

US 191 - IMAGO
Laboratoire d'Océanographie
Centre de Brest / Le Havre
Rapport d'activité 2019

B. Boulès, F. Baurand, D. Diverrès, J. Grelet, S. Hillion, S. Jacquin, D. Lopes, F.
Roubaud, P. Rousselot

Mai 2020

<http://www.imago.ird.fr/>

Sommaire

1. PRESENTATION.....	3
2. PERSONNEL.....	3
3. ACTIVITES DU LABORATOIRE.....	3
3.1. LES RESEAUX D'OBSERVATION.....	3
3.1.1. <i>Surveillance de la Salinité de Surface : le SNO-SSS</i>	3
3.1.2. <i>Mesures de la salinité de surface de la mer par les navires de recherche</i>	6
3.1.3. <i>Mesures de profils thermiques par sondes jetables XBT</i>	8
3.1.4. <i>Mesures océaniques et atmosphériques de pression partielle de CO₂</i>	8
3.1.5. <i>Marégraphes</i>	10
3.2. LE LABORATOIRE DES MOYENS ANALYTIQUES.....	10
3.2.1. <i>Présentation</i>	10
3.2.2. <i>Les clients du laboratoire</i>	10
3.2.3. <i>Bilan des Analyses effectuées en 2019</i>	11
3.2.4. <i>Essais inter-laboratoires - CRM</i>	13
3.3. CAMPAGNES A LA MER.....	14
3.3.1. <i>Campagnes réalisées sur des navires marchands</i>	14
3.3.2. <i>Campagnes réalisées sur des navires de recherche</i>	14
3.3.3. <i>Service National d'Observation PIRATA</i>	15
3.4. TRAITEMENT DES DONNEES OCEANOGRAPHIQUES.....	18
3.5. LA FLOTTE OCEANOGRAPHIQUE DE L'IRD.....	20
3.6. RESUME DES SOUTIENS DE L'US191.....	21
4. DEMARCHE QUALITE ; HYGIENE ET SECURITE.....	23
5. STAGIAIRES ET FORMATIONS DISPENSEES.....	24
6. BUDGET.....	25
7. PUBLICATIONS, RAPPORTS ET COMMUNICATIONS.....	26
8. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES.....	32

1. Présentation

Les activités du laboratoire d'océanographie de l'US IMAGO de Brest sont les suivantes :

- Assurer la gestion opérationnelle de réseaux/services d'observation.
- Assurer la mise en œuvre de l'instrumentation océanographique lors de campagnes en mer.
- De valoriser les mesures océaniques *in situ* par des actions spécifiques en liaison avec les UMRs concernées.
- Répondre aux demandes d'intervention des UMRs ainsi qu'à leurs partenaires.

Le laboratoire dispose d'une antenne au Havre où un agent est affecté pour suivre l'activité des navires marchands.

Note : depuis janvier 2018, l'US IMAGO ne gère plus la flotte océanographique de l'IRD.

2. Personnel

Les effectifs du laboratoire sont les suivants :

Bernard Bourlès	Responsable – Directeur de l'unité US191 (depuis juillet 2018)
Dominique Lopes	Assistante de direction de l'US191.
Jacques Grelet	Responsable du laboratoire de Physique ; informatique/logiciels.
Fabrice Roubaud	Instrumentation. En charge des mouillages du SNO PIRATA.
Pierre Rousselot	Traitement de données océanographiques. Développement logiciels.
Denis Diverres	Responsable Réseau d'observation Atlantique par navires marchands.
Stéphane Jacquin	Réseaux d'observation Atlantique par navires marchands. Affecté au Havre.
François Baurand	Responsable du laboratoire des Moyens Analytiques
Sandrine Hillion	Laboratoire des moyens analytiques

3. Activités du Laboratoire

3.1. Les réseaux d'observation

3.1.1. Surveillance de la Salinité de Surface : le SNO-SSS

Ce Service National d'Observation (S.N.O.) est dédié à la mesure en continu de la salinité de surface de la mer (SSS, *Sea Surface Salinity*) à partir de navires de commerce. Les mesures de salinité contribuent à améliorer la compréhension de la variabilité du climat et du cycle de l'eau.

Depuis le 1^{er} septembre 2016, le responsable scientifique du S.N.O. est Gaël Alory, chercheur CNAP, affecté à l'UMR065/LEGOS. La gestion technique du réseau est confiée à l'US191, et l'équipe qui en est chargée est composée de Denis Diverres (Plouzané) et Stéphane Jacquin (Le Havre).

<http://www.legos.obs-mip.fr/observations/sss>

Depuis 2002, les réseaux d'observations océaniques de l'IRD font partie du programme international GOSUD « GLOBAL OCEAN SURFACE UNDERWAY DATA » qui coordonne l'acquisition de mesures océaniques à partir de navires de commerces.

<http://www.gosud.org/>

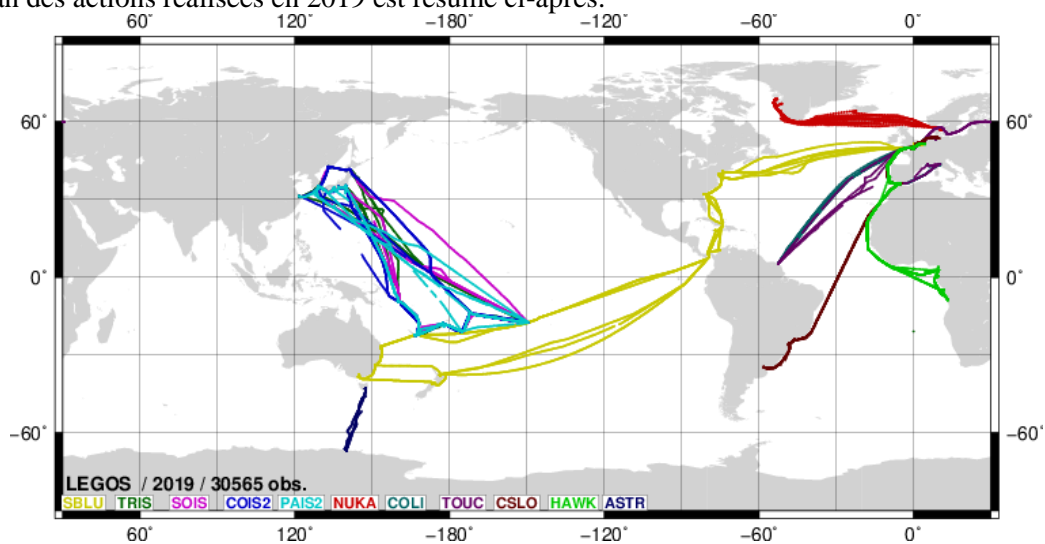
La liste des bateaux gérés par l'US191 depuis Brest/Le Havre est donnée dans le tableau suivant.

La dernière colonne du tableau donne le nombre de voyages au cours desquels des données correctes ont été acquises. Par données correctes on entend des données dont le code qualité a été positionné à 'Bon', 'Probablement bon' ou 'Harbour' (mesure correcte dans un port).

Navires	Ligne		Date de mise en service	Type d'instruments	Nb de voyages réalisés en 2019 1 A/R = 2 voyages	Nb de voyages corrects effectués en 2019 1 A/R = 2 voyages
	code WOCE	Ports d'escales				
Nuka Arctica	AX01	Aalborg (DK) - Groenland	1997	SBE 21	30	23,3
Cap San Lorenzo	AX11	Le Havre – Santo (Brésil)	2014	SBE 21	14	10,2
Hawk Hunter	AX 15	Le Havre – Afrique de l'Ouest	2017	SBE 21	12	10
Seatrade Blue		Le Havre-USA-Panama-Nouméa-Australie A/R	2019	SBE21	6	5,2
MN Colibri	AX20	Livourne - Brême - Kourou	2000	SBE 21	11	9
MN Toucan	AX20	Livourne - Brême - Kourou	1995	SBE 21	12	11,4

Liste des navires du SNO SSS gérés par l'US191 depuis Brest

Le bilan des actions réalisées en 2019 est résumé ci-après.



Carte du réseau d'observation pour l'année 2019 (données en temps réel)

1 - Maintenance des ThermoSalinoGraphes (TSG)

La maintenance des appareils installés à bord des navires marchands (TSG) est effectuée à partir de Brest et du Havre. Les navires marchands sont visités à chacune de leurs escales.

Nous faisons appel au centre d'étalonnage du projet CORIOLIS (SHOM – Brest) pour étalonner les TSG. Dans le cas où une anomalie est détectée lors de l'étalonnage au SHOM, l'appareil est renvoyé chez le constructeur SEA-BIRD (platinisation des cellules de conductivité).

Aucun étalonnage n'a été effectué au SHOM en 2019, les appareils devant être réparés chez le constructeur SeaBird.

4 étalonnages ont été effectués en 2019 chez le constructeur SeaBird.

A noter 1 étalonnage également effectué en 2019 au CSIRO (Australie) pour le TSG de l'Astrolabe.

2 - Mouvements des navires

Une des difficultés du réseau est d'assurer la continuité des mesures alors que les navires changent régulièrement de ligne. Entre le moment où nous sommes avertis du changement de ligne d'un navire et où nous sélectionnons et équipons un nouveau navire, il peut se passer de 10 mois à 1 an.

En remplacement du navire CMA CGM Pointe des Salines, qui aura été en service de janvier à août 2018, le CMA CGM Seatrade Blue est entré en activité en février 2019. L'installation du matériel a été effectuée lors d'un embarquement de D.Diverres sur le navire, entre Dunkerque et le Havre, avec l'aide des mécaniciens du navire.

3 – Modernisation du réseau.

Depuis la fin de l'année 2007, tous les navires du S.O. SSS transmettent les données en temps réel, conformément aux préconisations des scientifiques. L'acquisition et la transmission temps réel des mesures sont réalisées par un logiciel conçu par l'US191, via le système INMARSAT.

Les données « temps réel » sont gérées par l'UMR065/LEGOS. Les gestionnaires des navires ont une visibilité permanente des données acquises accès via le site :

<http://www.legos.obs-mip.fr/observations/sss>

La visualisation des données « temps réel » permet de vérifier la bonne marche des instruments et éventuellement de demander à l'équipage d'intervenir en cas de panne mineure.

Les données sont accessibles à un nombre restreint de personnes. Un login et un mot de passe sont demandés. Cette sécurisation de l'accès aux données est exigée par les compagnies maritimes qui souhaitent une certaine confidentialité sur la route suivie par leurs navires.

En 2017 des tests avaient été réalisés pour réaliser la transmission des données temps réel via le système Iridium, qui doit permettre de diminuer les coûts de transmission. Le nouveau logiciel d'acquisition des données SODA v2.0 offre désormais la possibilité d'utiliser soit une transmission Inmarsat-C, soit une transmission Iridium. Ainsi, le MN Colibri dans l'Atlantique et l'Astrolabe dans l'Indien sont désormais équipés d'une antenne Iridium en remplacement de leurs antennes Inmarsat-C. Sur le SeaTrade Blue, les données sont envoyées gratuitement par l'Inmarsat Fleet du bord.

4 – Bilan des données acquises

86 voyages de navires marchands (1 aller-retour = 2 voyages) ont été enregistrés et validés en 2019, dont 69 pour lesquels les données sont majoritairement qualifiées "bonnes".

Les voyages considérés comme "mauvais" sont dus à des problèmes techniques (panne du thermosalinographe par exemple ou du PC qui le pilote), à une défaillance humaine (l'équipage oublie parfois d'ouvrir les vannes de circulation d'eau de mer), mais aussi au mauvais temps (l'eau est très brassée et les bulles d'air nuisent à la mesure de la conductivité).

5 – Collecte d'échantillons d'eau de mer

Il est demandé à tous les navires équipés de TSG de procéder à un prélèvement d'eau de surface journalier. Les analyses sont effectuées au centre CORIOLIS du SHOM par les techniciens de l'IRD ou du SHOM. 500 échantillons ont été analysés en 2019.

6 – Logiciel de validation des mesures acquises à bord des navires.

L'US191 a développé un logiciel de validation des données TSG, appelé TSG-QC.

Le logiciel et la documentation sont disponibles sur le site : <http://www.ird.fr/us191/>

La validation des données s'effectue en 2 étapes :

1 - Les gestionnaires des réseaux de l'US191 attribuent un code qualité à chaque mesure. Ce code est fonction de la bonne marche des instruments à bord des navires. Les fichiers sont ensuite transmis à l'UMR LEGOS.

2 - Si nécessaire, une correction est apportée aux données par comparaison à des données indépendantes (prélèvement d'échantillons, mesures co-localisées avec d'autres instruments, ...). Ces corrections sont réalisées par un chercheur de l'UMR LEGOS.

Les principales améliorations apportées au logiciel ont été :

- ✓ Migration du dépôt subversion (SVN) vers la nouvelle plateforme IRD Gitlab
- ✓ Ajout des climatologies WOA15 et ISAS15
- ✓ Utilisation de la toolbox Matlab GSW
- ✓ Ajout de nouvelles fonctionnalités dans l'affichage du fond de carte m_map

Pour le détail des améliorations, voir le fichier :

<https://git.outils-is.ird.fr/grelet/TSG-QC/blob/master/ReleaseNotes.md>

7 - Réunion du SNO SSS

La réunion annuelle de Service d'Observation SSS s'est tenue à Brest en juin 2019. Cette réunion est le lieu de rencontre de tous les acteurs impliqués dans le SNO SSS : les chercheurs utilisateurs des données, les gestionnaires des réseaux, les informaticiens qui maintiennent le site web, etc... Elle permet de faire le point sur les actions menées et les échéances à venir.

3.1.2. Mesures de la salinité de surface de la mer par les navires de recherche

Les navires de recherche français (Atalante, Thalassa, Pourquoi-Pas, Beautemps-Beaupré, Alis, Antea) sont équipés de TSG et procèdent à des mesures en continu pendant les campagnes en mer ou lors des transits.

Voir <http://www.umar-lops.fr/Donnees/SSS-InSitu/French-REsearch-SHips>

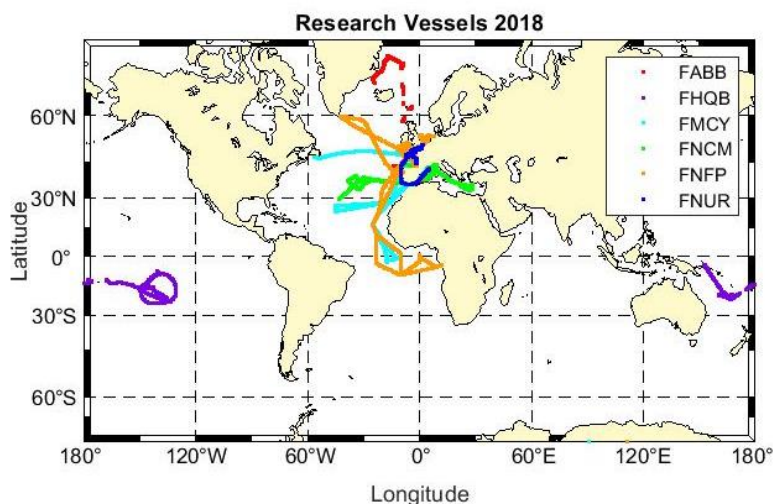
Les données sont envoyées en temps réel au centre de données Coriolis. Des flacons d'eau de mer sont prélevés journalièrement par les électroniciens GENAVIR et sont comparés aux données du thermosalinographe du bord.

En 2012, L'US IMAGO a proposé au programme multi-organisme d'océanographie opérationnel Coriolis de valider ces données à l'aide du logiciel TSG-QC à l'instar de ce qui se faisait pour les navires de commerce.

La validation s'effectue en deux étapes : une validation mensuelle des données émises en temps réel (niveau « 1C ») puis, en collaboration avec Nicolas Kolodziejczyk, chercheur à l'UMR LOPS, une validation (niveau « 2C+ ») qui intègre les données externes comme les flacons d'eau de mer ou les mesures des flotteurs ARGO.

En 2019, les données de 2018 ont été validées.

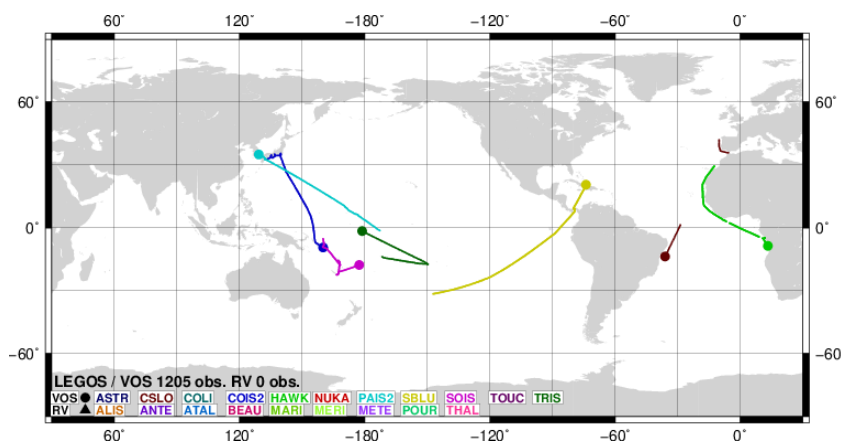
Les données sont regroupées dans une base de données qui est accessible via un DOI : <https://www.seanoe.org/data/00284/39475/>



Carte des données acquises en 2018 et traitées en 2019

Un agent de l'US IMAGO assure en outre le suivi en temps réel des mesures TSG des navires de recherche.

Pour mieux répondre aux objectifs de l'océanographie opérationnelle, et dans le cadre de CORIOLIS, le SNO SSS a accepté que le suivi des données en temps réel des données acquises sur les navires de recherche de la Flotte Océanographique Française puisse être également réalisé depuis le site internet du SNO SSS. Une interface identique à celle utilisée pour les navires marchands (affichage des routes et des données des 15 derniers jours, alertes, etc.) a été mise en place en 2018. Cette interface facilite le suivi de l'acquisition et permettra de réagir plus rapidement à des dysfonctionnements. La carte ci-dessous montre la situation du réseau du SO SSS le 11/05/2020. Les navires de recherche (triangles) apparaissent au même titre que les navires de commerce (ronds), mais en raison de la pandémie de Covid19, tous les navires de recherche sont à l'arrêt.



Expertise

Dans le cadre de la refonte du N/O Thalassa de l'Ifremer, l'US IMAGO a participé au groupe de travail « instrumentation » qui a été constitué pour répondre aux objectifs suivants :

- choisir les capteurs à implanter à bord du navire afin d'effectuer des mesures en continu,
- définir les contraintes d'intégration, de calibration, de maintenance à prendre en compte,
- définir les modes opératoires devant être suivis.

La refonte du Thalassa s'est terminée en 2017 mais les agents de l'US IMAGO continuent de contrôler les mesures acquises par la Ferrybox : mesure de l'oxygène dissous par une optode Aanderaa et détermination de la salinité par un SBE 45 (comparaison avec le SBE 21 déjà installé).

La société OceanoScientific, souhaitant bénéficier de son expérience acquise sur les navires de commerce et sur l'Astrolabe en 2017, a sollicité en 2018 l'US IMAGO pour une assistance technique afin d'installer un thermosalinographe sur un brise-glace polaire privé en cours de construction en Hollande : le M/V Ragnar. C'est une prestation technique qu'IMAGO facture à OceanoScientific. La phase d'étude est terminée et l'installation a débuté en novembre 2019. Le navire sera baptisé en 2020.

En 2019, Imago a également reçu une demande d'intervention de la part d'Eric Machu (Chercheur IRD à l'UMR LOPS) afin d'installer un thermosalinographe et un fluorimètre sur le navire Aline Sitoé Diatta, un ferry qui relie Dakar à Ziguinchor (Sénégal). Une mission sur place a été réalisée en juillet 2019 pour une 1ère visite du navire, puis un projet d'installation a été rédigé et soumis à la COSAMA, l'armateur sénégalais du navire. L'installation à bord initialement prévue en décembre 2019 pendant la cale sèche du navire a été reportée en 2020 (à noter que le matériel a été réceptionné au LAMA de Dakar la veille de la fermeture du laboratoire induite par la pandémie de Covid19, en mars 2020...).

3.1.3. Mesures de profils thermiques par sondes jetables XBT

Jusqu'en 2011, L'US191 maintenait un réseau de mesures de profils thermiques XBT (eXpendable BathyThermograph) à partir des navires marchands. Les scientifiques privilégient désormais des lignes dites à haute densité et imposent de réaliser des profils toutes les 60 à 90 minutes.

Depuis 2011, le laboratoire d'océanographie de l'US191 ne maintient plus de lignes XBT, mais répond aux sollicitations des scientifiques qui veulent organiser des lancers à partir des navires du SNO SSS. Le laboratoire s'occupe de contacter les navires, de mettre en place le matériel et les consommables, de former les embarquants ou les équipages.

Les sondes XBT sont fournies par un partenaire étatsunien : la « National Oceanic and Atmospheric Administration » (NOAA, USA) et par l'Université de Bergen (Norvège). Depuis 2011, tous les lancers se font en « haute densité », c'est-à-dire toutes les 60 à 90 minutes. Ce mode de lancer implique soit une participation active de l'équipage (et donc une rémunération) soit un embarquement d'un scientifique à bord du navire.

En 2019 nous avons participé à une seule ligne pour ces opérations :
Europe – Groenland 1 navire Nuka Arctica

Bilan 2019 : 2 voyages, 99 lancers pour le Nuka Arctica, dont 90 corrects (91%).

Sur le Nuka Arctica, c'est l'équipage qui procède aux lancers toutes les 90 minutes. Nous assurons la maintenance du matériel et la logistique (fourniture des sondes par la NOAA) et veillons à la transmission des données « temps réel » au Système Mondial de Transmission (SMT) via le portail Coriolis. A l'issue du voyage, nous validons les données « temps différé » après un 1er contrôle qualité et les transmettons à nos partenaires de la NOAA qui finalisent leur validation.

3.1.4. Mesures océaniques et atmosphériques de pression partielle de CO₂

Les mesures de pression partielle de CO₂ à bord de navires de commerce ont débuté en 2006 à la demande de Nathalie Lefèvre (chercheur IRD de l'UMR182/LOCEAN). Ces mesures ont pour objectif d'évaluer les sources et puits de carbone océanique. L'objectif est de réduire les incertitudes du flux net annuel de CO₂ à l'interface air-mer, qui sont d'un facteur 2 sur l'océan global et d'un facteur 4 sur l'océan Atlantique.

Il n'existe pas de logiciel dédié permettant l'attribution de codes qualité. Les données sont visionnées sous Excel. Les paramètres annexes à la mesure de CO₂ sont nombreux (température, pression, débit d'air ou d'eau, humidité) et influent directement sur la qualité de la mesure.

L'US IMAGO fournit à Nathalie Lefèvre un jeu de données directement exploitable pour effectuer des calculs de flux de CO₂ à l'interface océan /atmosphère. Ces données sont ensuite transmises à ICOS Europe, <https://otc.icos-cp.eu/node/6>.

L'US IMAGO a été sollicitée pour installer des appareils de mesure en continu de la pression partielle (mer et air) de CO₂ à bord de navires marchands.

Les chaînes de mesure de pCO₂ ont été installées en 2006 sur le MN Colibri (achat en 2005) et en 2014 sur le Cap San Lorenzo (achat en 2006, c'est le 4^{ème} navire sur cette ligne depuis 2007).

Les deux chaînes de mesure ne sont pas identiques. Celle du Colibri, plus ancienne était un prototype tandis que celle du Cap San Lorenzo est un appareil de série (*General Oceanics*). Le LOCEAN a obtenu un financement en 2018 pour acquérir un nouvel analyseur qui a été installé en mars 2019 à l'occasion d'un court embarquement de Denis Diverres sur le Cap San Lorenzo entre Anvers et Le Havre. L'ancien analyseur a été démonté et fait l'objet d'une rénovation au laboratoire de l'US IMAGO. Il sera conservé en secours ou installé sur le MN Colibri en 2020.

<u>Lignes de navigation:</u>	Europe – Guyane Française	1 navire	MN Colibri
	Europe – Amérique du Sud	1 navire	Cap San Lorenzo

L'analyseur du MN Colibri est tombé en panne (disque dur) en décembre 2019. Il a été démonté et transporté à Brest. Sa rénovation est délicate car il est composé de nombreux éléments obsolètes difficiles à trouver dans le commerce (disque dur IDE, système d'exploitation Win NT). Malheureusement une mise à jour informatique n'est pas possible, il faudrait changer tous les capteurs intégrés.

A noter que des mesures d'O₂ dissous sont également effectuées depuis fin 2017 sur le Cap San Lorenzo: une optode Aanderaa est placée dans le thermosalinographe et les données sont enregistrées par un programme dédié.

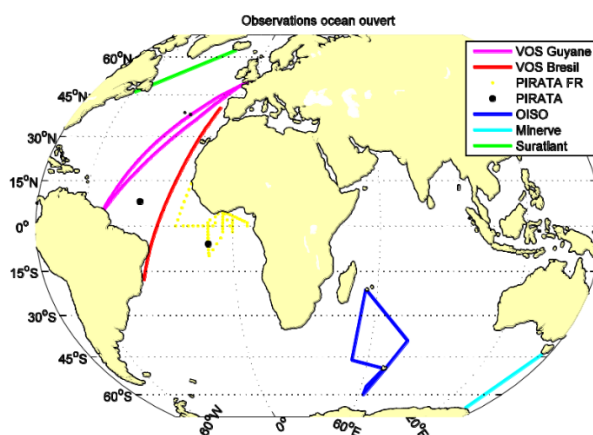
Données :

En 2019, **6** voyages pour le Colibri (**5** corrects) et **12** voyages pour le Cap San Lorenzo (**11** corrects). La qualité des données sur le Cap San Lorenzo a été grandement améliorée avec le nouvel analyseur.

Labellisation ICOS

ICOS (Integrated Carbon Observation System - <https://www.icos-ri.eu/>) est une Infrastructure de Recherche qui observe les flux des gaz à effet de serre en Europe et dans les régions adjacentes (Afrique, Sibérie principalement). Cet observatoire est un réseau de stations de mesure des concentrations atmosphériques et des flux échangés par les écosystèmes, ainsi qu'un réseau de mesures océaniques. Le but d'ICOS est de construire un réseau standardisé, sur le long-terme, à haute précision, pour mesurer les concentrations atmosphériques des gaz à effet de serre. Sa composante océanique – Ocean Thematic Center (OTC) – regroupe 21 stations fixes (bouées) ou mobiles (navires).

La ligne de navire marchand France-Brésil (Cap San Lorenzo) a été sélectionnée et labellisée « Class 2 » par ICOS Europe. Cette labellisation implique de fournir régulièrement toutes les informations nécessaires concernant la maintenance des capteurs (Schéma installation, certificats d'étalonnage, etc.)



Le réseau d'observation ICOS- France, mettant en évidence les parts du réseau auquel contribue IMAGO (VOS et PIRATA). Voir <http://www.icos-ocean.fr/>

3.1.5. Marégraphes

L'US IMAGO possède un parc de 8 marégraphes (anciens modèles Aanderaa). Deux marégraphes sont prêtés à l'UMR065/LEGOS, et deux autres à la Division Technique de l'INSU (DT INSU).

A noter qu'un marégraphe (nouveau modèle INSU) avait été acheté par le SNO PIRATA en 2013, dédié à São Tomé sous la responsabilité d'IMAGO. N'ayant jamais fonctionné, ce marégraphe est resté à la DT INSU.

3.2. Le Laboratoire des moyens analytiques

3.2.1. Présentation

Le Laboratoire des Moyens Analytiques (LAMA) de Brest, spécialisé en chimie marine, est un des quatre laboratoires de chimie de l'US IMAGO (avec ceux de Nouméa, Dakar et Cayenne, ce dernier ayant été fermé en septembre 2019).

Le LAMA intervient à la demande des équipes d'océanographie de l'IRD et de leurs partenaires scientifiques. Son rôle est de préparer, organiser et effectuer en mer ou/et à terre l'ensemble des tâches se rapportant à l'analyse chimique des échantillons d'eaux de mer.

Le laboratoire a la particularité d'effectuer les analyses chimiques en mer, lors de campagnes océanographiques, mais aussi à terre, dans ses locaux de Brest.

3.2.2. Les clients du laboratoire

Le laboratoire est intervenu (analyses, préparation de matériel) pour les unités suivantes :

UMR LEGOS

Campagne PIRATA FR 29 (resp. Bernard Boulès) du 28 février au 4 avril 2019. Voir le descriptif de la campagne au paragraphe : 3.3.3.

Le laboratoire a en charge la préparation des postes suivants :

- ✓ Analyse à bord de la salinité, oxygène dissous,

- ✓ Pasteurisation d'échantillons pour l'analyse à terre des nutriments (à savoir les 4 nutriments suivants : nitrate, nitrite, phosphate et silicate),
- ✓ Filtration pour analyse à terre des pigments chlorophylliens par HPLC.
- ✓ Analyse à terre de pigments et nutriments.

Une personne du laboratoire a embarqué. Outre la mise en œuvre des postes d'analyse et de prélèvement, cette personne doit former les participants à la campagne aux différentes méthodes de prélèvement.

Campagne PIRATA FR 28 (resp. Bernard Bourlès) réalisée en 2018.

- Analyse à terre de nutriments.

UMR LOPS

Campagne MINISCOPE réalisée en 2018 (resp. Eric Machu)

Le laboratoire a :

- ✓ Analyse à terre de pigments.

Campagne OVIDE réalisée en 2017 (resp. Pascale Lherminier/H.Mercier)

Le laboratoire a :

- ✓ Analyse à terre de nutriments : vérification, reprise de l'analyse de certains échantillons et travail sur la calibration des données.

3.2.3. Bilan des Analyses effectuées en 2019

Analyse (flux continu) au laboratoire des nutriments prélevés et pasteurisés :

	Nombres d'échantillons
Campagne PIRATA FR28 (resp. B.Bourlès, US IMAGO, LEGOS)	503
Campagne PIRATA FR29 (resp. B.Bourlès, US IMAGO, LEGOS)	500
Campagne OVIDE 18 2017 (P.Lherminier UMR LOPS) –finalisation-	2214
Total des analyses réalisées en 2019	3217

Analyse (HPLC) au laboratoire de la concentration en pigments de filtres prélevés lors des campagnes :

Afin de connaître la concentration en pigments phytoplanctoniques dans les échantillons, la chaîne HPLC doit être préalablement calibrée avec des standards de concentration connue. La calibration des 22 pigments étudiés au laboratoire a été effectuée.

	Nombres d'échantillons
Etalonnage de la chaîne HPLC avec de Standards	22
Campagne PIRATA FR29 2019 (resp. B.Bourlès UMR LEGOS)	207
Campagne MINISCOPE (resp. E.Machu, UMR LOPS)	19
Total des analyses réalisées en 2019	248

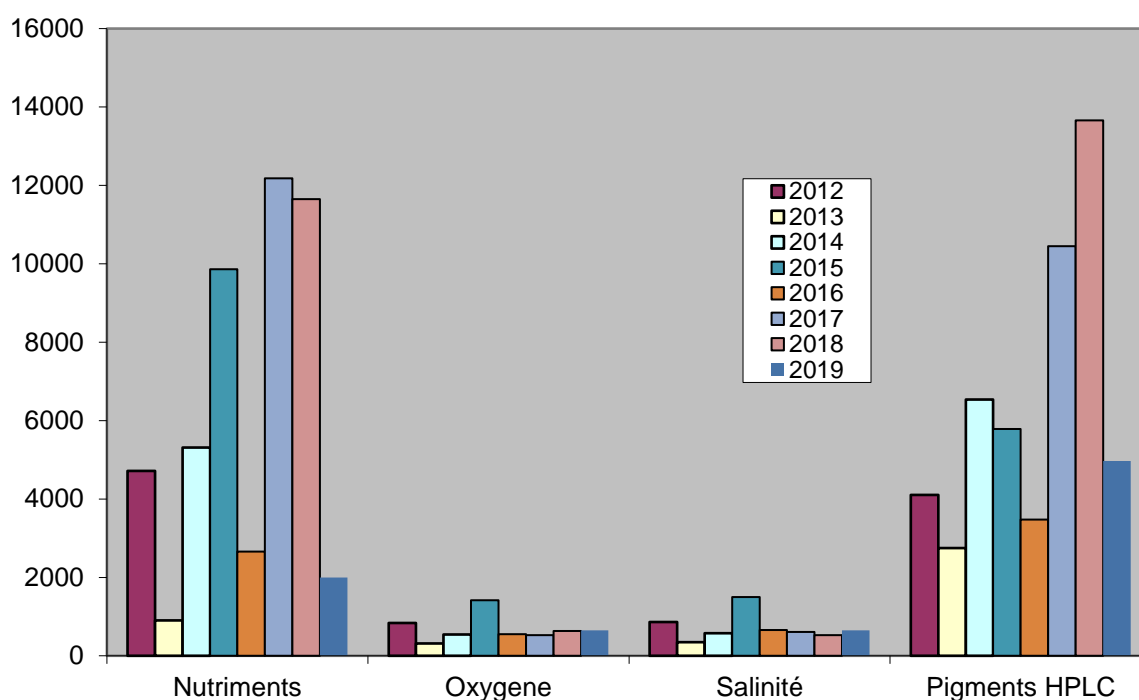
Analyse et prélèvements pendant la campagne PIRATA FR29 (28/02 au 04/04/2019)

Le LAMA de Brest a la responsabilité des prélèvements et analyses réalisées au cours de la campagne. Ces prélèvements sont réalisés par les personnes des quart CTD.

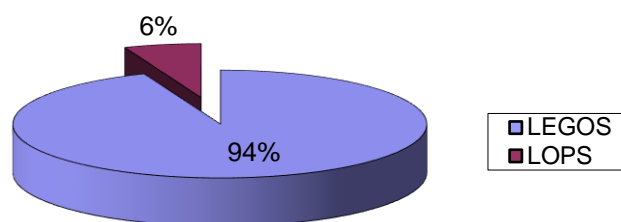
Les prélèvements de salinités et d'oxygène dissous sont analysés à bord du navire.
 Les nutriments et les pigments sont analysés à terre, à Brest, par le personnel du LAMA.
 Les prélèvements de CO₂ sont analysés par l'UMR LOCEAN. Pendant cette campagne, des mesures en continu des paramètres pCO₂ ont été réalisées par l'UMR LOCEAN, qui s'est également chargée en partie des prélèvements de CO₂.
 Des prélèvements supplémentaires avaient été demandés par le LEMAR pour le POM.

	Prélèvement de surface	Analyse à bord
POM	38	0
CO2	98	0
Salinité	73	73
Filtration pour analyses pigments	36	0
Pasteurisation pour Nutriments	73	0
Total analyses		167

	Prélèvement stations CTD	Analyse à bord
CO2	14	0
Salinité	648	648
Oxygène dissous	648	648
Filtration pour analyses pigments	163	0
Pasteurisation pour Nutriments	500	0
Total analyses		1296



Evolution, entre 2012 et 2019, des déterminations réalisées au laboratoire des moyens analytiques de Brest (précision : 4 nutriments et 22 pigments sont analysés pour chaque échantillon). A noter que les analyses de nutriments de la campagne OVIDE ne sont mentionnées que pour l'année 2018.



Répartition des analyses par client en 2019

3.2.4. Essais inter-laboratoires - CRM

Nutriments

Depuis 2016, le LAMA de Brest utilise des étalons internes (CRM : Certificate Reference Material) produits par KANZO Co – Japon accrédité par IA Japon (ASNITE 0052-R).

Pour chaque série d'analyse des échantillons des campagnes, Un CRM international (Japon) dont la concentration avait été certifiée sur chacun des 4 paramètres (nitrite, nitrate, phosphate, silicate) est analysé, et les résultats obtenus par analyse pour les quatre paramètres sont identiques à ceux donnés par le laboratoire certificateur.

Le plan d'action du laboratoire sur l'utilisation de ces CRM et MRS a été reconnu internationalement comme efficace et retenu comme recommandation par le GO –SHIP (The Global Ocean Ship-Based Hydrographic Investigations Program).

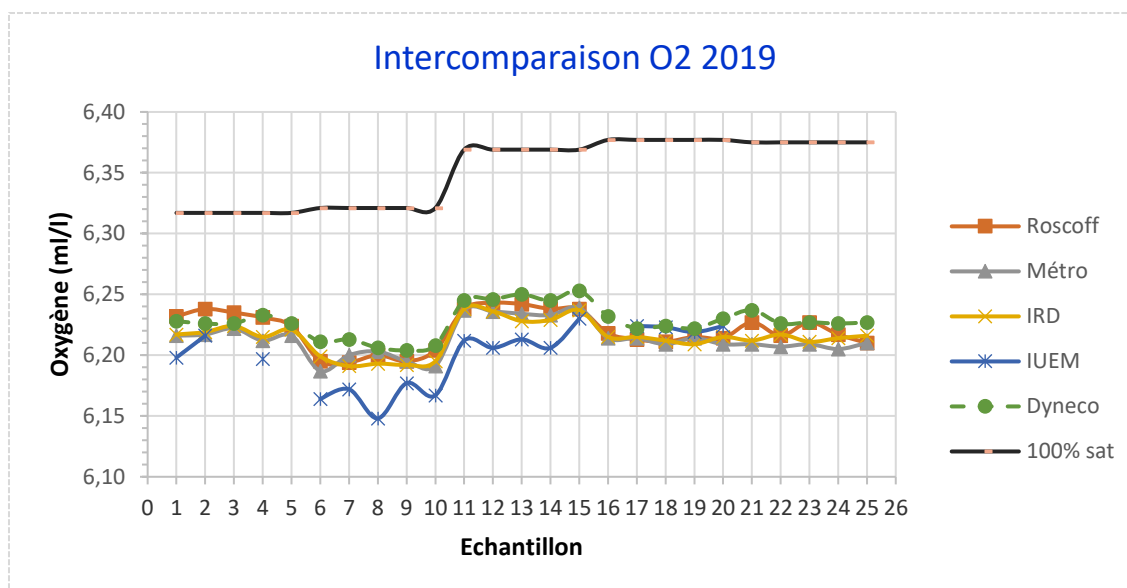
Oxygène

Depuis plusieurs années des laboratoires de la région brestoise organisent des exercices inter-laboratoire sur la mesure de l'oxygène dissous dans l'eau de mer.

En décembre 2019, une intercomparaison de mesures d'oxygène dissous a été réalisée, par plusieurs laboratoires, au môle de Saint Anne du Portzic. Les laboratoires participant étaient:

- . Laboratoire de Chimie Marine, Station Biologique de Roscoff
- . Laboratoire de Chimie Marine, US Imago, IRD
- . Laboratoire de Métrologie, Ifremer
- . Laboratoire de Physique des Océans, Ifremer
- . Observatoire marin, Analyses des eaux, IUEM
- . Laboratoire d'Ecologie Pélagique, Ifremer

Les résultats ont été très satisfaisants pour le laboratoire de chimie marine de l'US191 IMAGO (voir la courbe jaune sur le graphique ci-après). Ce travail a permis de tester tout le matériel et tous les réactifs qui serviront pour l'analyse de l'oxygène lors de la campagne océanographique Pirata Fr30. Un rapport a été rédigé à l'issue de l'exercice (résultat_intercomparaison_oxygène_2019).



3.3. Campagnes à la Mer

L'US191 assiste les équipes scientifiques dans la préparation et la réalisation des missions à la mer.

L'US191 assure la gestion du matériel océanographique embarqué lors de ces campagnes et de l'instrumentation du bord en général.

On peut identifier deux types de campagnes à la mer, celles réalisées sur des navires marchands et celles réalisées sur des navires océanographiques de recherches.

3.3.1. Campagnes réalisées sur des navires marchands

Deux embarquements ont été effectués :

- ✓ D. Diverrès a effectué un court embarquement sur le SEATRADE BLUE en février 2019 entre Dunkerque et Le Havre, pour y finaliser l'installation d'un thermosalinographe.
- ✓ D. Diverrès a effectué un court embarquement sur le Cap San Lorenzo en mars 2019 entre Anvers et Le Havre, pour y installer un nouvel analyseur pour les mesures en continu du pCO₂.

3.3.2. Campagnes réalisées sur des navires de recherche

L'US191 intervient dans la préparation du matériel d'océanographie physique (sonde CTD, rosette de prélèvement, courantomètres, préparation de mouillage, etc.) et chimique (mesure de salinité, oxygène dissous, nutriments, etc.). Ces campagnes demandent un investissement en temps important, pour la préparation du matériel, pour la réalisation des campagnes et enfin pour le conditionnement du matériel au retour des campagnes.

En 2019, le laboratoire d'océanographie de Brest a participé aux 3 campagnes en mer suivantes :

Campagne	UMR	Début	Fin	Lieu	Navire	Personnel US 191	Spécialité
PIRATA FR29	LEGOS	28/02/2019	04/04/2019	Golfe de Guinée	THALASSA	B. Bourlès	Chef de mission
						S. Hillion	Chimie
						D. Lopes	Chimie
						J. Grelet	CTDO2, ADCP
						F. Roubaud	Mouillages
						P. Rousselot	Mouillages
SEAMOUNT	ENTROPIE	04/06/2019	21/06/2019	Nouvelle Calédonie	ALIS	J. Grelet	CTD, ADCP
MARACAS	ENTROPIE	24/06/2019	27/06/2019	Nouvelle Calédonie	ALIS	J. Grelet	CTD, ADCP

Campagnes océanographiques 2019

PIRATA FR29 – 28 février au 4 avril 2019 – Mindelo – Mindelo (Cap Vert)
 Chef de mission : Bernard Bourlès (US IMAGO/IRD)

Voir le compte-rendu au paragraphe 3.3.3.

Campagnes SEAMOUNT et MARACAS :

Les campagnes SEAMOUNTS ont pour objectif principal de caractériser la distribution tridimensionnelle des vertébrés marins sur 12 monts sous-marins et 4 récifs de l'archipel néo-calédonien afin de (i) mieux comprendre l'influence des facteurs humains, environnementaux, géomorphologiques et écologiques sous-jacents, (ii) tester des hypothèses sur le rôle des monts sous-marins en tant qu'oasis de biodiversité, refuges pour les espèces menacées et habitats corridors, et (iii) informer les décideurs sur d'éventuelles priorités de protection.

Il s'agissait lors de cette mission de superviser l'acquisition des différents systèmes du bord et du déploiement de la rosette/CTD pour la collecte d'ADN environnemental de l'US191 IMAGO Nouméa. Ce fut l'occasion de mettre en place et valider les outils d'acquisition et de traitements basés sur le dépôt CRDAP et l'image Docker Oceano développés à Brest et mis au point en 2018.

La campagne MARACAS7 avait pour objectif d'établir la distribution des baleines à bosse au sein du Parc Naturel de la Mer de Corail afin d'identifier les habitats utilisés et leur usage. Il s'agissait de réaliser des observations à vue des baleines, des profils XBT et CTD et déployer un mouillage équipé d'un capteur acoustique permettant d'identifier les baleines porteuses d'une balise de marquage.

3.3.3. Service National d'Observation PIRATA

Ce Service National d'Observation (S.N.O.) a pour objectif la surveillance météo-océanique de l'Atlantique tropical à partir de bouées instrumentées mouillées sur le fond des océans.

Le responsable scientifique du S.N.O. est Bernard Bourlès, Directeur de Recherche de l'IRD, à l'UMR065/LEGOS, jusqu'en juillet 2018 avant d'être nommé DU de l'US IMAGO. La gestion technique du réseau est confiée à l'US191.

http://www.brest.ird.fr/pirata/index_fr.php

Le réseau international PIRATA est constitué de 18 bouées météo-océaniques, le S.N.O. a en charge la maintenance de 6 bouées, ainsi que de trois mouillages courantométriques, situés entre le centre du bassin Atlantique (23°W-0°) et la côte africaine (Congo).

La logistique et la gestion technique du réseau est confiée à l'US191. Le travail d'organisation de ces campagnes (environ 40 jours de mer tous les ans) est important car il faut gérer depuis Brest toute

la logistique, qui consiste à acheminer du matériel de Seattle (Etats-Unis) jusqu'au port d'embarquement en Europe ou Afrique, ainsi que le matériel stocké à Brest. Tous les ans, plusieurs opérations doivent être menées en parallèle dans un intervalle de temps précis tout en intégrant les aléas des transports maritimes.

Extrait du rapport de fin de mission rédigé par B. Bourlès :

« Cette campagne PIRATA (FR29) est la 29ème de la série des campagnes annuelles organisées par la France depuis le début du programme en 1997. Elle avait pour but principal de remplacer les 6 bouées météo-océaniques du réseau PIRATA sous la responsabilité de la France via le SO PIRATA. Trois de ces bouées à 23°W-0°N, 10°W-10°S et 6°S-8°E (équipée d'un capteur CO2) sont des T-FLEX déployées pendant FR26 et FR27, qui remplacent progressivement les systèmes ATLAS. Le mouillage courantométrique situé à 10°W-0°N devait aussi être remplacé pendant la campagne.

La mission FR29 a, comme les précédentes depuis 2015, été menée avec le N/O Thalassa à partir de Mindelo au Cap-Vert, sans aucune escale, en un seul leg de 38 jours (sans compter les journées de mobilisation et démobilisation à Brest pour le transbordement du matériel) avec une équipe de 13 personnes. Le nombre de jours de campagne demandés et octroyés depuis 2008 prennent en considération le temps nécessaire pour remplacer la bouée à 6°S-8°E, ce qui est désormais effectif, ainsi que les sections avec profils CTD-O2/LADCP tous les ½° degré de latitude).

Lors de cette campagne, en plus des travaux classiques inhérents à ce type de campagne (profils CTD-O2/LADCP, XBT, prélèvements de surface et bouteilles pour analyses...) et de travaux d'opportunité déjà effectués depuis quelques années (déploiements de 6 profileurs ARGO et de 13 bouées dérivantes de surface de type SVP-B), plusieurs opérations supplémentaires étaient également programmées :

- Remplacement de 5 capteurs de turbulence sur 2 bouées équatoriales (23°W et 10°W) ;
- Remplacement de récepteurs acoustiques OTN sur toutes les bouées ;
- Acquisition de mesures acoustiques tout le long de la route du navire (pour la 5ème fois dans cette zone particulière, avec acquisition simultanée du courant avec les ADCP de coque -à noter que le S-ADCP 150kHz, en panne en 2018, avait été réparé et donc utilisable-).
- Pour la 1ère fois depuis EGEE3 (2006), acquisition en continu des paramètres du pCO2.
- Pour la 1ère fois, mesures en continu du spectre de neutrons incidents pour ONERA (Toulouse);
- Aussi, des prélèvements spécifiques pour le Carbone Organique Particulaire (POC), la Matière Organique en Suspension (SOC), la Matière Organique Dissoute Colorée (CDOM) et le pH, ainsi que les Matières Organiques Particulaires (POM ; isotopes Carbone et Azote), ont été demandés par différents collègues.
- Enfin, comme les années précédentes, prélèvements de Sargasses, d'anatifes sur les bouées, et demande supplémentaire de morceaux de thons (si pêchés) pour analyser leur teneur en mercure.

Lors de la demande de campagne, et vu la situation au large du Congo en 2018, il était prévu une fin de campagne à Pointe Noire, réduisant ainsi que près de 8 jours la durée de campagne. De nouveaux actes de piraterie survenus fin octobre 2018 sur zone ont annulé cette potentialité.

Aussi, la bouée 6°S-8°E ayant été vandalisée en août 2018, le parcours a été modifié afin d'aller au plus vite en cet endroit. Le transit passant près de l'île d'Ascension a été annulé.»

Les principales réalisations de la campagne PIRATA FR29 sont résumées dans le tableau ci-après :

Opérations	Date	Position	Réussites	Echecs
Remplacement mouillage TFLEX	30/03/2019	23°W-0°N	OUI	
Remplacement mouillage TFLEX	21/03/2019	10°W-10°S	OUI	
Remplacement mouillage ATLAS - TFLEX	23/03/2019	10°W-6°S	OUI	
Remplacement mouillage ATLAS	07/03/2019	10°W-0°N	OUI	
Re-Déploiement mouillage TFLEX	15/03/2019	8°E-6°S	OUI	
Remplacement mouillage ATLAS	10/03/2019	0°E-0°N	OUI	
Déploiement mouillage ADCP	26/03/2019	10°W-0°N	OUI	

Stations CTD			61 : 3x4000m, 27x2000m 30x500m, 1x40m	
Profils LADCP			idem	
Déploiement profileurs ARGO			6	0
Déploiement bouées SVP-BS			13	0
XBT			84	
Mesures thermosalinographe	En continu			
Mesures FerryBOX	En continu			
Mesures SADCP	En continu		38kHz et 150 kHz	
Mesures météo centrale MERCURY	En continu			
Mesures acoustiques (vertical + horizontal)	En continu			Configuration 9s
Mesures pCO2	En continu			
Prélèvements « bouteilles » CTD			2004 (61 stations)	
Prélèvements de surface			220 (en 73 positions)	
Prélèvements de surface DIC/TA			99	
Prélèvements de Sargasses (et biologie)*			89	

* prélèvements d'anatifes (+crabes et vers) aux bouées, ainsi que morceaux de thons (Hg) ;
Prélèvement de Sargasses près d'une nappe...

Lors de cette campagne, LADCP 150 kHz de la DT-INSU a été utilisé avec notre rosette 24 bouteilles et un nouveau châssis inférieur réalisé et adapté pour l'occasion. Les objectifs étant les suivants :

- Améliorer la résolution des profils de courant par LADCP avec le 150 kHz qui procure une portée 3 fois supérieure à celle d'un LADCP 300 kHz et qui améliore la qualité des mesures en zone oligotrophe, (eaux pauvres en nutriments, ayant une faible réponse acoustique).
- Réaliser des prélèvements d'eau de mer supplémentaires afin d'améliorer l'ajustement de la salinité et de l'oxygène lors des stations profondes.
- Bénéficier d'emplacements supplémentaires pour ajouter des capteurs de fluorimétrie. Nous avons emprunté un fluorimètre Chelsea Acquatraka 3 à la DT-INSU afin de comparer les données avec notre fluorimètre Wetlabs ECO-FL. Le but étant d'inter-comparer ces données puis de les ajuster avec les résultats des filtrations qui sont analysées au retour de la campagne avec un spectromètre HPLC.
- Nous avons pu installer un transpondeur (pinger) IXSEA qui a permis de relever et visualiser en temps réel la position de la bathysonde par rapport au navire, afin d'améliorer et corriger l'estimation de cette position faite par le logiciel de traitement LADCP tout au long du profil. Cette opération n'a pu être réalisée que sur un profil CTD mais sera mise en œuvre à chaque station profonde lors de la prochaine campagne PIRATA.
- Les 2 méthodes d'amélioration de la mesure de température et de l'hystérésis du capteur de pression dans la chaîne qualification des données, méthodes qui avaient été développées et testées en 2018 ont été utilisées et validées en routine lors de cette campagne PIRATA-FR29. Un second capteur de température SBE35RT avait été acheté afin que les 2 bathysondes de l'US191 en soient équipées. Cet instrument sera notamment utile lors de campagnes faisant des mesures de turbulence.

Plan de la campagne PIRATA FR29 :



A noter également qu'en 2019 la plateforme de stockage du matériel « lourd » dédié au SNO PIRATA, dont l'équipe avait supervisé le chantier sur le campus IFREMER, a été remise le 18 mars. Nous avons ainsi pu y installer au retour de la campagne PIRATA-FR29 nos 2 containers de 40 pieds, ainsi que les 2 nouveaux containers ouverts de 20 pieds livrés en 2018 utilisés pour le stockage des lignes de mouillages, des bouées et flottabilité de sub-surface et l'ensemble des structures métalliques. La plateforme est opérationnelle et mutualisée avec l'Ifremer pour le stockage des lests des mouillages et le LEMAR pour le stockage de leurs 2 containers laboratoires embarqués.

3.4. Traitement des données océanographiques

Depuis le recrutement au sein de l'US IMAGO d'un ingénieur d'étude spécialisé dans le traitement des données océanographiques, l'US191 peut proposer aux scientifiques un service allant de la mise en œuvre de l'instrumentation à la validation d'un certain nombre de paramètres acquis lors des campagnes en mer. Dans un premier temps (en 2017-2018) il s'agissait de traiter les profils verticaux de température, conductivité, oxygène dissous (CTDO2) de campagnes océanographiques ainsi que le traitement de données courantométriques (SADCP et mouillages). Ces traitements ont été poursuivis et étendus aux mesures L-ADCP dont la procédure a été finalisée en 2019. En 2019, ces procédures ont été appliquées à plusieurs campagnes, et les données sont désormais généralement affectées d'un DOI. Ces compétences amènent l'équipe à être de plus en plus sollicitée dans le cadre de missions et d'expertises pour d'autres UMRs ou partenaires du Sud.

Bilan 2019 du traitement de données :

- Traitement des données CTD-O2 des campagnes PIRATA-FR29, WALTER-SHOALS et SOLSTICE + rédaction rapports de traitement,
- Traitement courantométrique L-ADCP des campagnes PIRATA-FR29 + rédaction rapports de traitement,
- Traitement courantométrique S-ADCP (OS38, OS150, DVL) de la campagne PIRATA-FR29 + rédaction rapport de traitement,
- Traitement courantométrique ADCP du mouillage relevé pendant la campagne PIRATA-FR29 + rédaction rapport de traitement,
- Correction des données de chimie des campagnes PIRATA passées,
- Tracé de données et statistiques à la demande de différentes UMRs (LEMAR, LEGOS),

- Rédaction du protocole générique de traitement des données L-ADCP,
- Rédaction de protocoles de traitement pour les jeux de données CTD-O₂, S-ADCP, ADCP de mouillage et L-ADCP du programme PIRATA,
- Attribution de DOI (Digital Object Identifier) aux jeux de données et suivi.

Développement/amélioration d'applications :

- Amélioration de la chaîne de traitement L-ADCP LDEO, développée initialement par Martin Visbeck et maintenue par Greg Krahnmann (IFM-GEOMAR) (forçage avec les données DVL et avec plusieurs ADCP de coques),
- Développement d'une expérimentation pour la correction des données L-ADCP (couplage BUC-L-ADCP),
- Amélioration de la chaîne de traitement S-ADCP CASCADE, développée par l'UMR LOPS (possibilité de traiter les données DVL),
- Amélioration d'une chaîne de traitement d'ADCP de mouillages, initialement développée par Jérémie Habasque (LEMAR) à partir des travaux effectués au GEOMAR et à la NOAA (adaptation aux méthodes utilisées au PMEL et réalisation d'un logiciel interactif pour plus de portabilité),
- Amélioration de la chaîne de traitement CTD-O₂ CADHYAC (ajout de l'ajustement des paramètres biogéochimiques, adaptation pour les campagnes des partenaires),
- Amélioration de la chaîne de traitement en mer ctdSeaProcessing pour le traitement des données CTD-O₂ et L-ADCP,
- Couplage des différents ADCP de coque et du DVL pour un profil plus complet de la colonne d'eau,
- Utilisation des plateformes de travail collaboratives pour le développement logiciel (domaine privé et public),
- Formation à l'utilisation des logiciels.
- Soutien au développement de la chaîne de traitement TSG-QC (traitement des données TSG).

Appui et expertises :

i) Mission Longue Durée (MLD) au Brésil :

Une MDL au Brésil a été réalisée par J.Grelet à Recife du 17 octobre au 16 décembre 2019, chez nos partenaires (notamment dans le cadre de PIRATA et du LMI TAPIOCA) de l'UFPE (Université Fédérale du Pernambouc) et dans les laboratoires CEERMA (Centro de Estudos e Ensaio em Risco e Modelagem Ambiental) et LOFEC (Lab. Oceanografia Física Estuarina e Costeira). L'objectif principal de cette MLD était i) de partager nos expériences afin d'améliorer la diffusion des données CTD et ADCP acquises lors de des campagnes PIRATA du Brésil, ii) de mettre en place les bonnes pratiques et iii) d'uniformiser les traitements et formats de diffusions, avec à terme un lien entre les banques de données, voir la mise en place d'une banque PIRATA commune (ou avec liens) entre les USA, le Brésil et la France. Cette mission a notamment permis i) de constater les difficultés pour obtenir des mesures exploitables lors des campagnes océanographiques de nos partenaires (dont lors des campagnes PIRATA), et ce pour diverses raisons (manque de responsable, pas de suivi du matériel et sa mise en œuvre est réalisée par des personnels non spécialisés etc...), ii) de rédiger un document de « Best Practices », également traduit en portugais, et iii) de proposer aux partenaires de mettre en place les outils pour le contrôle et le suivi en temps réel de l'acquisition des données acquises au cours des campagnes PIRATA.

ii) Réponses aux sollicitations d'UMRs :

- UMR Marbec (Sète – France) :
 - Expertise sur les données L-ADCP,
 - Expertise sur des capteurs de pression implantés sur des poissons,

- Expertise mouillage sub-surface (courantométrie, température, salinité) pour la campagne CYCLOPS.
- UMR LEGOS (Toulouse – France) :
 - Expertise mouillage courantométrie et échantillonnage chimique (salinité, oxygène) pour la campagne AMAZOMIX.
- UMR LOPS (Brest – France) :
 - Expertise pour l'utilisation d'une télécommande de largage de mouillage sub-surface.
- COAPS (Tallahassee – USA) :
 - Expertise sur le traitement des données L-ADCP
- GLAZEO (Nantes – France) :
 - Aide pour le traitement et la mise en forme de données CTD-O2 et chimie,
- MIO (Marseille – France) :
 - Aide pour le traitement et la mise en forme de données CTD-O2 et chimie,
- IFREMER-NSE (Brest – France) :
 - Aide pour le traitement et le suivi des données de FerryBox,
- IFREMER-SISMER (Brest – France) :
 - Mise au format et aide à la décision concernant le traitement pour les anciennes campagnes IRD non archivées.

iii) Le nouveau « Cloud » IRD :

J.Grelet et P.Rousselot ont contribué au comité de pilotage du nouveau Cloud Stockage Massif de l'IRD.

IMAGO ayant été choisie comme unité référente pour les phases de tests et de la mise en place de ce nouvel espace de stockage, J.Grelet contribue aux différentes réunions (COFIL) du suivi et de l'évolution de l'outil « IRD Drive ». En relation avec le directeur de la Mission Infrastructures et données numériques Jean Christophe Desconnets et Thibault Coupin, Ingénieur au Service exploitation et infrastructures informatiques, l'intégralité du système documentaire de l'US IMAGO a été transféré sur la nouvelle solution de stockage massif IRD Drive en juillet 2019. Cette solution est basée sur NextCloud et remplace les plate-formes Oodrive et NextCloud.

Les sites de Brest et Nouméa ont migré et celui de Dakar est en cours. La migration est aussi l'opportunité pour organiser conjointement nos systèmes documentaires. En octobre, une ré-organisation complète du répertoire dédié aux documents liés à la Certification a été menée.

iv) Formation d'un technicien d'Afrique du Sud :

Suite une demande d'un chercheur du LOPS, P.Rousselot a assuré la formation pendant 14 jours (du 14 au 31 octobre 2019) de Brian Godfrey, technicien océanographe à la Nelson Mandela Université de Port Elizabeth en Afrique du Sud, sur les traitements des données océanographiques (CTD-O₂, S-ADCP, mouillage), notamment avec les logiciels CADHYAC et CASCADE.

3.5. La flotte océanographique de l'IRD

La Direction Générale de l'IRD avait confié à l'Unité de Service 'Instrumentation, Moyens Analytiques, Observatoires en Géophysique et Océanographie' (US191 - IMAGO), la mise en œuvre des programmes des navires de l'IRD, L'Alis et l'Antea, à partir des campagnes sélectionnées par les commissions nationales de la flotte hauturière (CNFH) et côtière (CNFC), et le rôle d'interface avec l'opérateur GENAVIR.

Depuis janvier 2018, la Flotte a été confiée à l'IFREMER et à l'opérateur GENAVIR, et cette activité n'est plus du ressort de l'US IMAGO.

Cependant, à la demande du directeur du département OCEANS, Frédéric Ménard, J.Grelet représente l'IRD à la commission de sélection des demandes d'investissements en équipements et travaux pour la Flotte Océanographique Nationale, Thomas Changeux étant son suppléant. Il a participé à une réunion le 15 octobre 2019, les investissements étant réduits au strict minimum pour l'Alis et reporté à l'AT 2021 (Arrêt Technique) pour l'Antéa.

Afin que l'US IMAGO puisse avoir une meilleure visibilité sur l'utilisation de ses équipements liés à la programmation des campagnes, il a rappelé à la commission les problèmes de diffusions des plannings pour l'année n+1 aux différents intéressés, même provisoires. Ce point a été pris en compte et devrait évoluer favorablement par la suite.

3.6. Résumé des soutiens de l'US191

En dehors des activités décrites dans les chapitres précédents, le laboratoire est sollicité pour des missions d'expertises (acquisition de données, analyses, traitement, conseils...), de prêt de matériel et de soutien logistique. De par leur expérience, certains membres du laboratoire sont aussi parfois sollicités pour leur expertise dans le domaine de la Qualité et de l'Hygiène et Sécurité. Aussi, le laboratoire est attaché à la formation, notamment vers le Sud, via des encadrements de stagiaires ou des formations d'étudiants, mais aussi professionnelles.

L'essentiel des soutiens apportés aux équipes scientifiques est résumé dans le tableau ci-après.

Demandeur	Nom	Prénom	Affiliation	Objet	Type d'intervention
Laboratoire de Chimie					
UMR LEGOS / IMAGO	Bourlès	Bernard	IRD	Campagne PIRATA FR29	Préparation chaîne d'analyse. Embarquement. Analyses.
UMR LEGOS / IMAGO	Bourlès	Bernard	IRD	Campagne PIRATA FR29	Analyses Nutriments. Analyses Pigments.
UMR LEGOS / IMAGO	Bourlès	Bernard	IRD	Campagne PIRATA FR28	Analyses Pigments.
UMR LOPS	Machu	Eric	IRD	Campagne MINISCOPE	Analyses Pigments.
UMR LOPS	Lherminier	Pascale	CNRS	Campagne OVIDE 2017	Finalisation Analyses Nutriments.
Laboratoire de Physique					
UMR LEGOS / IMAGO	Bourlès	Bernard	IRD	Campagne PIRATA FR29	Maintenance mouillages - Hydrologie /courantométrie - Embarquement
UMR LEGOS / IMAGO	Bourlès	Bernard	IRD	Campagne PIRATA FR29	Calibration données CTDO2 -Traitement SADCP, LADCP, mouillage ADCP
UMR MARBEC	Ternon	Jean-François	IRD	campagne WALTER-SHOALS	Traitement CTDO2
Univ. Cap Town	Godfrey	Bryan	IRD	Campagne SOLSTICE	Traitement CTDO2
UMR LEGOS / IMAGO	Bourlès	Bernard	IRD	SNO PIRATA / Expertise	FInalisation plateforme de stockage du matériel
UMR LEGOS / IMAGO	Bourlès	Bernard	IRD	SNO PIRATA / Expertise	Suivi achat matériel suite à A.O investissement mi-lourd (IRD)
UMR LEGOS / IMAGO	Bourlès	Bernard	IRD	SNO PIRATA / Expertise	Attribution de DOI sur les jeux de données PIRATA finalisés.
UMR ENTROPIE	Vigliola	Laurent	IRD	Campagne SEAMOUNTS	Embarquement - CTD
UMR ENTROPIE	Menkes	Christophe	IRD	Campagne MARACAS demande LEGOS	Embarquement - CTD/XBT
GLAZEO	Saout	Carole	GLAZEO	campagnes	Retraitements/extractions/formatages de fichiers pour calibration
Réseau d'observation par navires marchands et de recherche					
UMR LEGOS	Alory	Gaël	CNAP	Navires marchands SO SSS	Installation et suivi équipement - Validation de données
UMR LOCEAN	Lefèvre	Nathalie	IRD	Navires marchands pCO2 Navires de recherche SO	Installation et suivi équipement - Validation de données
UMR LEGOS	Alory	Gaël	CNAP	SSS	Validation de données
IFREMER	Crénan	Brieuc	Ifremer	Expertise	Suivi mesures SSS de la Ferrybox du Thalassa
Processus support					
UMR LEGOS / IMAGO	Bourlès	Bernard	IRD	Campagne PIRATA FR29 Navires marchands SO	Commandes/Logistique expéditions France-USA / Régimes douaniers
UMR LEGOS	Alory	Gaël	CNAP	SSS Produits chimique	Commandes/Logistique
IMAGO & IRD	Play	Caroline	IRD	Cayenne	Hygiène et Sécurité

4. Démarche Qualité ; Hygiène et Sécurité.

Depuis 2014, l'unité est engagée dans une démarche pour que soit certifié l'ensemble des activités de l'unité. C'est la norme ISO9001 qui a été retenue.

S'agissant d'une certification globale, plusieurs sites de l'unité doivent avoir été audités par un organisme indépendant pour que la certification soit valide.

La certification ISO9001:2015 de l'ensemble du laboratoire de Brest a été officiellement obtenue en mars 2017.

La certification globale de l'US IMAGO avait également été obtenue en 2017, et arrivait donc à terme en 2019.

Des audits devaient donc être réalisés en 2019 pour renouveler le certificat.

Les laboratoires audités (après des audits organisés en interne à l'IRD) en 2019 ont été :

Nouméa : 14 octobre 2019.

Brest les 20 et 21 novembre 2019.

Ces audits ont été fructueux, et la Certification globale a été reconduite (Certificat daté du 28 février 2020).

Les audits internes ont été :

Dakar : 16 juin 2019.

Nouméa : 17 septembre 2019.

Brest : 14 et 15 octobre 2019.

Ce dernier a été notamment l'opportunité de revoir l'organisation de l'Espace Documentaire suite à la migration des dossiers sur le nouveau Cloud, quasiment finalisée avant l'audit externe.

Concernant les aspect Hygiène et Sécurité : il faut noter le travail essentiel effectué par François Baurand lors d'une Mission Longue Durée (MLD) effectuée à Cayenne du 6 avril au 3 juin 2019, prévue pour seconder Luc Finot dans les démarches nécessaires avant la fermeture du LAMA en septembre. Lors de cette MLD, François Baurand (pilote du processus Hygiène et Sécurité pour l'ensemble des implantations de l'US IMAGO) a engagé un vaste chantier de mise en sécurité sur le centre IRD de Cayenne, liée au stockage depuis 1949 de produits chimiques dans un local démunie de toute sécurité. Il a organisé, planifié, et exécuté une opération d'identification, de quantification de ces produits qui s'apparentaient, au vu de leur état de stockage, à des déchets chimiques extrêmement dangereux. Certains d'entre eux étaient même des produits radioactifs, déposés là sans signalisation de prévention ni identification autre que les étiquettes d'origine. A la fin de cette MLD, plus de 1000 produits chimiques de toutes natures ont été identifiés, quantifiés et informés (par des fiches de sécurité), soit environ 99 % du stock. 1 % reste à être identifié par analyse chimique par des professionnels du domaine. Il a également identifié une filière pour leur élimination et l'élimination totale de ces produits devraient être réalisée en 2020. Les produits radioactifs, en raison de leur dangerosité, avaient été traités en priorité et pu être rapatriés en métropole en été 2019, et être éliminés conformément à la réglementation.

5. Stagiaires et formations dispensées

Plusieurs stagiaires et formations à noter en 2019 :

Collège et Lycée :

- Monsieur Théo Diverres – lycéen de première au lycée Charles de Foucault de Brest – Découverte des différentes analyses effectuées au laboratoire. Stage du 1er au 5 avril 2019 encadré par F.Baurand.
- Monsieur Tristan Gouriou – lycéen de première au lycée Saint Joseph et Saint Marc de Concarneau – Découverte des différentes analyses effectuées au laboratoire. Stage du 1er au 5 avril 2019 encadré par F.Baurand
- Mlle Albane Severe – lycéenne de seconde au lycée du Relecq Kerhuon – Découverte des différentes analyses effectuées au laboratoire. Stage du 16 au 19 décembre 2019 encadrée par F.Baurand

Etudes supérieures :

- Mr Youssef Dardar, en licence 3 à Lille en « Physique Appliquée », du 03/06/2019 au 03/08/2019, sur la calibration des données de fluorimétrie, encadré par P.Rousselot.
- Mlle Solenn Perrot, étudiante en licence, pour un stage de préparation à la vie professionnelle, du 4 juin au 2 juillet 2019, encadrée par S.Hillion.
- Mr Romain Miorsec, en 3^{ème} année d'école d'ingénieur EIGSI, du 17 juin au 12 juillet, sur la mise au point d'une chaîne d'analyse pCO₂ sur un navire marchand, encadré par Denis Diverres.
- Mlle Elodie Celestin – étudiant de 2^{ème} année de BTS Métiers de la chimie du Lycée Galilée de Gennevilliers – Etude de l'appauvrissement en silicate d'une eau de mer – Participation à l'analyse des nutriments effectuées au laboratoire. Stage du 30 septembre au 22 novembre 2019 encadrée par F.Baurand

Formations professionnelles :

- Mr Luc Finot du LAMA de CAYENNE – US IMAGO 191, du 8 au 31 mai 2019. Formation spécifique sur la chaîne FUTURA sur la technique de l'analyse en flux continu, dispensée par F.Baurand.
- Mr Brian Godfrey, technicien océanographe à la Nelson Mandela Université de Port Elizabeth en Afrique du Sud (du 14 au 31 octobre 2019). Formation sur les traitements des données océanographiques (CTD-O2, S-ADCP, mouillage), notamment avec les logiciels CADHYAC et CASCADE, dispensée par P.Rousselot.

6. Budget

Recettes globales IMAGO	140 306,00 €
Budget fonctionnement IRD-RF1 (physique/chimie Brest)	28 090,00 €
Budget fonctionnement IRD-R01 (réserve globale)	50 666,00 €
Recettes analyses (avance Amazomix):	11 845,00 €
Recettes analyses:	10 217,39 €
Recettes expertises navires marchands:	10 765,80 €
Investissement IRD : 191 ESC 80600,00 €	
Analyseur (Nouméa)	34 175,37 €
Colorimètre (Dakar)	34 066,40 €
Capteurs biologie (Nouméa)	12 358,20 €
Transfert budget SNO CO2 (LOCEAN)	5 000,00 €
Transfert budget SNO SSS (LEGOS; Brest et Nouméa; 16000 € chacun)	32 000,00 €
Dépenses Fonctionnement globales Brest:	33 379,93 €
Fonctionnement Physique	5 041,60 €
Fonctionnement Navires Marchands	13 060,21 €
Fonctionnement LAMA	10 418,45 €
Fonctionnement : Direction	2 502,76 €
Fonctionnement : Divers	2 356,91 €

7. Publications, rapports et communications

Cette liste (incluant tous les personnels de l'US IMAGO de Brest) comporte également la liste de 2017, mise à jour. Les références de B.Bourlès, toutes relatives au réseau PIRATA maintenu avec la contribution d'IMAGO, sont considérées à partir de son intégration à l'US, en juillet 2018.

-Publications de rang A :

2017:

- Benetti, M., H.C. Steen-Larsen, G. Reverdin, Á.E. Sveinbjörnsdóttir, G. Aloisi, M.B. Berkelhammer, B. Bourlès, D. Bourras, G. de Coetlogon, A. Cosgrove, A.K. Faber, **J. Grelet**, S. B. Hansen, R. Johnson, H. Legoff, N. Martin, A.J. Peters, T.J. Popp, T. Reynaud, M.N. Winther. Stable isotopes in the atmospheric marine boundary layer water vapour over the Atlantic Ocean, 2012-2015, *Nature Sci. Data*, 2017, 4, 160128, doi:10.1038/sdata.2016.128.
- Capet X, Estrade P, Machu E, Ndoye S, **Grelet J**, Lazar A, Marie L, Dausse D, Brehmer P. (2017). On the Dynamics of the Southern Senegal Upwelling Center: Observed Variability from Synoptic to Superinertial Scales. *JOURNAL OF PHYSICAL OCEANOGRAPHY*, 47 (1), 155-180.
- Ganachaud, A., S. Cravatte, J. Sprintall, C. Germaineaud, M. Alberty, C. Jeandel, G. Eldin, M. Benavides, S. Bonnet, L.-E. Heimburger, J. Lefèvre, N. Metzli, S. Michael, J. Resing, F. Quéroué, G. Sarthou, M. Rodier, H. Berthelot, **F. Baurand**, **J. Grelet**, T. Hasegawa, W. Kessler, M. Kilepak, F. Lacan, E. Privat, U. Send, P. Van Beek, M. Souhaut, J. E. Sonke, 2017. The Solomon Sea: Its Circulation, Chemistry, Geochemistry and Biology Explored During Two Oceanographic Cruises. *Elem Sci Anth* 5, 33. doi:10.1525/elementa.221.

2018:

- Bretagnon, M., Paulmier, A., Garçon, V., Dewitte, B., Illig, S., Leblond, N., Coppola, L., Campos, F., Velazco, F., Panagiotopoulos, C., Oschlies, A., Hernandez-Ayon, J. M., Maske, H., Vergara, O., Montes, I., Martinez, P., Carrasco, E., **Grelet, J.**, Desprez-De-Gesincourt, O., Maes, C., and Scouarnec, L.: Modulation of the vertical particle transfer efficiency in the oxygen minimum zone off Peru, *Biogeosciences*, 15, 5093-5111, <https://doi.org/10.5194/bg-15-5093-2018>, 2018.
- Reverdin G., H. Valdimarsson, G. Alory, **D. Diverres**, F. Bringas, G. Goni, L. Heilmann, L. Chafik, T. Szekely and A. R. Friedman, 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. doi: 10.5194/essd-10-1403-2018.
- 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.

2019:

- Bourlès, B.**, M. Araujo, M. J. McPhaden, P. Brandt, G. R. Foltz, R. Lumpkin, H. Giordani, F. Hernandez, N. Lefèvre, P. Nobre, E. Campos, R. Saravanan, J. Trotte-Duhà, M. Dengler, J. Hahn, R. Hummels, J. F. Lübbecke, M. Rouault, L. Cotrim, A. Sutton, M. Jochum, and R. C. Perez. PIRATA: A Sustained Observing System for Tropical Atlantic Climate Research and Forecasting, *Earth and Space Sciences*, 2019, 6, 577–616. Doi: 10.1029/2018EA000428.
- Dossa A.N., C.Y. Da-Allada, G. Herbert, and **B. Bourlès**, Seasonal cycle of salinity barrier layer revealed in the North East of Gulf of Guinea, *African Journal of Marine Science*, 2019, 41:2, 163-175. Doi: 10.2989/1814232X.2019.1616612.
- Foltz, G.R., P. Brandt, I. Richter, M. Rodriguez-Fonseca, F. Hernandez, M. Dengler, R.R.Rodrigues, J. Schmidt, L. Yu, N. Lefevre, L. Cotrim, M.J. McPhaden, M. Araujo, J.Karstensen, J. Hahn, M. Martin-Rey, C.M. Patricola, P. Poli, P. Zuidema, R. Hummels, R.C.Perez, V. Hatje, J.F. Lubbecke, I. Polo, R. Lumpkin, **B. Bourlès**, F.E. Asuquo, P. Lehodey, A.Conchon, P. Chang, P. Dandin, C. Schmid, A. Sutton, H. Giordani, Y. Xue, S. Illig, T.Losada, S.A. Grodsky, F. Gasparin, T. Lee, E. Mohino, P. Nobre, R. Wanninkhof, N.Keenlyside, V. Garcon, E. Sanchez-Gomez, H.C. Nnamchi, M. Drevillon, A. Storto, E. Remy, A. Lazar, S. Speich, M. Goes, T. Dorrington, W.E. Johns, J.N. Moum, C. Robinson, C.Perruche, R.B. de Souza, A. Gaye, J. Lopez-Parages,

- P.A. Monerie, P. Castellanos, N.U. Benson, M.N. Hounkonnou, J. Trotte-Duha, The Tropical Atlantic Observing System, *Frontiers in Marine Science*, 2019, 6:206, doi: 10.3389/fmars.2019.00206.
- Hounsou-Gbo, A., J. Servain, M. Araujo, G. Caniaux, **B. Bourlès**, D. Fontenele, and E.S. Martins, SST indexes in the Tropical South Atlantic for forecasting rainy seasons in Northeast Brazil, *Atmosphere*, 2019, 10, 335, doi:10.3390/atmos10060335.
- Kitidis Vassilis, Shutler Jamie D., Ashton Ian, Warren Mark, Brown Ian, Findlay Helen, Hartman Sue E., Sanders Richard, Humphreys Matthew, Kivimae Caroline, Greenwood Naomi, Hull Tom, Pearce David, McGrath Triona, Stewart Brian M., Walsham Pamela, McGovern Evin, Bozec Yann, Gac Jean-Philippe, Van Heuven Steven M. A. C., Hoppema Mario, Schuster Ute, Johannessen Truls, Omar Abdirahman, Lauvset Siv K., Skjelvan Ingunn, Olsen Are, Steinhoff Tobias, Koertzing Arne, Becker Meike, Lefevre Nathalie, **Diverres Denis**, Gkritzalis Thanos, Cattrijsse Andre, Petersen Wilhelm, Voynova Yoana G., Chapron Bertrand, Grouazel Antoine, Land Peter E., Sharples Jonathan, Nightingale Philip D. (2019). Winter weather controls net influx of atmospheric CO₂ on the northwest European shelf. *Scientific Reports*, 9(20153), 11p. doi: 10.1038/s41598-019-56363-5.
- Lefèvre N., D. Velela, P. Tyaquicã, C. Perruche, **D. Diverres** and J.S.P. Ibáñez, 2019. Basin-scale estimate of the sea-air CO₂ flux during the 2010 warm event in the tropical North Atlantic. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 124. Doi: 10.1029/2018JG004840.
- Machu, E., Capet, X., Estrade, P. A., Ndoye, S., Brajard, J., **Baurand, F.**, et al. (2019). First evidence of anoxia and nitrogen loss in the southern Canary upwelling system. *Geophysical Research Letters*, 46, 2619– 2627. Doi: 10.1029/2018GL079622.
- Ody Anouck, Thibaut Thierry, Berline Léo, Changeux Thomas, André Jean-Michel, Chevalier Cristèle, Blanfuné Aurélie, Blanchot Jean, Ruitton Sandrine, Stiger-Pouvreau Valérie, Connan Solène, **Grelet Jacques**, Aurelle Didier, Guéné Mathilde, Bataille Hubert, Bachelier Céline, Guillemain Dorian, Schmidt Natascha, Fauvelle Vincent, Guasco Sophie, Ménard Frédéric (2019). From In Situ to satellite observations of pelagic Sargassum distribution and aggregation in the Tropical North Atlantic Ocean. *PLOS ONE*, 14(9), e0222584 (29p.). doi: 10.1371/journal.pone.0222584.
- Pearlman, J., M. Bushnell, L. Coppola, P. L. Buttigieg, F. Pearlman, P. Simpson, M. Barbier, J. Karstensen, F. Muller-Karger, C. Munoz-Mas, P. Pissierssens, C. Chandler, J. Hermes, E. Heslop, R. Jenkyns, E. Achterberg, M. Bensi, H. Bittig, J. Blandin, J. Bosch, **B. Bourlès**, R. Bozzano, J. Buck, E. Burger, D. Cano, V. Cardin, M. C. Llorens, A. Cianca, H. Chen, C. Cusack, E. Delory, R. Garello, G. Giovanetti, V. Harscoat, S. Hartman, R. Heitsenrether, S. Jirka, A. L. Lopez, N. Lanteri, A. Leadbetter, G. Manzella, J. Maso, A. McCurdy, E. Moussat, M. Ntouma, S. Pensieri, G. Petihakis, N. Pinardi, S. Pouliquen, R. Przeslawski, N. Roden, J. Silke, M. Tamburri, H. Tang, T. Tanhua, P. Testor, J. Thomas, C. Waldmann, F. Whoriskey, Evolving and Sustaining Ocean Best Practices and Standards for the Next Decade, *Frontier in Marine Science*, 2019, doi: 10.3389/fmars.2019.00277.
- Steinhoff T, Gkritzalis T, Lauvset SK, Jones S, Schuster U, Olsen A, Becker M, Bozzano R, Brunetti F, Cantoni C, Cardin V, **Diverres D**, Fiedler B, Fransson A, Giani M, Hartman S, Hoppema M, Jeansson E, Johannessen T, Kitidis V, Körtzinger A, Landa C, Lefèvre N, Luchetta A, Naudts L, Nightingale PD, Omar AM, Pensieri S, Pfeil B, Castaño-Primo R, Rehder G, Rutgersson A, Sanders R, Schewe I, Siena G, Skjelvan I, Soltwedel T, van Heuven S and Watson A.: Constraining the Oceanic Uptake and Fluxes of Greenhouse Gases by Building an Ocean Network of Certified Stations: The Ocean Component of the Integrated Carbon Observation System, *ICOS-Oceans*, *Front. Mar. Sci.* 6:544, 2019. Doi: 10.3389/fmars.2019.00544.

-Autres publications (avec ou sans doi ; abstracts de communications ; deliverables):

2017:

- Brissebrat G., Fiat Sylvie, Andriatiana A., Cheype Adrien, **Grelet Jacques**, Varillon David, Pelletier Bernard, Hocdé Régis. Sensor Observation System : optimization of a sensors-oriented environmental information system - example of the SI of the ReefTEMPS observation network. , Nantes, 12th edition of JRES “Journey to the center of the virtual”, 14th to 17th November 2017, Nantes. Doi: 10.13140/RG.2.2.36083.02086.
- Fiat, S., Hocdé, R., Varillon, D., Andriatiana, A., Brissebrat, G., **Grelet, J.**, Cheype, A., Pelletier, B.. Sensor Observation System : choix d'organisation des données et choix de diffusion - exemple du système d'information du réseau d'observation ReefTEMPS. *JDEV 2107*, 4ème édition des Journées nationales du DEVeloppement logiciel, 4-7 juillet 2017, Marseille. Doi: 10.13140/RG.2.2.23247.38566.

Machu Eric, Tall A.W., Capet X., Ndoye S., Lazar A., **Baurand F.**, Auger Pierre-Amaël, Brehmer Patrice: Oxygen variability over the southern Senegalese shelf [résumé]. Brehmer Patrice (ed.), Ba B. (ed.), Kraus G. (ed.). International conference ICAWA 2016 : extended book of abstract : the AWA project : ecosystem approach to the management of fisheries and the marine environment in West African waters, Dakar : SRFC/CSRP, IRD, 2017, p. 75-76. ISBN 978-2-9553602-0-5 ICAWA : International Conference AWA, 3., 2016/12/13-15, Dakar.

Pouliquen, S., Maze G., Lebreton N., D'Ortenzio F., Alory G., Delcroix T., Bourlès B., Blouch P., Guinet C., **Gouriou Y.**, Gaillard F., Heyndrickx C., Le Menn M., Testor P., Donato V., Charria G., Carval T., Reverdin G., Emzivat G. (2017). CORIOLIS. Rapport d'activités 2016, <http://doi.org/10.13155/49970>, juin 2017

Rousselot, P., G. Reverdin, P. Blouch, & P. Poli (2017). AtlantOS EU H2020 633211 Deliverable 3.5 "Enhancement of autonomous observing networks: Study of the potential for existing bathythermic string drifters", DOI: 10.3289/AtlantOS_D3.5.

2018:

Araujo, A., P. Chang, **B. Bourlès**, P. Brandt, J. Servain, M. Rouault, J. Lübbecke, R. Perez, R. Rodrigues, M. Jochum, B. Rodríguez-Fonseca, and N. Keenlyside, Dynamics of Tropical Atlantic Variability, Report for the 1st TAOS Review Workshop, Portland-US, Feb. 8th-9 th 2018, CLIVAR Report No. 03/2018, septembre 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, DOI 10.3289/atlantOS_d3.19, décembre 2018.

Bernard Bourlès, Grigor Obolensky, Paul Poli, Gilbert Emvizat, **Jacques Grelet**, Noé Poffa, **Fabrice Roubaud**, **Pierre Rousselot**, An example of vessel time optimization and collaborations during the PIRATA cruises, Note d'actualité pour la page internet du programme EU AtlantOS, avril 2018 (<https://www.atlantOS-h2020.eu/2018/04/19/an-example-of-vessel-time-optimization-and-collaborations-during-the-pirata-cruises/>)

Poli, P., **B. Bourlès**, S. Bond, S. Hafner, S. Klink, and E. Petermann, "Drifter network improvement report", Deliverable D.3.20 pour le programme EU AtlantOS (H2020, Grant Agreement N°: 633211), 7pp, DOI 10.3289/atlantOS_d3.20, décembre 2018.

Pouliquen, S., Reverdin G., Maze G., Lebreton N., Poffa N., D'Ortenzio F., Alory G., Delcroix T., Bourlès B., Emvizat G., Guinet C., **Gouriou Y.**, Heyndrickx C., Le Menn M., Testor P., Donato V., Charria G., Carval T., Emzivat G. (2018). CORIOLIS. Rapport d'activités 2017, <http://doi.org/10.13155/49970>, mai 2018.

- Communications (orales ou posters):

2017:

Alory, G., T. Delcroix, **D. Diverres**, D. Varillon, J. Perrier, P. Téchiné, **S. Jacquin**, S. Cravatte, R. Morrow, **Y. Gouriou**, G. Reverdin, Service National d'Observation de Salinité de Surface (SNO-SSS), Colloque régional TACCOVAR, Cotonou, Bénin, 25-29 septembre 2017

Andriatiana, A., Fiat, S., Brissebrat, G., **Grelet, J.**, Pelletier, B., Hocdé, R.. Portage d'une architecture SOA sous Docker, exemple du système d'information du réseau d'observation ReefTEMPS. JDEV 2107, 4ème édition des Journées nationales du DEveloppement logiciel, 4-7 juillet 2017, Marseille.

Bourlès, B., **Y. Gouriou**, G. Herbert, J. Habasque, F. Marin, N. Lefèvre, **F. Roubaud**, **C. Bachelier**, **J. Grelet**, **P. Rousselot**, **S. Hillion**, **F. Baurand**, **D. Lopes**, PIRATA et le Service national d'Observation PIRATA en France : évolution des observations en Atlantique Tropical Est et perspectives; Journées Scientifiques LEFE/GMMC, Brest, France, 20-22 juin 2017.

Brissebrat G., Fiat Sylvie, Andriatiana A., Cheype Adrien, **Grelet Jacques**, Varillon David, Pelletier Bernard, Hocdé Régis. Sensor Observation System : optimization of a sensors-oriented environmental information system - example of the SI of the ReefTEMPS observation network. , Nantes, 12th edition of JRES "Journey to the center of the virtual", 14th to 17th November 2017, Nantes. Doi: 10.13140/RG.2.2.36083.02086.

Kolodziejczyk, N., T. Reynaud, C. Maes, **D. Diverres**, F. Gaillard, **Y. Gouriou**, **J. Grelet**, **S. Jacquin**, M. LeMenn, C. Marec, N.Poffa, A. Prigent, G. Reverdin and J. Salaun. SSS delayed mode In Situ Measurements from French Research Vessels and Voluntary Observing Sailing Ships. ESA Salinity, Paris 2018.

Marin F., S. Cravatte, E. Gronchi, **F. Baurand**, G. Eldin, E. Kestenare and N. Lamande (2017). Subthermocline and Intermediate ocean circulation in the Southwest Tropical Pacific: preliminary results of the CASSIOPEE cruise. Journées Nationales LEFE/GMMC 2017, Brest, 20-22 juin 2017.

2018:

- Alory, G., T. Delcroix, P. Téchiné, **D. Diverres**, D. Varillon, S. Cravatte, Y. **Gouriou**, **J. Grelet**, **S. Jacquin**, E. Kestenare, C. Maes, R. Morrow, J. Perrier, G. Reverdin, **F. Roubaud**, The French contribution to the Voluntary Observing Ships network of Sea Surface Salinity, Ocean Sciences Meeting, Portland, 11-16 Février 2018.
- Alory, G., T. Delcroix, P. Téchiné, **D. Diverres**, D. Varillon, C. Bachelier, **J. Grelet**, **S. Jacquin**, E. Kestenare, R. Morrow, G. Reverdin, **Y. Gouriou**, J. Aucan, A global and multidecadal Sea Surface Salinity dataset from the French Voluntary Observation Ships network, 50th International Liege Colloquium on Ocean Dynamics, 28 May - 1 June 2018.
- Alory, G., T. Delcroix, P. Téchiné, **D. Diverres**, D. Varillon, C. Bachelier, **J. Grelet**, **S. Jacquin**, E. Kestenare, R. Morrow, **Y. Gouriou**, S. Cravatte, J. Aucan, G. Reverdin, The French contribution to the Voluntary Ships network of Sea Surface Salinity, Ocean Salinity Science Conference, Paris, 6-9 novembre 2018.
- Araujo, M. **B. Bourlès**, E. Campos, L. Cotrim, G. Foltz, H. Giordani, F. Hernandez, N. Lefèvre, M. McPhaden, P. Nobre, C. Patricola, A. Sutton, P. Brandt : Prediction and Research moored Array in the Tropical Atlantic: PIRATA; Sciences cooperation, policies interface and SDGs in South Atlantic Ocean, Conference From COP21 towards the United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development (2021-2030) at UNESCO, Paris, France, 10 septembre 2018.
- Bourlès, B.**: PIRATA network status: enhancements with Preface & AtlantOS & PIRATA French national report to PIRATA SSG/PRB, conférence PIRATA-23/TAOS, Marseille, France, 22 – 26 octobre 2018.
- Cravatte, S., G. Reverdin, J. Habasque, G. Herbert, **B. Bourlès**, C. Maes, and E. Martinez, Needs in near-surface currents observations in the Equatorial and Tropical Oceans, SKIM international workshop, Brest, France, 10-12 octobre 2018.
- Da-Allada, C. Y., J. Jouanno, N. Kolodziejczyk, C. Maes, **B. Bourlès**, G. Alory and F. Gaillard, Boreal spring Equatorial Sea Surface Salinity as a potential predictor of Atlantic Colt Tongue events, PREFACE international conference and final assembly, Lanzarote, Espagne, 27-20 avril 2018.
- Habasque, J., A. Bertrand, A. Lebourges-Dhaussy and **B. Bourlès**, Environmental forcing of marine organisms as revealed by underwater acoustics in the eastern tropical-equatorial Atlantic, conférence PIRATA-23/TAOS, Marseille, France, 22 – 26 octobre 2018.
- Houndegnonto, O.J., N. Kolodziejczyk, C.Y. Da Allada, **B. Bourlès**, and C. Maes, Characterization of Niger and Congo River plumes in the Gulf of Guinea, conférence PIRATA-23/TAOS, Marseille, France, 22 – 26 octobre 2018.
- Houndegnonto, O.J., N. Kolodziejczyk, C. Y. Da-Allada, **B. Bourlès**, C. Maes and N. Reul, Characterization of Niger and Congo River plumes in the Gulf of Guinea, 2018 Ocean Salinity Science Conference, Paris, France, 6-9 November 2018.
- Kolodziejczyk, N., T. Reynaud, C. Maes, **D. Diverres**, F. Gaillard, **Y. Gouriou**, **J. Grelet**, **S. Jacquin**, M. LeMenn, C. Marec, N. Poffa, A. Prigent, G. Reverdin and J. Salaun. SSS delayed mode In Situ Measurements from French Research Vessels and Voluntary Observing Sailing Ships. ESA Salinity, Paris 2018.
- Radenac, M.H., J. Jouanno, C. C. Tchamabi, M. Awo, **B. Bourlès**, S. Arnault, and O. Aumont, Seasonal cycle of nitrate in the euphotic layer of the Atlantic Cold Tongue, conférence PIRATA-23/TAOS, Marseille, France, 22 – 26 octobre 2018.
- Rouault, M., and **B. Bourlès**, New results from the extension of PIRATA in the tropical South-East Atlantic experiment, conférence PIRATA-23/TAOS, Marseille, France, 22 – 26 octobre 2018.
- Téchiné, P., Alory, G., T. Delcroix, **D. Diverres**, D. Varillon, C. Bachelier, **J. Grelet**, **S. Jacquin**, E. Kestenare, R. Morrow, **Y. Gouriou**, J. Aucan, G. Reverdin, Monitoring global Sea Surface Salinity in a changing climate: a long-term collaboration between research scientists and shipping companies, ESOF, Toulouse, 9-14 juillet 2018.
- Trollet, M., L. Wald, A. Boilley, P. Blanc, J. Walawender, J. Trentmann, and **B. Bourlès**, Monthly solar radiation in the tropical Atlantic Ocean: Can its spatial variations be captured by the current configuration of the PIRATA moorings?, conférence PIRATA-23/TAOS, Marseille, France, 22 - 26 octobre 2018.

2019:

- Alory, G., T. Delcroix, P. Téchiné, **D. Diverres**, D. Varillon, C. Bachelier, **J. Grelet**, **S. Jacquin**, E. Kestenare, R. Morrow, **Y. Gouriou**, S. Cravatte, J. Aucan, G. Reverdin, The French contribution to the Voluntary Ships network of Sea Surface Salinity, Journées Scientifiques LEFE/GMMC, Session 2: Océans Tropicaux, Toulon, 12-14 juin 2019.

- Alory, G., P. Téchiné, T. Delcroix, **D. Diverres**, D. Varillon, C. Bachelier, **J. Grelet**, **S. Jacquin**, E. Kestenare, R. Morrow, G. Reverdin, and **B. Bourlès**, The French Sea Surface Salinity Observation Service : 50 years of global observations from ships of opportunity, OceanObs '19 Conference, Honolulu, Hawaï USA, septembre 2019.
- Barbier, M., P. Afonso, A. Boetius, **B. Bourlès**, F. Janssen, T. Kanzow, R. Lampitt, G. Obolensky, P. Poli, S. Pouliquen, U. Schauer, P. Testor, F. Whoriskey and H. Claustre, Autonomous ocean observation networks in the Atlantic Ocean, Final AtlantOS General Assembly & 1st international AtlantOS symposium, UNESCO, Paris, 25-28 mars 2019.
- Barbier, M., F. Whoriskey, **B. Bourlès**, E. Delory, S. Pouliquen, M. Scobie, U. Schauer, and P. Poli, Ethical recommendations for ocean observation, OceanObs '19 Conference, Honolulu, Hawaï USA, septembre 2019.
- Hernandez, F., M. Araujo, **B. Bourlès**, P. Brandt, L. Cotrim da Cunha, P. Dandin, G. Foltz, A. Ganachaud, H. Giordani, D. Legler, M. Mc Phaden, P. Nobre, C. Patricola, R. Rodrigues, and A. Sutton, J. Trotte-Duha: PIRATA: The evolving backbone of the Tropical Atlantic Observing System, OceanObs '19 Conference, Honolulu, Hawaï USA, septembre 2019.
- Herbert, G., S. Cravatte, J. Habasque, G. Reverdin, and **B. Bourlès**, Near-surface current shear from in situ measurements in the Tropical Atlantic and Pacific Oceans. Poster, ESA World Ocean Circulation User Consultation Meeting, Frascati, Italy, 21-22 Février 2019.
- Hernandez, F., M. Araujo, **B. Bourlès**, P. Brandt, L. Cotrim da Cunha, G. Foltz, H. Giordani, N. Lefevre, J. Llido, M. Mc Phaden, P. Nobre, C. Patricola, R. Rodrigues, and A. Sutton, The PIRATA array in the tropical Atlantic: Enhancements and perspectives in support of operational oceanography, OceanPredict '19, GODAE symposium, Halifax, Canada, Mai 2019.
- Houndegnonto, O. J., N. Kolodziejczyk, C. Maes, **B. Bourlès**, C. Y. Da-Allada, and N. Reul, Seasonal variability of Niger and Congo Rivers plumes in the Gulf of Guinea, EGU General Assembly, Vienne-Autriche, 4-12 Avril 2019.
- Houndegnonto, O. J., N. Kolodziejczyk, C. Maes, **B. Bourlès**, C. Y. Da-Allada, and N. Reul, Seasonal variability of Niger and Congo Rivers plumes in the Gulf of Guinea, Colloque régional TACCOVAR, Cotonou, Bénin, 23-27 septembre 2019
- Lherminier, P., T. Tanhua, S. Pouliquen, C. Devey, A.-C. Wöfl, T. Kanzow, U. Schauer, **B. Bourlès**, P. Testor, P. Poli, M. Barbier and K. Drinkwater, Improvement of observing networks towards physical measurements in the Atlantic Ocean, Final AtlantOS General Assembly & 1st international AtlantOS symposium, UNESCO, Paris, 25-28 mars 2019.
- Llido, J., **B. Bourlès**, M. Araujo, et al., PIRATA: A sustained observing system for tropical Atlantic climate research and forecasting, Journées Scientifiques LEFE/GMMC, Session 2: Océans Tropicaux, Toulon, 12-14 juin 2019
- Watson, A., M. Barbier, J. Thorn, T. Tanhua, H. Claustre, S. Pouliquen, **B. Bourlès**, T. Kanzow, R. Lampitt, U. Schauer, G. Obolensky, P. Lherminier and K. Drinkwater, Improvement of observing networks towards biogeochemical measurement in the Atlantic Ocean, Final AtlantOS General Assembly & 1st international AtlantOS symposium, UNESCO, Paris, 25-28 mars 2019.

- Rapports de données:

2017:

Bourlès Bernard, Habasque Jérémie, **Rousselot Pierre**, **Grelet Jacques**, **Roubaud Fabrice**, **Bachelier Céline**, **Gouriou Yves** (2017). French PIRATA cruises: MOORING ADCP data. SEANOE. <https://doi.org/10.17882/51557>

Hillion, S., et A. Youenou, Campagne Pirata Fr27 – Rapport de fin de mission – Du 25 février au 3 avril 2017, pp.23, avril 2017.

P. Rousselot, Rapport de Calibration des données CTD-02 De la campagne ABRAÇOS, DOI : 10.17600/15005600, Mars 2017

P. Rousselot, Rapport de Calibration des données CTD-02 de la campagne PIRATA-FR26, DOI : 10.17600/16002300, Mai 2017.

P. Rousselot, Rapport de Calibration des données CTD-02 de la campagne PIRATA-FR24, DOI : 10.17600/14002100, Juin 2017.

P. Rousselot, Rapport de Calibration des données CTD-02 de la campagne PIRATA-FR25, DOI : 10.17600/15001800, Juin 2017.

- P. Rousselot**, Rapport de Calibration des données CTD-02 de la campagne PIRATA-FR23 (legs 1 et 2), DOI : 10.17600/13020040 et 1 0.17600/13020090, Juillet 2017.
- P. Rousselot**, Rapport de Calibration des données CTD-02 De la campagne LOSS, DOI : 10.17600/13100090, Juillet 2017
- P. Rousselot**, Rapport de Calibration des données CTD-02 de la campagne PIRATA-FR27, DOI : 10.17600/17001800, Septembre 2017.
- P. Rousselot**, Rapport de Traitement des données CTD-02 De la campagne LA PEROUSE, DOI : 10.17600/16004500, Novembre 2017.
- P. Rousselot**, Rapport de Traitement des données CTD-02 De la campagne MAD-RIDGE, DOI : 10.17600/16004800 -- 10.17600/16004900, Décembre 2017

2018:

- Bourlès Bernard, Rousselot Pierre, Grelet Jacques, Roubaud Fabrice, Bachelier Céline, Chuchla Rémy, Gouriou Yves** (2018). French PIRATA cruises: CTD-O2 data. SEANOE. <https://doi.org/10.17882/51534>
- Bourlès Bernard, Baurand Francois, Hillion Sandrine, Rousselot Pierre, Grelet Jacques, Bachelier Céline, Roubaud Fabrice, Gouriou Yves**, Chuchla Rémy (2018). French PIRATA cruises: CHEMICAL ANALYSIS data. SEANOE. <https://doi.org/10.17882/58141>
- Bourlès Bernard, Herbert Gaëlle, Rousselot Pierre, Grelet Jacques** (2018). French PIRATA cruises: S-ADCP data. SEANOE. <https://doi.org/10.17882/44635>
- Hillion S. et D. Lopes**, Campagne Pirata Fr28 – Rapport de fin de mission – Du 28 février au 4 avril 2018, pp.21, avril 2018.
- Rousselot, P.**, Rapport de Traitement des données CTD-02 de la campagne ABRAÇOS 2, DOI : 10.17600/17004100, Février 2018
- Rousselot, P.**, Traitement des données mouillages, document interne US 191 IMAGO (protocole), Juin 2018
- Rousselot, P.**, SPICE Mooring Phase II Data Report Description and Quality Control, DOI : 10.17600/15001200, July 2018
- Rousselot, P.**, Rapport de Calibration des données CTD-02 de la campagne PIRATA-FR28, DOI : 10.17600/18000404, Septembre 2018.
- Rousselot, P.**, Rapport de Calibration des données SADCP de la campagne PIRATA-FR28, DOI : 10.17600/18000404, Octobre 2018.
- Rousselot, P.**, Rapport de Calibration des données LADCP De la campagne PIRATA-FR28, DOI : 10.17600/18000404, Décembre 2018

2019:

- Bertrand Arnaud, Habasque Jérémie, Salvétat Julie, Lebourges-Dhaussy Anne, Assunção Ramilla, Queiroz Syumara, **Grelet Jacques** (2019). CTD data from FAROFA surveys, 2017-09-05 to 2019-04-22. SEANOE.
- Bourlès Bernard, Rousselot Pierre, Grelet Jacques, Marin Frederic, Roubaud Fabrice, Bachelier Céline, Gouriou Yves** (2019). French PIRATA cruises: LADCP data (and processing protocol). SEANOE.
- Hillion, S., D. Lopes**, Rapport de fin de mission, Campagne Pirata Fr29, Avril 2019.
- Kolodziejczyk Nicolas, **Diverres Denis, Jacquin Stéphane, Gouriou Yves, Grelet Jacques**, Le Menn Marc, Tassel Joelle, Reverdin Gilles, Maes Christophe, Gaillard Fabienne (2019). Sea Surface Salinity from French RESearch Vessels : Delayed mode dataset, annual release. SEANOE.
- Rousselot, Pierre** (2019), Rapport de Calibration des données LADCP De la campagne PIRATA-FR29, SEANOE, DOI : 10.17600/18000875.
- Rousselot, Pierre** (2019), Rapport de Calibration des données SADCP De la campagne PIRATA-FR29, SEANOE, DOI : 10.17600/18000875.
- Rousselot, Pierre** (2019), Rapport de Calibration des données CTD-O2 De la campagne PIRATA-FR29, SEANOE, DOI : 10.17600/18000875.
- Rousselot, Pierre** (2019), Rapport de Calibration des données mouillage ADCP De la campagne PIRATA-FR29, SEANOE, DOI : 10.17600/18000875.
- Rousselot, Pierre** (2019), Protocole de traitement des mesures S-ADCP, interne.
- Rousselot, Pierre** (2019), Protocole de traitement des mesures CTD-O2, interne.
- Rousselot, Pierre** (2019), Protocole de traitement des mesures L-ADCP, interne.
- Rousselot, Pierre** (2019), Protocole de traitement des mesures d'ADCP de mouillage, interne.

8. Conclusions et perspectives

L'année 2019 fut largement fructueuse pour l'ensemble de l'implantation brestoise (et du Havre) de l'US IMAGO. En plus de ses activités récurrentes d'acquisition et de traitement de données, de maintien des observatoires PIRATA et SSS/CO₂, et de soutien aux campagnes océanographiques, on peut noter i) deux Missions Longues Durées marquant d'avantage notre implication dans la formation/collaboration au Sud et dans la Sécurité, ii) une reconnaissance nationale et internationale confortée, notamment via des demandes d'expertises ou l'utilisation à grande échelle de méthodes développées au sein d'IMAGO (analyses, navires marchands, traitements de données), iii) un plus grand nombre d'encadrements et de formations, iv) une implication croissante des agents de l'US dans des publications et communications, et v) un fort investissement dans la démarche Qualité (audits et renouvellement de la certification) et dans la mise en place du nouveau Cloud de l'IRD, pour lequel IMAGO fut une unité référente, et qui a fourni l'occasion de réorganiser significativement notre Espace Documentaire.

L'année 2020, en plus des activités prioritaires et désormais usuelles, doit voir se concrétiser plusieurs actions initiées en 2019 dont l'inauguration de nouvelles lignes de navires d'opportunité (brise-glace, ferry), la finalisation de la mise en place du nouvel Espace Documentaire en lien avec la gestion du nouveau Cloud, l'analyse de mesures acquises par différents capteurs prévues lors de la campagne PIRATA FR30 (salinité, fluorimétrie), développer les collaborations techniques initiées avec le Brésil etc.

Par contre, les activités d'acquisition et de traitement seront vraisemblablement très perturbées pendant l'année 2020 en raison de la pandémie Covid19 et l'arrêt de nombreuses campagnes océanographiques depuis mi-mars... Déjà, la campagne AMAZOMIX prévue en septembre avec l'Antéa au large du Brésil a été annulée ! Il faudra donc adapter les activités en conséquence. Cette pandémie risque aussi de perturber le fonctionnement du réseau de navires marchands et de l'observatoire PIRATA au niveau international.

D'un point de vue RH, le recrutement (suite à un poste ouvert en concours interne) d'un ingénieur devrait permettre le remplacement de François Baurand, dont le départ à la retraite est prévu d'ici 2 ans.

Il faudra aussi tenir compte du départ à la retraite de Jacques Grelet d'ici 2 ou 3 ans, au vu des effectifs entre Brest et Nouméa...

Côté « visibilité » de l'antenne de Brest d'IMAGO, un travail doit être effectué pour que l'unité soit reconnue comme partenaire potentielle au niveau de la région/délégation brestoise (université, UMRs, Flotte Nationale), pour qu'elle soit mieux et plus tôt informée lorsqu'elle est susceptible d'être impliquée dans des projets de campagnes, et que son expertise puisse ainsi être éventuellement mise à contribution dans le cadre de projets. Aussi, la « charte IMAGO » devra être plus explicitement visible et diffusée...