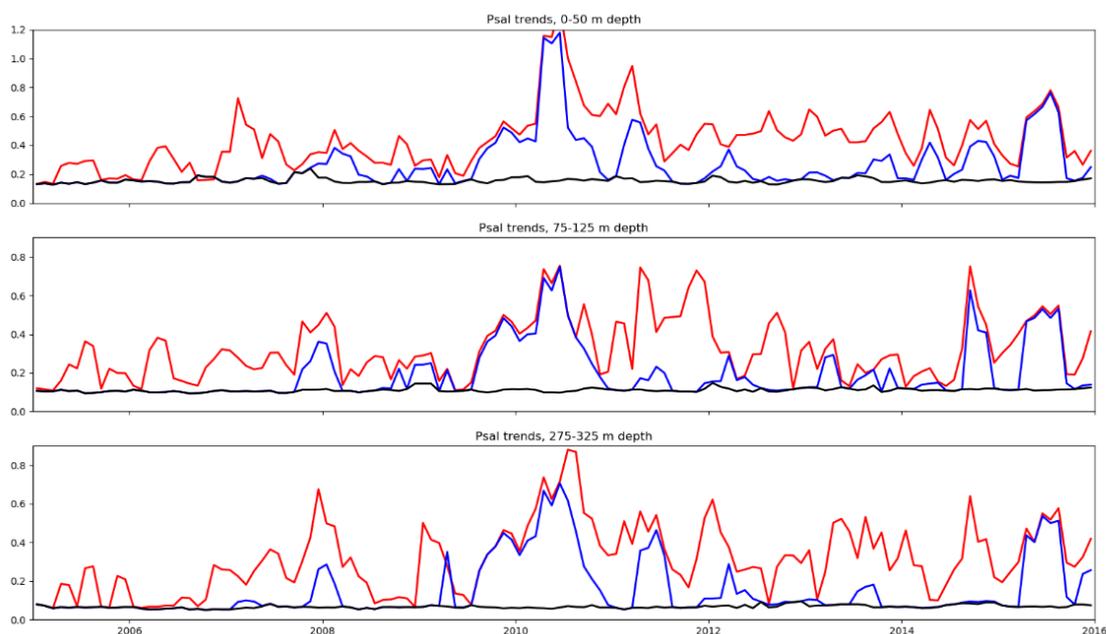


Figure 1 : Série temporelle de la variabilité océanique (petites échelles) pour le jeu de données brut (sans considérer les flags), en rouge, pour le jeu de données NRT, en bleu, et pour le jeu de données CORA en noir. Les courbes concernent la couche 0-50m (en haut), la couche 75-125 m (au milieu) et la couche 275-325m (en bas).

#### 14.1.2 Adaptation et mise en place de la méthode Min/Max pour les produits NRT de CORIOLIS dans le cadre de CMEMS.

La méthode MinMax a été développée depuis 2014 par la cellule R&D de CORIOLIS pour les activités de contrôle qualité en temps différé. Elle consiste à vérifier si une observation est incluse dans un intervalle de validité construit à partir du minimum et du maximum observés *localement* dans un jeu de données historique de référence.

Elle a démontré son efficacité à réduire la quantité de fausses alertes dans les listings d'observations à contrôler visuellement, par l'opérateur temps différé.

Cependant, ces estimateurs du minimum et maximum ne sont pas totalement robustes, et continuent à générer un nombre important de fausses alertes, empêchant son utilisation en temps réel, puisque, dans ce cas, la méthode est complètement automatique, sans contrôle ultérieur par un opérateur.

Pour son utilisation en temps réel, les estimateurs statistiques du minimum et du maximum ont été modifiés en élargissant les intervalles autour du centre de la distribution pour simuler artificiellement l'impact de la variabilité non représentée dans le jeu de données de référence.

Une étude préliminaire, limitée au cas des profileurs ARGO sur la période Juillet-Août-Septembre 2018, a permis de montrer la réduction du taux de fausses alertes en fonction du degré d'élargissement de l'intervalle de validité. Elle a aussi illustré la capacité nouvelle de cette méthode à détecter des dérives de capteur très tôt après leur apparition. Elle a permis de choisir une valeur du degré d'élargissement pour la mise en œuvre d'un test sur la base de données opérationnelles en temps quasi-réel (NRT).

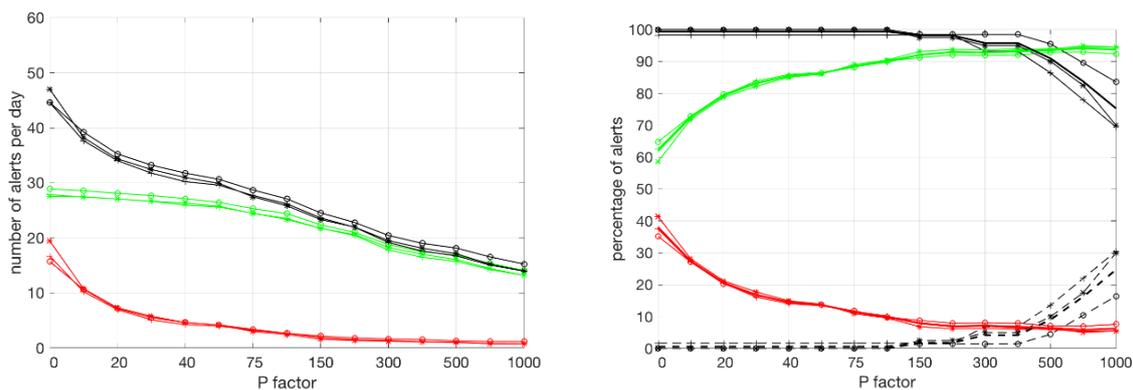


Figure 2 : A gauche : nombre moyen d'alertes quotidiennes générées par la méthode MinMax-NRT en fonction du facteur P d'élargissement de l'intervalle de validité. Noir : nombre total d'alertes ; rouge : nombre de fausses alertes ; vert : nombre de bonnes alertes. A droite : pourcentage moyen d'alertes quotidiennes générées par la méthode MinMax-NRT en fonction du facteur P d'élargissement de l'intervalle de validité. Les courbes noires, trait plein (trait tireté), indiquent le pourcentage de données erronées (identifiées dans un travail indépendant) que la méthode est (n'est pas) capable de capturer.

Par ailleurs les actions suivantes ont été menées en association avec les autres composantes de Coriolis.

### 14.1.3 Thermosalinographes

Les données des thermosalinographes des navires d'opportunité disponibles en temps réel (par exemple, du SNO SSS, mais aussi d'autres navires dont les données sont transmises à GOSUD/CORIOIS) sont souvent entachées de forts biais (en T, dû aux réchauffements dans les tuyauteries et en S, dû au bio-fouling). Coriolis et le SNO SSS travaillent (avec soutien d'un CDD CNRS) sur une méthode de qualification 'temps réel' des données par comparaison aux données proches de flotteurs Argo. Cette étude a démarré et permet dans une majorité des cas de pouvoir disposer en temps quasi-réel de données non-biaisées (pour S) avec une estimation d'erreur. La fenêtre de temps requise pour estimer les corrections à apporter reste à optimiser de même qu'une estimation des délais pour la production de données 'ajustées'.

### 14.1.4 Profils de T et S issus des balises des mammifères marins

Les données des profils S (mais aussi T, à un moindre degré) issues des balises des mammifères marins sont souvent assez erronées près de la surface, après passages dans des gradients importants de température, du fait des caractéristiques des capteurs utilisés. Une méthode de correction a été développée au sein de MEOP/SNO MEMO en lien avec Fabien Roquet (Univ. Göteborg, Suède).

### 14.1.5 Dérives de flotteurs et de bouées.

Les données de dérives de surface des flotteurs Argo (base ANDRO) ont été comparées aux dérives des bouées dérivantes, issues soit de la base Coriolis, soit d'une base validée en temps différé (AOML/NOAA). Ces analyses ont montré d'une part que les détections de perte d'ancre n'étaient pas parfaites dans la base Coriolis et induisaient des biais dans le cycle saisonnier climatologique de courant. Elles ont aussi montré que la climatologie de courants à 15 m produite par l'AOML souffrait parfois d'inconsistances dans la bande équatoriale (tant océan Atlantique qu'océan Pacifique), mais que la combinaison des données permettait d'avoir une information sur les cisaillements de courant entre la surface et 15-m avec un effet des stratifications thermique et haline mesurée par les flotteurs Argo. Les données de dérive en profondeur ont été comparées favorablement à celles de sections de courant par VM-ADCP lors de campagnes PIRATA et aux mesures de courantomètre des mouillages PIRATA et autres mouillages équatoriaux (Herbert et Habasque, 2018).

### 14.1.6 ANDRO temps réel

La cellule R&D continuera à assurer une veille sur les mesures de courant recueillies par les différents réseaux de Coriolis. Une étude a été menée pour estimer quelle qualification 'temps réel' des données de dérives de flotteurs Argo pourrait être mise en oeuvre. Cela assurerait une contre-partie intéressante à ce qui est actuellement fait en temps différé (produit ANDRO, avec soutien du SOERE CTDO2). Cette pré-étude menée en 2018 par le SNO ARGO suggère qu'une méthode automatique pourrait être appliquée en temps réel, qui résulterait en la détection de 95% des anomalies avec peu de fausses détections.

## 14.2 Activités de la cellule R&D en lien avec les extensions biogéochimiques de Coriolis

Les données recueillies par les réseaux de Coriolis sont aussi très souvent des données d'intérêt biogéochimique (oxygène dissous, pH ou carbone océanique, fluorescence de la chlorophylle...). Beaucoup de ces données sont recueillies automatiquement avec une qualification 'temps réel', mais sans validation 'temps différé'. Un premier examen portant sur les données d'oxygène dissous en 2018 a permis de mettre en évidence d'importantes incohérences i) sur les unités dans lesquelles les données sont reportées, ii) sur les coefficients de conversion utilisées ou encore iii) sur les QC attribués à certaines données (cf. fig suivant – valeurs O2 avec QC9 – missing value).

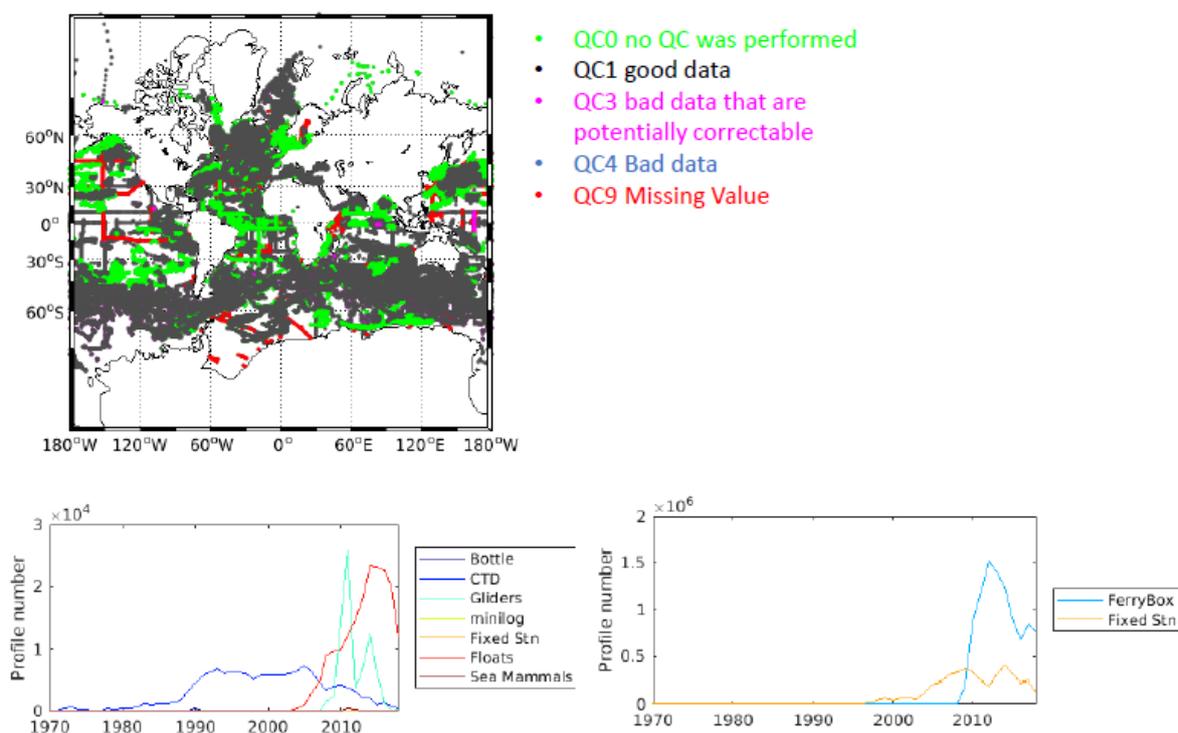


Figure 3: (haut) distribution spatiale des données d'oxygène dissous de la base Coriolis. La couleur indique la qualité de la donnée 'temps réel'; (bas) nombre de profils par type d'outil de mesure acquis au cours du temps

Ces incohérences sont en voie d'être corrigées dans la base Coriolis. Des tests de qualification 'temps réel' sont en cours de préparation, qui sont partagés avec les partenaires Européens et seront éventuellement améliorés. La qualification de ces données en temps réel ou en temps partiellement différé (par exemple, pour les données des flotteurs bioArgo) reste une question ouverte, sur laquelle nous travaillerons en 2019.

### 14.3 Publications et rapports

Gourrion, J., T. Szekely, R. Killick, B. Owens, G. Reverdin, et B. Chapron, 2018. Improved statistical method for quality control of hydrographic observations. Soumis à J. Atmos. Ocean. Technol.

Szekely, T., J. Gourrion, S. Pouliquen et G. Reverdin, 2018. The CORA 5.2 dataset: global in-situ temperature and salinity measurements dataset. Data description and validation. Soumis à Ocean Sciences.

Habasque, J., et G. Herbert, 2018. Intercomparaison des mesures de courant dans l'Atlantique tropical. Janvier 2018. Seano, doi 10.13155/55134.

Reverdin, G., A.R. Friedman, L. Chafik, P. Holliday, T. Szekely, H. Valdimarsson, I. Yashayaev. North Atlantic extratropical and subpolar gyre variability during the last 120 years: a gridded dataset of surface temperature, salinity, and density. Part I: Dataset validation and RMS variability. Ocean Dynamics, DOI: 10.1007/s10236-018-1240-y.

Reverdin G, Alory G, Diverres D, Bringas F, Goni G, Heilmann L, Chafik L, Szekely T, Friedman A R (2018) North Atlantic subpolar gyre along predetermined ship tracks since 1993: a monthly data set of surface temperature, salinity, and density. Earth Syst. Sci. Data 10: 1403-1415. <https://doi.org/10.5194/essd-10-1403-2018>.

### 14.4 Moyens humains et financiers (par organisme)

Un CDD IR (un contrat CNRS) (Virginie Racapé) et OceanScope (Jérôme Gourrion, Tanguy Szekely) partenaire CMEMS.



REVERDIN Gilles

LOCEAN  
Univ. Paris VI, boîte 100,  
4, place Jussieu, 75252 Paris  
Cx 05

[gilles.reverdin@locean-ipsl.upmc.fr](mailto:gilles.reverdin@locean-ipsl.upmc.fr)



RACAPE Virginie

CNRS  
Campus Ifremer

[Virginie.Racape@ifremer.fr](mailto:Virginie.Racape@ifremer.fr)



GOURRION Jérôme

OceanScope  
Plouzané

[jerome.gourrion@ocean-scope.com](mailto:jerome.gourrion@ocean-scope.com)



SZEKELY Tanguy

OceanScope  
Plouzané

[Tanguy.Szekely\\_jerome@ocean-scope.com](mailto:Tanguy.Szekely_jerome@ocean-scope.com)



## 15. ANNEXE COMPOSITION DES COMITES

Coordinateur technique Coriolis : Sylvie Pouliquen IFREMER

Coordinateur Scientifique Coriolis : Gilles Reverdin CNRS

### 15.1 Comité Directeur

- CEREMA - Nathalie Metzler
- CNES - Gerald Dibarboure, Thierry Guinle,
- CNRS/INSU - Bruno Blanke, Gérard Eldin, Gilles Reverdin (Coordinateur Scientifique),
- Ifremer - Patrick Vincent (Président du Comité Directeur), Ifremer - Pierre-Yves Le Traon (Secrétaire exécutif), P. Cotty, J. Paillet, Ifremer - Sylvie Pouliquen (Coordinateur technique Coriolis),
- IPEV – Xavier Morin
- IRD – Yves Morel, Marina Lévy, Frédéric Ménard
- Météo France - Philippe Dandin,
- SHOM - Jean-Claude Le Gac

### 15.2 Comité de Pilotage

- Coordinateurs Sylvie Pouliquen, Gilles Reverdin,
- Responsables de composantes : Thierry Carval, Nathanaële Lebreton, Gilles Reverdin,
- Représentant des Services d'Observations :
  - CEREMA : Xavier Kergadallan
  - Argo : Guillaume Maze ;
  - Bio-Argo : Fabrizio D'Ortenzio ;
  - SSS : Gael Alory;
  - Pirata : Bernard Boulès ;
  - Bouées ancrées et dérivantes : Gilbert Emzivat ; Paul Poli
  - MEMO : Christophe Guinet ;
  - Glider : Pierre Testor ;
  - Marégraphie : Vincent Donato ;
  - Réseau Côtier Haute Fréquence : Guillaume Charria.

### 15.3 Composante Coriolis-Données

- Coordinateur : Thierry Carval IFREMER,
- Centre IFREMER : Loic Petit de la Villéon,
- Centre SHOM Coriolis-Marine : V Cariou,
- SO Pirata: Bernard Boulès, Jacques Grelet,
- SO SSS: Gael Alory,
- Bouées ancrées et dérivantes : Paul Poli
- Glider: PierreTestor,
- MEMO : Fabien Roquet
- REFMAR : Vincent Donato,
- Réseau Haute Fréquence Côtier : Jean-François Le Roux.

## 15.4 Composante Moyens à la Mer

- Coordination : Noé Poffa,
- Déploiement Argo :
  - IFREMER : Noé Poffa;
  - IRD : Fabrice Roubaud ;
  - CNRS : Emmanuel De st leger ;
  - SHOM : Nathanaële Lebreton.
- Centre commun d'étalonnage des capteurs de d'analyses des échantillons de mer :
  - SHOM: Marc Le Menn ;
  - IFREMER : Chantal Compère ;
  - IRD : Denis Diverrès.
- SO Pirata: Bernard Bourlès, J Grelet,
- SO SSS : Gael Alory,
- Bouées ancrées et dérivantes : Gilbert Emzivat
- Glider: J Melkonian,
- MEMO : Christophe Guinet,
- REFMAR : Vincent Donato,
- Réseau Haute Fréquence Côtier : Loïc Quemener.

## 15.5 Composante R&D

- Coordinateur : Gilles Reverdin,
- IFREMER : Christine Coatanoan,
- CNRS : Cellule R&D,
  - Virginie Racape(CDD financement CNES Coriolis);
- OceanScope
  - Tanguy Szekely (Partner CMEMS INSTAC)
  - Jérôme Gourrion ((Partner CMEMS INSTAC)
- SO-Argo : Nicolas Kolodziejczyk , Cécile Cabanes
- SO Pirata : Bernard Bourlès,
- SO SSS: Gael Alory, Thierry Delcroix,
- Bouées ancrées et dérivantes : Gilbert Emzivat,
- Glider : Pierre Testor,
- MEMO : Christophe Guinet, Fabien Roquet,
- REFMAR : Vincent Donato,
- Réseau Côtier Haute Fréquence : Guillaume Charria.