

**US 191 - IMAGO**  
**Laboratoire d'Océanographie**  
**Centre de Brest / Le Havre**  
**Rapport d'activité 2021**

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

Mai 2022

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

## Sommaire

<b>1. PRESENTATION.....</b>	<b>3</b>
<b>2. PERSONNEL.....</b>	<b>3</b>
<b>3. ACTIVITES DU LABORATOIRE.....</b>	<b>4</b>
3.1. LES RESEAUX D'OBSERVATION.....	4
3.1.1. <i>Surveillance de la Salinité de Surface : le SNO-SSS</i> .....	4
3.1.2. <i>Mesures de la salinité de surface de la mer par les navires de recherche</i> .....	7
3.1.3. <i>Mesures de profils thermiques par sondes jetables XBT</i> .....	9
3.1.4. <i>Mesures océaniques et atmosphériques de pression partielle de CO<sub>2</sub></i> .....	9
3.2. LE LABORATOIRE DES MOYENS ANALYTIQUES.....	12
3.2.1. <i>Présentation</i> .....	12
3.2.2. <i>Les clients du laboratoire</i> .....	12
b) <i>Clients hors IRD</i> .....	13
3.2.3. <i>Bilan des Analyses effectuées en 2021</i> .....	13
3.2.4. <i>Essais inter-laboratoires - CRM</i> .....	14
3.3. CAMPAGNES A LA MER.....	16
3.3.1. <i>Campagnes réalisées sur des navires marchands</i> .....	16
3.3.2. <i>Campagnes réalisées sur des navires de recherche</i> .....	16
3.3.3. <i>Service National d'Observation PIRATA</i> .....	19
3.4. TRAITEMENTS DES DONNEES OCEANOGRAPHIQUES ET EXPERTISES.....	22
3.5. CONTRIBUTION A LA FLOTTE OCEANOGRAPHIQUE FRANÇAISE.....	25
3.6. RESUME DES SOUTIENS DE L'US191.....	25
<b>4. DEMARCHE QUALITE ; HYGIENE ET SECURITE ; GESTION DE LA CRISE COVID19.....</b>	<b>27</b>
<b>5. STAGIAIRES ET FORMATIONS DISPENSEES.....</b>	<b>29</b>
<b>6. FORMATIONS SUIVIES.....</b>	<b>29</b>
<b>7. BUDGET :.....</b>	<b>29</b>
<b>8. PUBLICATIONS, RAPPORTS ET COMMUNICATIONS (2021).....</b>	<b>31</b>
<b>9. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES.....</b>	<b>34</b>

## 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.

*Rappel : 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
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 Diverrès	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
Thierry Cariou	Laboratoire des moyens analytiques

A noter en préalable que 2021 a vu le processus d'évaluation de l'US191 IMAGO, pour son éventuel renouvellement. Ce processus a beaucoup occupé, non seulement le DU (et la DUA à Dakar) mais aussi une grande partie des équipes mobilisée pour transmettre les informations nécessaires pour finaliser l'ensemble des documents (3 documents ont été rédigés : bilan 2017-2021, 133pp ; satisfaction des partenaires 2016-2020, 58pp ; perspectives 2022-2026, 40pp) qui ont été transmis à la direction début juin. Un comité d'évaluation est venu auditer l'unité pendant 2 jours en septembre 2021 (les 8 et 9 septembre) et le projet de l'unité a été présenté devant le conseil scientifique le 1<sup>er</sup> décembre à Marseille.

Le 10 décembre, nous avons reçu l'avis du Conseil Scientifique, suggérant que l'Unité était renouvelée pour une période de 6 ans (2022-2027 ; exceptionnellement 6 ans en raison de l'année blanche "Covid" pour le HCERES), ce qui nous a été confirmé le 13 décembre suite à l'avis favorable du Comex.

La labellisation de l'UAR (l'US est devenue UAR : Unité d'Appui et de Recherche) IMAGO a été officialisée par la Présidente-Directrice Générale, Mme Valérie Verdier, le 28 janvier 2022.

Tous ces documents sont accessibles sur l'Espace Documentaire dans le répertoire : `PROCESSUS_DE_MANAGEMENT\DIRECTION_GESTION_UNITE\ENREGISTREMENTS\DOSSIERS_EVALUATIONS_US191\2022-2026`

### 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<sup>er</sup> 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.

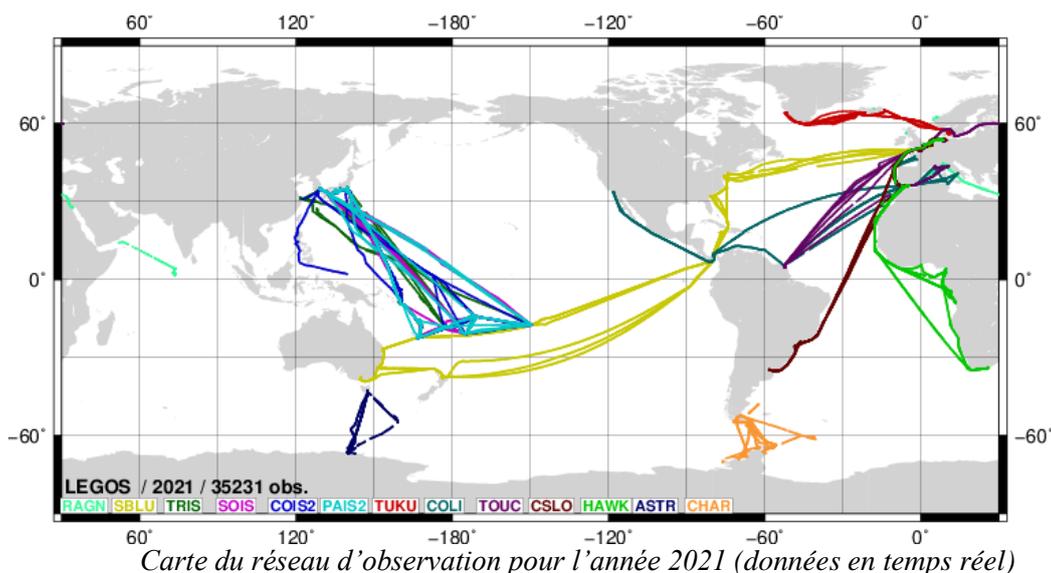
<http://www.gosud.org/>

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). En 2021, 87 voyages de navires marchands (1 aller-retour = 2 voyages) ont été enregistrés et validés, dont 76 pour lesquels les données sont majoritairement qualifiées "bonnes".

Navires	Ligne		Date de mise en service	Type d'instruments	Nb de voyages réalisés en 2021	Nb de voyages corrects effectués en 2021
	code WOCE	Ports d'escales			1 A/R = 2 voyages	1 A/R = 2 voyages
Tukuma Arctica	AX01	Aalborg (DK) - Groenland	2021	SBE 21	30	21.5
Cap San Lorenzo	AX11	Le Havre – Santos (Brésil)	2014	SBE 21	14	12.3
Hawk Hunter	AX 15	Le Havre – Afrique de l'Ouest	2017	SBE 21	14	13.5
Seatrade Blue	Tour du monde	Le Havre-USA-Panama-Nouméa-Australie A/R	2019	SBE21	4	4
MN Colibri	AX20	Livourne - Brême - Kourou	2000	SBE 21	15	14,5
MN Toucan	AX20	Livourne - Brême - Kourou	1995	SBE 21	10	10

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

Le bilan des actions réalisées en 2021 est résumé ci-après.



L'activité de l'Observatoire a été considérablement perturbée en 2021 en raison des confinements imposés. Beaucoup de visites à bord des navires ont dû être annulées ce qui a entraîné un déficit de maintenance des appareils de mesures et une dégradation des données récoltées. Aussi, comme explicité plus loin, des navires ont été arrêtés ou remplacés.

De plus, une nouvelle installation prévue depuis 2019 sur un navire « Aline Sitoé Diatta » au Sénégal a été de nouveau reportée, et sera sur un autre navire « Diambogne » a priori en 2022. Un remplacement de navire (le Nuka Arctica par le Tukuma Arctica au Danemark) a aussi été très retardé.

### 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). Sur la ligne de l'Astrolabe, les étalonnages sont assurés par le CSIRO (Hobart – Tasmanie).

6 étalonnages (4 thermosalinographes) ont été effectués en 2021 : 2 thermosalinographes vérifiés au SHOM ont dû être renvoyés chez SeaBird à cause de problèmes de stabilité (nécessité de replatiner les électrodes). 2 thermosalinographes ont été envoyés directement chez SeaBird (pour réparation et étalonnage).

Un étalonnage a été effectué au CSIRO.

Nous disposons de 12 TSG pour 7 lignes de navigations.

### 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 2021, le fonctionnement du réseau d'observation a été fortement perturbé par la pandémie de Covid19. Ses répercussions économiques et sanitaires ont conduit les compagnies maritimes à diminuer les échanges internationaux ou à modifier certaines lignes de navigation. Par ailleurs, les consignes

sanitaires ont perturbé l'accès aux navires, la maintenance du matériel et la récupération des données enregistrées. Néanmoins, comme en 2020, les équipages ont accepté de s'impliquer dans la maintenance du matériel en plus des prélèvements d'eau de mer quotidiens qu'ils effectuaient déjà.

Ainsi :

Sur la ligne Europe – Amérique du Sud, le Cap San Lorenzo n'a pas pu être visité entre fin janvier et mi-juillet 2021, soit 2 escales successives à Anvers manquées en mars et mai. De même, l'escale de fin décembre a été annulée.

Sur la ligne Europe – Guyane, le MN Colibri n'a effectué que trois voyages, dont deux très longs jusqu'à Los Angeles et la Floride via Panama, rendant impossible toute visite entre début juillet et fin novembre.

Sur la ligne Europe – Groenland, le Tukuma Arctica a pris la suite du Nuka Arctica. L'installation TSG initiée en 2020 s'est achevée en 2021 avec la mise en place de l'émission des données en temps réel.

Sur cette ligne, le partenariat avec une entreprise locale au Danemark – Navicom – a évité de longs déplacements. Une mission y a été effectuée en octobre pour vérifier le matériel et relancer les mesures XBT abandonnées début 2020 après l'arrêt du Nuka Arctica.

Sur la ligne Europe – Australie, nous avons appris le 10 septembre que le Seatrade Blue allait cesser ses rotations et il a fallu démonter l'installation le 15 septembre à Zeebrugge, dans l'urgence.

Sur la ligne Europe - Afrique, mauvaise surprise en septembre : le Hawk Hunter a été vendu et a changé de ligne (en Méditerranée désormais). Son nouveau propriétaire était d'accord pour continuer les mesures TSG. Le démontage du matériel a été organisé à distance (par l'équipage) et son retour à Brest en relation avec l'agent du navire.

La ligne Tasmanie – Antarctique (Octobre à mars sur Astrolabe) est entretenue par les ingénieurs du CSIRO avec qui les contacts sont maintenus pour la maintenance du matériel et le suivi en temps réel des données. L'Astrolabe est affecté à des missions de souveraineté nationale dans l'Océan Indien entre mars et octobre. En 2021, grâce aux échanges avec la Marine Nationale, nous avons pu obtenir des données dans cette partie de l'océan. Elles n'étaient pas diffusées en temps réel pour des raisons de confidentialité.

### *3 – Données en temps réel.*

Depuis la fin de l'année 2007, tous les navires du S.N.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 les systèmes satellitaires INMARSAT ou IRIDIUM.

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.

Depuis 2017, la plupart des navires sont équipés de modem iridium en remplacement des émetteurs Inmarsat : le MN Colibri et le MN Toucan dans l'Atlantique, de même que l'Astrolabe et le Ragnar dans l'Indien.

Sur le SeaTrade Blue, les données sont envoyées gratuitement par l'Inmarsat Fleet du bord. C'est désormais également le cas du Tukuma Arctica et du Commandant Charcot.

#### *4 – Bilan des données acquises*

En 2021, 87 voyages de navires marchands (1 aller-retour = 2 voyages) ont été enregistrés et validés, dont 76 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. 375 échantillons ont été analysés en 2021 au SHOM par Stéphane Jacquin.

#### *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 : <https://us191.ird.fr/spip.php?article63>  
Ainsi que le code et le wiki sur la forge de l'IRD : <https://forge.ird.fr/us191/TSG-QC/-/wikis/home>

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.

#### *7 - Réunion du SNO SSS*

La réunion annuelle du Service d'Observation SSS, en raison de la pandémie, n'avait pas pu être organisée en 2020. En 2021, une réunion a pu être organisée à Brest (au bâtiment IRD sur le campus Ifremer), du 15 au 17 novembre. 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. Les acteurs IMAGO de Brest du SNO y ont contribué (Denis Diverres et Stéphane Jacquin ; mais aussi en visio Céline Bachelier et David Varillon de NOuméa), et Bernard Bourlès y a aussi présenté l'unité et son éventuel devenir (IMAGO étant en cours d'évaluation).

### **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>

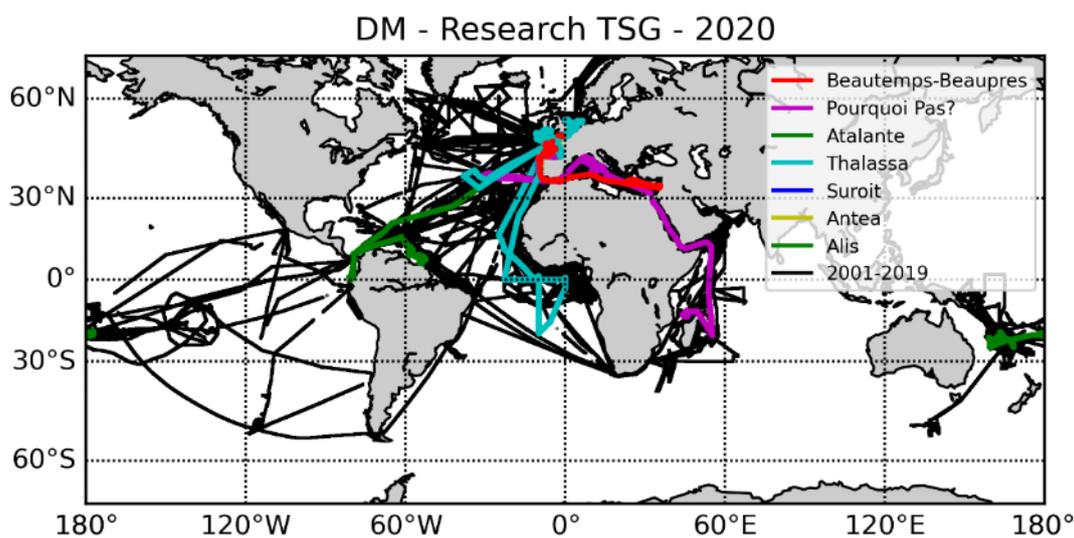
Les données sont envoyées en temps réel au centre de données Coriolis. Des flacons d'eau de mer sont prélevés journalièrement par les électroniciens GENAVIR et sont comparés aux données du thermosalinographe du bord.

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 2021, les données de 2020 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/>



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

## Expertise

IMAGO a poursuivi en 2021 la coopération avec la société OceanoScientific, initiée en 2019 pour l'installation d'un TSG sur le S/Y Ragnar. Cette coopération a consisté en 2021 à assurer le suivi technique de l'installation du Ragnar ainsi qu'à la conseiller pour un projet réalisé fin 2020 : une campagne de mesures de contaminants organiques et métalliques sur un catamaran en Méditerranée.

Un nouveau projet est né en 2021 : l'acquisition d'un voilier (catamaran) pour l'exploration des Iles Eparses dans le canal du Mozambique avec des mesures physiques, chimiques et des prélèvements biologiques. IMAGO est régulièrement consultée pour la partie mesures en route et l'intégration des capteurs à bord, ainsi que pour le développement d'un nouveau logiciel d'acquisition : l'OSC Software v3.0.

Les contacts noués avec la société Ponant pour l'installation d'un TSG sur le « Commandant Charcot » ont abouti en 2021. Le TSG, un modèle SBE45, est fonctionnel. Le logiciel Soda d'IMAGO a été choisi par Ponant pour l'acquisition et la transmission des données. Une adaptation a été nécessaire pour le SBE45, elle a abouti à la création de la version 3.0 qui permet donc d'acquérir des données de SBE45 comme de SBE21.

Le Commandant Charcot fait désormais partie du SNO SSS.

Cette version de Soda a été installée sur le voilier « Iris » de l'association Blue Observer, en partenariat avec le LOPS. L'Iris a été affrété par la NOAA pour le déploiement de 80 flotteurs ARGO dans l'Atlantique entre novembre 2021 et mars 2022. Soda a permis l'acquisition de données TSG tout au long de ce voyage.

### 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 2020, il restait une seule ligne pour ces opérations : celle du Nuka Arctica sur l'AX01. Ce navire a été vendu en mars 2020 et remplacé par le Tukuma Arctica qui devait recevoir en 2020 toute l'installation scientifique de son prédécesseur.

L'installation TSG a été achevée en 2021, ainsi que celle du système XBT. 42 lancers de sondes XBT, dont 36 corrects, ont été réalisés lors du voyage du Tukuma Arctica.

### 3.1.4. Mesures océaniques et atmosphériques de pression partielle de CO<sub>2</sub>

Les mesures de pression partielle de CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> à bord de navires marchands.

Les chaînes de mesure de pCO<sub>2</sub> 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<sup>ème</sup> 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.

<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 en décembre 2019 puis de nouveau en 2020. Il a été démonté et transporté à Brest. Cet analyseur comporte de nombreux éléments obsolètes difficiles à trouver dans le commerce (disque dur IDE, système d'exploitation Win NT).

Réinstallé à bord du MN Colibri en mars 2021, il a permis l'acquisition de données entre l'Europe, la Guyane et les la côte Ouest des Etats Unis. De nouveau soucis sont apparus à cause (circulation d'eau notamment), la longueur des voyages et l'accès impossible au navire ont conduit à la perte de données. Pour limiter les déplacements et les coûts induits, une solution locale a été trouvée à Marseille en déléguant la maintenance des appareils à une tierce personne, auto-entrepreneuse, formée sur place par un agent de l'unité.

Malgré un accès difficile au Cap San Lorenzo (pas de visite possible entre janvier et juillet 2021), l'analyseur a plutôt bien fonctionné. L'équipage a accepté de réaliser une partie de la maintenance : le nettoyage du filtre en amont de l'installation et surtout un suivi quotidien avec retour d'informations à IMAGO par messagerie électronique.

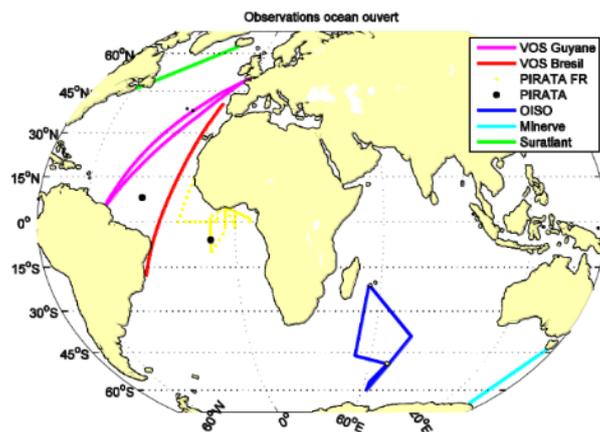
#### Données :

En 2021, **7** voyages pour le Colibri (**4.5** corrects) et **10** voyages pour le Cap San Lorenzo (**7** corrects).

### **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/>*

## 3.2. 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.

En 2020, le laboratoire a contribué à 2 campagnes océanographiques.

En 2020, le laboratoire a accueilli Thierry Cariou (IR chimiste marin) en octobre, nouvel agent recruté sur concours interne. Depuis octobre, il a été parfaitement intégré dans l'équipe, familiarisé au fonctionnement du laboratoire et à la Démarche Qualité, et apporte une nouvelle dynamique et de nouvelles compétences.

### 3.2.2. Les clients du laboratoire

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

#### a) Les clients IRD

Le LAMA-Brest répond aux besoins des programmes océanographiques de l'IRD se déroulant dans les océans : Atlantique, Indien et Pacifique.

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

- UMR 065 - LEGOS : Laboratoire d'Etude en Géophysique et Océanographie Spatiale  
Jérôme Llido – Programme PIRATA : PIRATA FR31

L'objectif principal des campagnes annuelles PIRATA (Pilot Research moored Array in the Tropical Atlantic) est de relever et déployer 6 mouillages météo-océanique ancrés sur le fond de l'océan, dans le Golfe de Guinée. Parallèlement à ces opérations de mouillages, des stations hydrologiques sont réalisées par notre Unité de Service.

Le laboratoire propose ses services pour la réalisation des analyses de l'oxygène dissous, des sels nutritifs, de la salinité et de la filtration d'eau de mer en vue de l'analyse des pigments chlorophylliens.

Participation à la campagne Pirata FR31 :

Du 22 février au 19 avril 2021 embarquement sur le THALASSA –Brest – Brest (pas d'escale à cause du Covid 19)

Chef de mission - Bernard Bourlès (IRD – US IMAGO)

Chimistes embarqués : Sandrine Hillion, Thierry Cariou

Récapitulatif des opérations effectuées par le LAMA de Brest :

Nombre de stations hydrologiques : 78

Nombre d'analyse de l'oxygène :	698
Nombre d'analyse de la salinité :	686
Nombre d'échantillons de sels nutritifs :	698
Nombre de filtrations :	278

• UMR 065 - LEGOS : Laboratoire d'Etude en Géophysique et Océanographie Spatiale  
Responsable du projet : Ariane Koch Larouy – Programme et campagne Amazomix

Nombre d'échantillons de sels nutritifs : 295 (\* 4 sels nutritifs)

Nombre d'échantillons de pigments phytoplanctoniques : 300, (\*22 pigments), analyse de 189 échantillons sur les 300 à analyser au 31 décembre 2021.

#### b) Clients hors IRD

• UMR 7159 – LOCEAN : Laboratoire d'Océanographie et du Climat Expérimentations et Approches Numériques

➤ Gilles Reverdin

Prélèvement d'échantillon d'eau de mer pendant la campagne Pirata FR31 pour l'analyse du :

- DIC/TA
- C13/DIC
- O18

Analyse des sels nutritifs des échantillons prélevés sur le TARA en 2021 (50 échantillons)

• PARC MARIN NATUREL D'IROISE

➤ Caroline Caillau – Mission PNMIR, suivi de la qualité de l'eau (172 échantillons)

• UMR LOPS : Laboratoire d'Océanographie et Physique et Spatiale

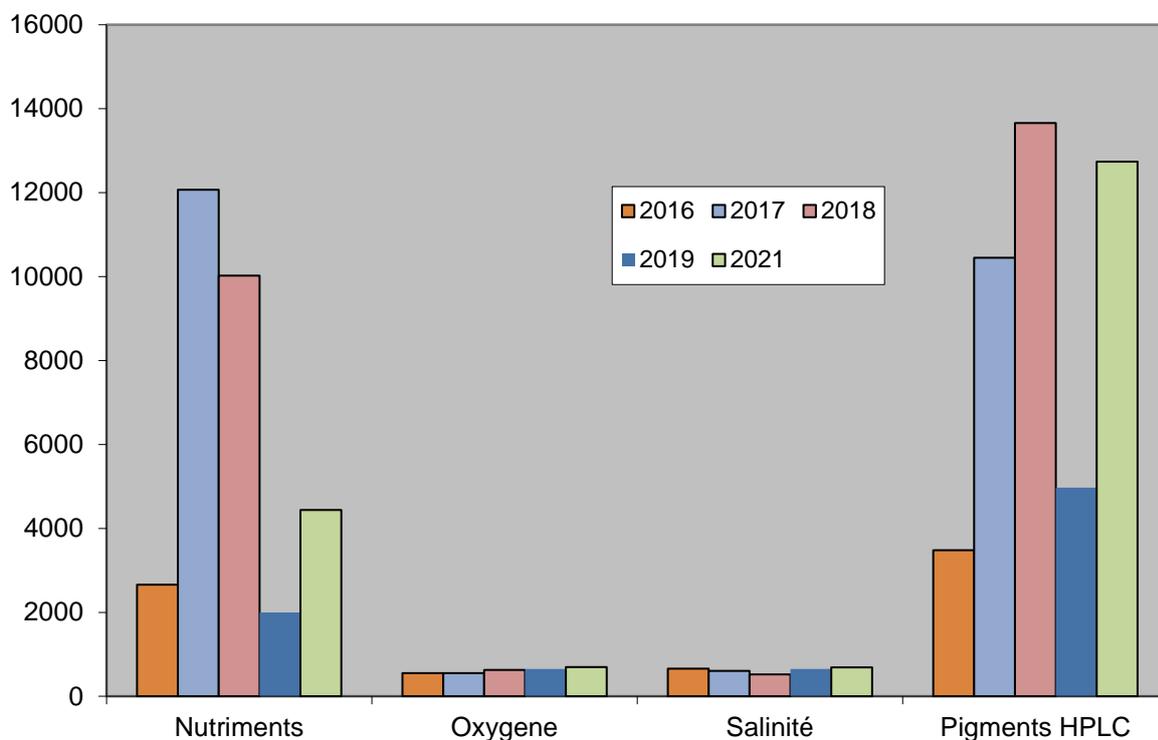
➤ Nicolas Kolodziejczyk - campagne TECNOSS (79 échantillons)

### **3.2.3. Bilan des Analyses effectuées en 2021**

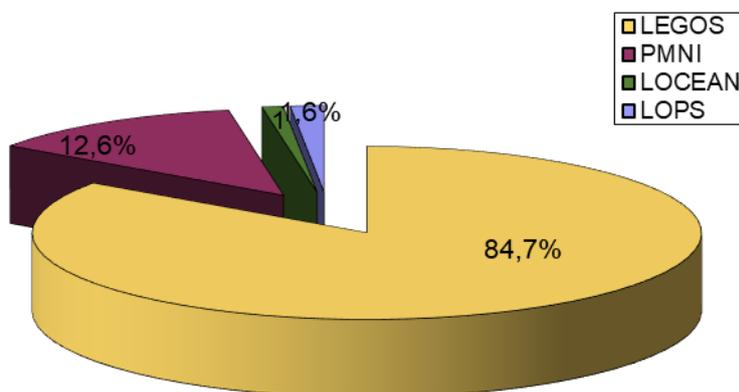
- Analyse de 686 échantillons de sels nutritifs (\*4 sels nutritifs) /Campagnes Pirata FR31
- Analyse de 295 échantillons de sels nutritifs /Campagnes Amazomix
- Analyse de 79 échantillons de sels nutritifs /Campagnes TecnoSS
- Analyse de 50 échantillons de sels nutritifs / Tara
- Analyse de 686 échantillons de salinité (campagne Pirata FR31)
- Analyse de 698 échantillons d'oxygène (campagne Pirata FR31)
- Extraction et analyse par HPLC de 278 échantillons de pigments de la campagne Pirata FR31
- Extraction et analyse par HPLC de 172 échantillons de pigments pour le Parc Marin d'Iroise
- Extraction et analyse par HPLC de 189 échantillons de pigments de la campagne Amazomix (reste 111 échantillons à extraire et analyser)

### Bilan des analyses réalisées de 2016 à 2021

Evolution, entre 2016 et 2021, des déterminations réalisées au laboratoire des moyens analytiques de Brest (précision : 4 nutriments et 22 pigments sont analysés pour chaque échantillon) :



#### Répartition des analyses 2021 par UMR



### 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.

Une intercomparaison de mesures d'oxygène dissous a été réalisée par plusieurs laboratoires, au môle de Saint Anne du Portzic, en novembre 2021.

Les laboratoires participants étaient :

- . Ifremer, Laboratoire de Métrologie (N. Lamandé)
- . Ifremer, Laboratoire d'Océanographie Physique et Spatiale (C. Le Bihan)
- . Ifremer, Laboratoire d'Ecologie Pélagique, Ifremer (F. Caradec, E. Rabiller)
- . IRD, Laboratoire de Chimie Marine, US Imago (S. Hillion, T. Cariou)
- . IUEM, Observatoire marin, Analyses des eaux (E. Grossteffan, J. Devesa)
- . Station Biologique de Roscoff, Laboratoire de Chimie Marine (E. Macé, R Crechriou, S Bureau)

Les résultats ont été satisfaisants pour le laboratoire de chimie marine de l'US191 IMAGO (carré orange 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 FR32. Un rapport a été rédigé à l'issue de l'exercice (résultat\_intercomparaison\_oxygène\_2021).

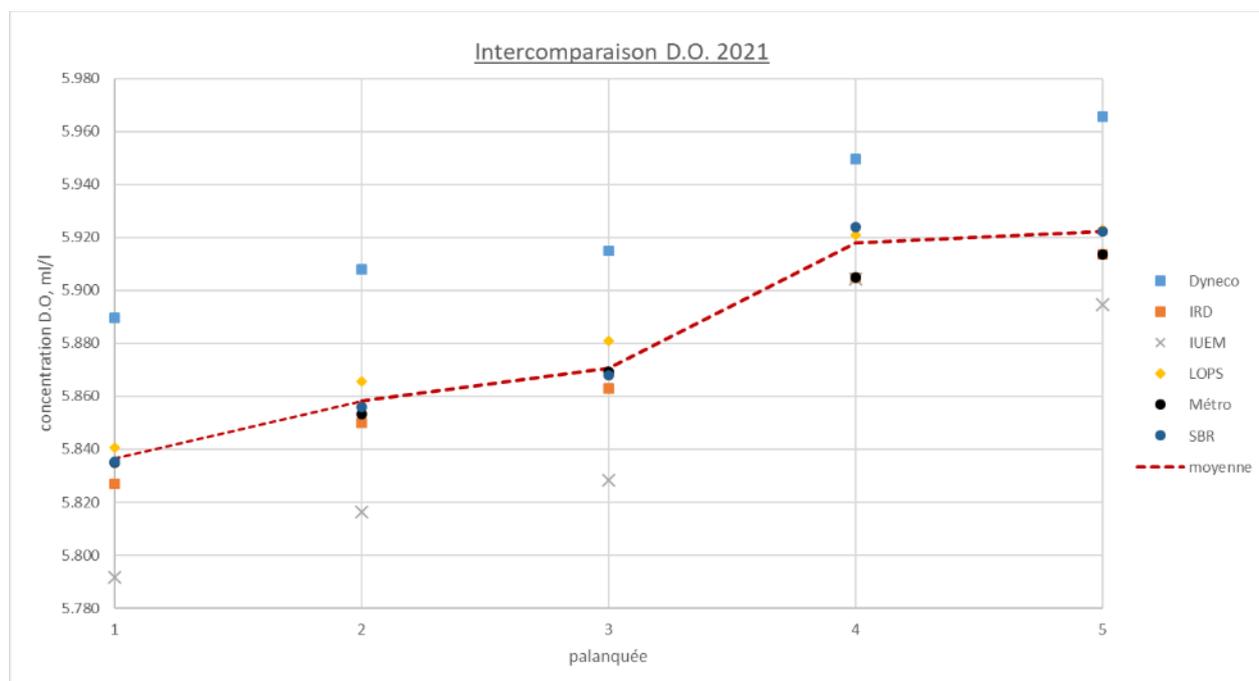


Fig2. Résultat de l'inter-comparaison Oxygène 2021

## Pigments par HPLC

Cet exercice inter-laboratoires sur les analyses de pigments par HPLC a été initié par l'IRD (Sandrine Hillion, US191 IMAGO). Les échantillons ont été collectés en 2019 lors de la mission Pirata Fr29, dans l'Atlantique tropical. Les échantillons ont été prélevés à 3 stations différentes et à la profondeur de 40m. Les laboratoires participants étaient :

US191 IMAGO - Sandrine Hillion  
 IMEV (ex-LOV) - Céline Dimier  
 Ifremer Port en Bessin - Gaëlle Courtay, Lucie Deschamps, Mzari Lotfi  
 SHOM - Joëlle Salün

Un rapport préliminaire a été rédigé par Sandrine Hillion :

**S. Hillion** - Rapport préliminaire de l'Exercice inter-laboratoires d'analyse des pigments  
 Campagne PIRATA FR29 – pp15-2021

Certains résultats semblent hétérogènes pour quelques paramètres. Une réunion sera organisée entre les laboratoires participants à une date ultérieure.

### 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

Il n'y a eu aucun embarquement sur un navire de commerce en 2021. Aucun voyage ne le justifiait et la pandémie a aussi changé certains programmes.

#### 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.

A noter qu'en raison de la pandémie de Covid19 sévissant depuis mars 2020, des campagnes avaient été reportées ou annulées en 2020, limitant le nombre de participations... La campagne AMAZOMIX avait été reportée en 2021 et a pu se réaliser.

Ainsi, en 2021, le laboratoire d'océanographie de Brest a participé à deux campagnes en mer, PIRATA FR31 et AMAZOMIX. La campagne PIRATA FR31 a été réalisée à partir de Brest et a donc été prolongée de 15 jours par rapport aux durées habituelles...

Campagne	UMR	Début	Fin	Lieu	Navire	Personnel US 191	Spécialité
PIRATA FR31	LEGOS	22/02/2021	21/04/2021	Atlantique tropical	THALASSA	B. Bourlès	Chef de mission
						S. Hillion,	Chimie
						J. Grelet	CTDO2, ADCP

						T. Cariou	Chimie
						F. Roubaud	Mouillages
						P. Rousselot	Mouillages, CTDO2, ADCP
AMAZOMIX 1 <sup>er</sup> leg	LEGOS / MARBEC	26/08/2021	13/09/2021	Atlantique Equatorial Ouest	ANTEA	P. Rousselot	CTDO2, ADCP
2 <sup>nd</sup> leg		13/09/2021	30/09/2021			F. Roubaud	CTDO2, ADCP

*Campagnes océanographiques 2021*

**PIRATA FR31** – 21 février au 20 avril 2021 – Brest - Brest  
 Chef de mission : Bernard Bourlès (US IMAGO/IRD)

Voir le compte-rendu au paragraphe suivant.

**AMAZOMIX** – 26 août au 30 septembre 2021 – Cayenne – Cayenne (Guyane Française)  
 Chef de mission : Arnaud Bertrand (UMR MARBEC/IRD)  
 Responsable du projet : Ariane KOCH-LARROUY (UMR LEGOS/IRD)

Le but de ce projet et de cette campagne est d'étudier les processus à fine échelle dont les ondes internes et la mésoéchelle et de mieux comprendre leur physique, les processus associés, les interactions entre ces processus et leur impact sur la dynamique biogéochimique à l'échelle régionale (e.g. chlorophylle-a, matière en suspension (MES), matière organique dissoute DOM, etc) par l'utilisation des descripteurs disponibles via la télédétection couleur de l'eau.

Pour les 2 agents IMAGO ayant contribué, Pierre Rousselot (leg 1) et Fabrice Roubaud (leg 2), l'objectif était de contribuer à l'étude des processus physiques sur le plateau et le talus Amazonien en étant responsables de :

- l'ensemble de la partie physique (mesures hydrologiques et courantométriques) de la campagne.
- l'informatique et de l'électronique du N/O ANTEA.

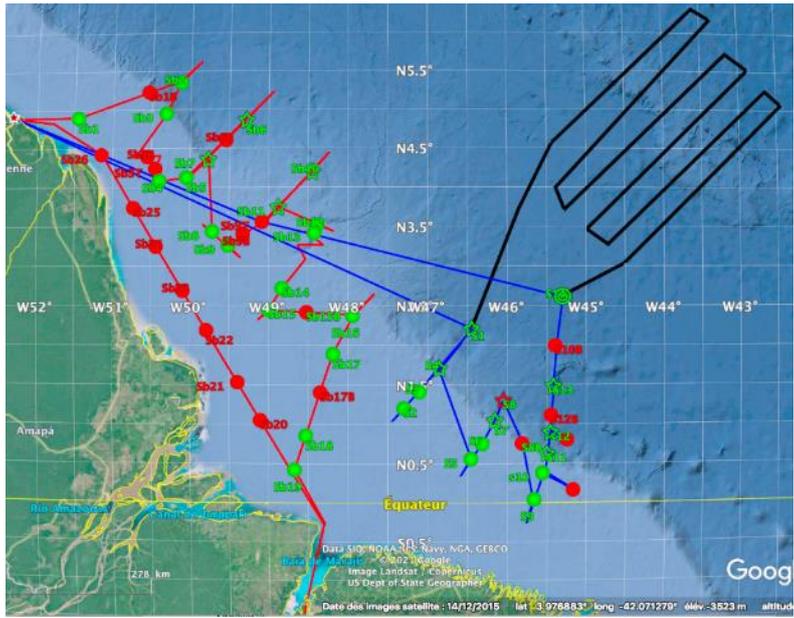
Ainsi, Pierre Rousselot et Fabrice Roubaud ont successivement assuré :

- i) la préparation de l'ensemble du matériel physique pour la campagne (CTD-O2, L-ADCP),
  - ii) la mise en œuvre du système d'acquisition des mesures : mise en place du système informatique, mise à l'eau des instruments –bathysonde-, acquisition des données du bord : GPS, sondeurs, stations météo, thermosalinomètre, ainsi que le suivi et la maintenance des instruments induisant le diagnostic d'éventuelles pannes des appareils de mesures physiques,
  - iii) le déploiement de bouées dérivantes de type SVP fournies par Météo-France ;
  - iv) la prise des échantillons in situ (bouteilles hydrologiques) suite aux profils faits jusqu'à 2000m ;
  - v) l'ensemble des traitements CTD-O2, L-ADCP, S-ADCP, et des instruments du navire ;
  - vi) l'analyse des échantillons de salinité à bord ;
  - vii) la mise en forme des données issues des divers instruments du navire et de l'ensemble des données collectées afin de les remettre aux responsables de la mission sous un format adapté ;
- et ce tout en veillant à la sécurité en se conformant aux règles d'Hygiène et Sécurité.

Nos 2 agents ont été nommément remerciés par le chef de mission (dans un message du 20/10) et l'US IMAGO mentionnée dans une lettre de remerciements adressée le 19/10 par les responsables du programme à la PDG de l'IRD, au Dpt OCEANS de l'IRD et aux partenaires.

Les détails sur cette campagne sont fournis via le DOI :  
<https://campagnes.flotteoceanographique.fr/campagnes/18001364/>

*Plan de la campagne : leg 1 en rouge ; leg 2 en bleu ; en noir parcours prévu d'un glider.*



### 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](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°), le sud-est du bassin (10°W-20°S) et le centre du Golfe de Guinée (0°E-0°N).

La logistique et la gestion technique du réseau est confiée à l'US191. Le travail d'organisation de ces campagnes est important car il faut gérer depuis Brest toute la logistique, qui consiste à acheminer du matériel de Seattle (Etats-Unis) ou d'autres laboratoires de France (Paris, Marseille...) jusqu'au port d'embarquement (Brest depuis 2015), 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 (FR31) est la 31ème 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 SNO PIRATA.*

*La mission FR31 a, comme les précédentes depuis 2015, été menée à bord du N/O Thalassa avec une équipe scientifique de 12 personnes. En raison de la pandémie de COVID19, la campagne a dû se faire à partir de Brest (et non pas de Mindelo comme les années précédentes depuis 2015), induisant 10 jours de transit tant à l'aller qu'au retour pour se rendre sur la zone de travail. La campagne (jours de mobilisation/démobilisation compris) s'est effectuée du 22 février au 21 avril 2021, dont 57 jours de mer (du 23 février au 19 avril) sans escale. Deux pleins de fuel étaient prévus en début et fin de campagne à Las Palmas (Canaries), induisant un départ le 23 février au lieu du 24, pour réduire le temps « perdu » par ces deux escales techniques. De fait, un seul plein de fuel a été fait en début de campagne, suffisant.*

*6 bouées ont été remplacées à 23°W-0°N (T-Flex), 0°E-0°N (ATLAS), 10°W-10°S (T-Flex), 10°W-6°S (T-Flex), 10°W-0°E (ATLAS), et 10°W-20°S (ATLAS équipée avec quelques capteurs et une configuration T-Flex).*

*En raison du changement de l'étendue de la zone de sécurité dans la Golfe de Guinée pendant la campagne, incluant désormais la bouée 0°E-0°N, celle-ci a été déplacée vers 2°42'W.*

*Sur ces bouées, certains capteurs d'opportunité ont également été remplacés, à savoir :*

- 2 capteurs des paramètres du CO<sub>2</sub> à 10°W-0°E et 10°W-6°S.
- 5 capteurs de turbulence sur 2 bouées équatoriales (23°W et 10°W) ;
- 6 récepteurs acoustiques OTN (un par bouée, fixé à 200m de profondeur) ;

*Aussi, un fluorimètre, acquis en 2020 sur budget IRD via le LEGOS, a été installé pour la 1ère fois en surface (55m de profondeur) sur la bouée 10°W-0°N.*

*Le mouillage courantométrique ADCP situé à 0°N-10°W a été remplacé. Malheureusement, seulement 3 mois (au lieu de 24) de données ont été acquis, en raison d'un problème de piles, qui se sont déchargées prématurément...*

*En raison du changement de l'étendue de la zone de sécurité dans la Golfe de Guinée pendant la campagne, incluant désormais le point 0°E-0°N, et en prévision de l'impossibilité d'y retourner en 2022, nous avons récupéré le mouillage ADCP qui s'y trouve. Ce changement imprévu, dans l'impossibilité aussi de le redéployer pendant la campagne (le matériel nécessaire n'était pas prévu) induit par conséquent une perte d'un an de mesures potentielles 2021-2022 !*

*Dans le cadre des opérations régulièrement menées dans le cadre de PIRATA, les travaux suivants ont été réalisés :*

- Profils CTD-O2/LADCP ;
  - Profils XBT ;
  - Prélèvements d'eau de mer (en surface lors des transits et en profondeur à partir des bouteilles hydrologiques en station) pour l'analyse des paramètres habituels : S, O<sub>2</sub>, sels nutritifs, pigments Chlorophylliens ;
  - Mesures en continu par les appareils du navire : météo, TSG, ADCP, Ferrybox et sondeurs acoustique (depuis 2015) ;
- Lors de cette campagne, en plus des travaux classiques inhérents à ce type de campagne pré-cités, plusieurs opérations supplémentaires ont également programmées, notamment en contribution à d'autres projets ou de demandes spécifiques :
- Dans le cadre du projet SEANOX (LEFE/GMMC, PI : X. Capet, LOCEAN), 1 profileur DO-ARGO et 1 BGC-ARGO ont été déployés dans le Dôme de Guinée, et 3 stations CTD supplémentaires y ont été réalisées ;
  - Dans le cadre du projet PODIOM (LEFE/GMMC, PIs : S. Cravatte et F. Gasparin, LEGOS et MERCATOR), 5 profileurs autonomes ARGO ont déployés (à 10°W-0°N et 23°W-0°N), et des stations peu profondes (200m) répétées toutes les 3h pendant 48h à proximité de ces bouées ;
  - Dans le cadre du projet EU H2020 EUROSEAS, Cinq profileurs autonomes BGC-ARGO supplémentaires ont été déployés à 10°W-0°N (1), 10°W-6°S (2) et 23°W-0°N (2).
  - Dans le cadre du GDP, 23 bouées dérivantes ont été fournies par Météo-France (18 SVPB-HRSST et 5 SVPB) et 8 par la NOAA (SVP), soit un total de 31 bouées SVP. Seules les 23 fournies par Météo-France ont été déployées. Voir chapitre dédié.
  - Sur proposition d'un laboratoire de l'Ifremer, un système vidéo devait être testé, monté sur la bathysonde, pouvant filmer jusqu'à grandes profondeurs (intermédiaire : Jérémie Habasque, LEMAR). Voir chapitre dédié.
  - Sur proposition du MIO et du LEMAR, un capteur de bioluminescence a également été testé, ponté sur la bathysonde, aux profils effectués jusqu'à la profondeur maximale de 1000m (intermédiaire : Jérémie Habasque, LEMAR). Voir chapitre dédié.

Aussi, de nombreux prélèvements spécifiques ont été demandés :

- Pour le Carbone 13 (13C) et le Carbone Inorganique Dissous (DIC ; échantillons DIC/13C) et l'Oxygène 18 (échantillons O18), sur demande de Gilles Reverdin (LOCEAN) ;
  - Pour les paramètres du Carbone : DIC et alcalinité (TA), échantillons DIC/TA pour le LOV (L. Coppola) et le LOCEAN (G.Reverdin) ; à noter que N.Lefevre (LOCEAN) n'a pas demandé ces prélèvements cette année, contrairement aux années précédentes ; la demande a été effectuée par le LOV, de telles mesures étant complémentaires de celles acquises par les BGC-ARGO.
  - Pour la Matière Organique Particulaires (POM), sur demande du MIO et du LEMAR ;
  - Pour des analyses génétiques d'ADN (pour la 1ère fois), sur la demande du MIO.
- Et, comme les années précédentes, prélèvements de Sargasses (LEMAR et MIO), d'anatifes sur les bouées (LEMAR), et morceaux de thons (péchés aux bouées) pour analyser leur teneur en mercure (LEMAR).

Enfin, des travaux étaient prévus autour de l'île de Sainte-Hélène qui n'ont malheureusement pas pu être réalisés, en raison d'un problème sur la bouée T-Flex 10°W-10°S sur laquelle nous avons dû retourner (voir chapitre « problèmes »).

Aussi, comme en 2020, les capteurs T/C récupérés sur les bouées et de la couche supérieure ont été comparés avec les mesures de la sondes CTD, afin de vérifier l'effet du fouling sur les mesures de salinité. En effet, les capteurs toujours nettoyés avant ré-expédition au PMEL, empêchant de constater une éventuelle dérive induite par ce processus, notamment en zone fortement productive (upwellings équatoriaux ou côtiers). Cela devrait permettre de corriger plus correctement les mesures de salinité fournies en Temps Différé par le PMEL. Pour cela, un profil a été effectué jusqu'à 500m, en restant 45mn à 500m d'immersion. A noter aussi que, pour la 1ère fois, un film de cuivre a été collé sur les capteurs T/C immergés dans la couche supérieure pour tenter de limiter le fouling... On en verra l'efficacité en 2022. »

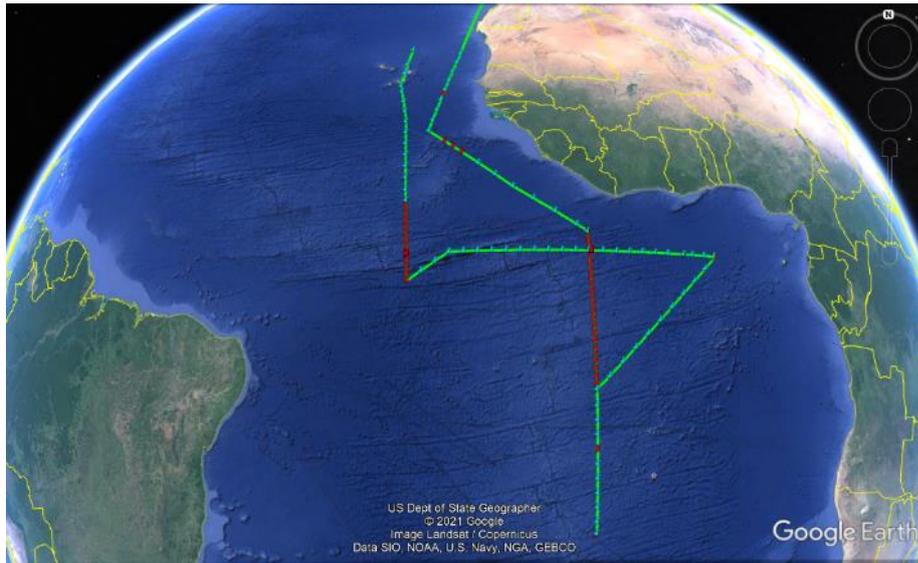
Les principales réalisations de la campagne PIRATA FR31 sont résumées dans le tableau ci-après :

Opérations	Date	Position	Réussites	Echecs / Remarques
Remplacement mouillage ATLAS	09/03/2021	10°W-0°N	OUI	
Remplacement mouillage TFLEX	12/03/2021	10°W-6°S	OUI	
Déploiement mouillage TFLEX	14/03/2021	10°W-10°S	OUI	
Remplacement mouillage ATLAS	17/03/2021	10°W-20°S	OUI	
Remplacement mouillage ATLAS	23-24/03/2021	0°E/3°W-0°N	OUI	Déplacé (zone sécurité...)
Remplacement mouillage TFLEX	01/04/2021	23°W-0°N	OUI	
Déploiement mouillage ADCP	26/03/2021	10°W-0°N	OUI	
Récupération mouillage ADCP	23/03/2021	0°E-0°N	NON	Récupéré (idem) 1 an plus tôt
Stations CTD			78 : 1x5000m ; 3x4000m, 38x2000m ; 2x1000m ; 3x500m ; 31x200m	
Profils LADCP			idem	
Déploiement profileurs ARGO			12	0
Déploiement bouées SVP-BS			23	0
XBT			75	
Mesures thermosalinographe	En continu			
Mesures FerryBOX	En continu			
Mesures SADCP	En continu		38kHz et 150 kHz + DVL 600kHz	DVL à étalonner.
Mesures météo centrale MERCURY	En continu			
Mesures acoustiques (vertical)	En continu			Configuration 9s (pas horizontal)
Prélèvements « bouteilles » CTD			2582	
Prélèvements de surface TSG			323 (en 66 positions)	
Prélèvements de surface (TSG) + bouteilles (CTD) pour DIC/TA			70 + 20	
Prélèvements O <sup>18</sup> / C <sup>13</sup> (CTD et TSG)			72+37 / 63+35	
Prélèvements POM (CTD et TSG)			42 + 34	
Prélèvements ADN (surface)			22	
Prélèvements de Sargasses et biologiques *			37 + 751	

\* prélèvements d'anatifes (+crabes et vers) aux bouées, ainsi que morceaux de thons (Hg) ;  
Prélèvement de Sargasses sur une nappe le 5 avril.

Lors de cette campagne, comme depuis 2019, le LADCP 150 kHz de la DT-INSU a été utilisé avec notre rosette 24 bouteilles et un châssis inférieur réalisé et adapté en 2020 sur le modèle prêté par la DT-INSU en 2019 pour l'occasion (voir rapport 2019).

### Plan de la campagne PIRATA FR31 :



La campagne à bord du Thalassa s’achevant à Brest, le matériel était à bord... Nous sommes arrivés à Brest le dimanche 18 avril 2021 en fin d’après-midi, après avoir refait un parcours dans la rade de Brest pour étalonner le DVL.

Tout le matériel a pu être débarqué le 20 avril 2021, 1<sup>er</sup> jour de la démobilitation, et tout le matériel devant revenir sur le campus Ifremer a été livré le lendemain 21 avril.

Pour l’expédition du matériel à destination du PMEL, nous avons retournés les 8 SVP que nous n’avons pas utilisés, ainsi que les 2 courantomètres AQUADOPP que nous avons achetés (crédits TRIATLAS) et qui avaient été livrés en janvier.

Ensuite, en vue de la prochaine campagne PIRATA-FR32 (2022), l’équipe a assuré la maintenance, la calibration et la préparation des instruments du parc de l’US mis en œuvre et la remise en état des bouées météo-océaniques.

Aussi, le mouillage courantométrique situé à 0N-0E ayant dû être récupéré pour être redéployé en 2022 plus à l’Ouest, à 0N-3W, la bathymétrie étant différente, Fabrice Roubaud s’est chargé du calcul et de la conception de la ligne du mouillage courantométrique à l’aide d’un nouveau logiciel en langage Python (Mooring Simulator) développé en collaboration avec l’UMR LOPS (Laboratoire d’Océanographie Physique et Spatiale). Cette ligne de mouillage est désormais équipée d’une balise Argos permettant de surveiller sa dérive en cas de problèmes (rupture de la ligne de mouillage). Il a refait en langage Python (l’ancienne version était en langage Perl) le programme de surveillance automatique de cette balise pour qu’il s’intègre plus facilement aux plateformes informatiques de l’IRD. Ce mouillage ainsi remis à jour sera déployé en 2022.

### 3.4. Traitements des données océanographiques et expertises

Depuis 2017 (suite au recrutement de Pierre Rousselot, 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. L’ensemble de procédures d’acquisition, traitement et validation des CTDO2, ADCP de coque, ADCP sur mouillage, et L-ADCP sont finalisées. L’ensemble des jeux de données sont désormais affectés 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 2021 du traitement et de la qualification de données :

- Traitement et validation des données CTD-O2 (Conductivité-Température-Profondeur-Oxygène dissous) de la campagne océanographique PIRATA-FR31 [10.17600/18001227] (UMR LEGOS) et rejeu des données CTD-02 de la campagne ABRACOS [10.17600/15005600] (UMR MARBEC) + rédaction rapports de traitement.
- Traitement et validation des données courantométriques L-ADCP de la campagne PIRATA-FR31 [10.17600/18001227] (UMR LEGOS) + rédaction rapports de traitement.
- Traitement et validation des données courantométriques S-ADCP (OS38, OS150, DVL) des campagnes PIRATA-FR31 [10.17600/18001227], ZONECO2 [10.17600/94010060], MARACAS1, MARACAS2, MARACAS3, MARACAS4 [10.17600/18000892] (UMR ENTROPIE), SEAMOUNT [10.17600/18000889] (UMR ENTROPIE), AMAZOMIX [10.17600/18001364] + rédaction rapport de traitement,
- Traitement et validation des données courantométriques des ADCPs de mouillage relevés pendant la campagne PIRATA-FR31 [10.17600/18001227] (UMR LEGOS) + rédaction rapport de traitement.
- Correction des données des mouillages courantométriques des campagnes PIRATA passées [10.17882/51557] et mises au format international OceanSites, en collaboration avec Jérôme Llido (UMR LEGOS).
- Tracé de données et statistiques à la demande de différentes UMRs (LEMAR, LEGOS).
- Attribution de DOI (Digital Object Identifier) aux jeux de données et suivi.
- Validation de mesures de profileurs ARGO : depuis 2008, en tant que coordinateur du SNO PIRATA, chef de mission des campagnes annuelles et responsable du déploiement de profileurs ARGO pendant ces campagnes, Bernard Bourlès assure régulièrement, pour le compte de la société Glazéo (Carole Saout) mandatée du traitement de ces données par CORIOLIS, la validation des mesures de température et salinité acquises en Atlantique tropical Est (entre 15 et 25 profileurs par an).

### Développement/amélioration d'applications :

Pierre Rousselot a également continué à développer et à améliorer des applications pour le traitement et la qualification des données océanographiques :

- Amélioration de la chaîne de traitement CTD-O2 CADHYAC (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, vers une application « partenaires »,
- Amélioration d'un logiciel pour le suivi et la qualification des mesures chimiques en mer,
- Amélioration de scripts pour la qualification et validation des données courantométriques de mouillages,
- Développement d'outils de visualisation pour les données acquises en mer,
- Utilisation des plateformes de travail collaboratives et de versionnement pour le développement logiciel (domaine privé et public),
- Formation à l'utilisation des logiciels aux utilisateurs.

Jacques Grelet a, pendant la campagne PIRATA FR31, réalisé et mis au point un programme générique de tracé de profils et sections en Python. Il a également apporté une évolution à CRDAP (<https://forge.ird.fr/us191/crdap>)

Il a également amélioré le logiciel TSG-QC (résolution de bugs) et y ajouté quelques améliorations. Il a rédigé un wiki (<https://forge.ird.fr/us191/TSG-QC/-/wikis/home>) afin de centraliser la documentation en ligne et l'installation (FR et EN).

### Appui et expertises :

i) Réponses aux sollicitations d'UMRs :

- UMR LEGOS (Toulouse – France) :
  - Suivi et expertise des mesures CTD-02/L-ADCP pendant la campagne SWINGS [10.17600/18001925].

- Expertise sur les données du mouillage courantométrique déployé pendant INDOMIX [10.17600/10200020].
  - Suivi et archivage des données de la campagne CASSIOPEE [10.17600/15001200].
  - Mise à jour régulière du site web du SNO Pirata (<https://www.brest.ird.fr/pirata/>).
- Nelson Mandela Université (Port Elizabeth, Afrique du Sud) :
    - Expertise pour la calibration de données de mouillage Température-Salinité.
- IFREMER-SISMER (Brest – France) :
    - Mise au format et aide à la décision concernant le traitement pour les anciennes campagnes IRD non archivées.
  - IFREMER-DYNECO (Brest – France) :
    - Expertise pour les traitements et l’acquisition des données CTD pour la campagne LINKS [10.17600/18001470].
- ii) Formation d’utilisateurs des logiciels de traitement :
- Suite à leur demande, J. Grelet et P. Rousselot ont assuré la formation d’ingénieurs de la DT/INSU de Brest à l’acquisition ADCP et aux traitements L-ADCP et CTD-O2 (notamment installation et configuration de la chaîne de traitement) utilisés en mer. Cette sollicitation de l’US a été faite afin que ces outils soient utilisés dans le cadre de la campagne SWING de janvier-mars 2021, IUEM/LEGOS).
  - P. Rousselot a continué à faire bénéficier à des collègues d’Afrique du Sud (Bryan Godfrey et Margaux Noyon) son expertise dans le cadre de leur campagne EK188, sur les calculs de densité et validation de données CTD
  - P. Rousselot a également formé un ingénieur du LEMAR au traitement des données CTD.
- iii) Participation à des groupes d’expertise :
- Jacques Grelet participe aux réunions « Investissements » de la Flotte Océanographique Française (UMS FOF) auxquelles il représente l’IRD.
  - Jacques Grelet est membre du GTU Antéa (Groupe de Travail Utilisateurs) dans le cadre de la refonte/modernisation de l’Antéa de fin décembre 2020 à mai 2021. Les travaux ont commencé au dernier trimestre 2021. Cela a notamment consisté à la mise en place d’une enquête auprès des futurs utilisateurs scientifiques et à la rédaction de plusieurs documents et présentations devant un comité scientifique mi-mai 2021. Jacques Grelet a établi un tableau collaboratif Trello pour le suivi des actions et le regroupement des documents avec l’architecte naval de l’Ifremer en charge du dossier (F. Peeters).
  - Pierre Rousselot contribue au Groupe de Travail sur les traitements ADCP (impliquant des agents du constructeur RDI et de l’Ifremer, Génavir, du Shom, LEGOS, LOPS, de l’IRSN, et de l’Université de Caen).
- iv) Expertise technique pour l’acquisition ou l’amélioration de matériels :
- Rédaction des dossiers techniques pour l’achat d’un courantomètre LADCP 150kHz afin que l’US IMAGO puisse disposer du nombre d’exemplaire suffisant pour les campagnes, et ne pas avoir à emprunter systématiquement celui de la DT-INSU (notamment pour les campagnes annuelles PIRATA). Cela implique la rédaction du dossier de l’appel d’offre, le suivi de la commande et la recette du matériel.
  - Amélioration de l’extension du châssis CTD 24 bouteilles pour la campagne PIRATA-FR31.
  - Remise en état des LADCP et CTD après la campagne PIRATA-FR31.
  - Tout au long de l’année, Fabrice Roubaud apporte un support technique et matériel aux plateformes technologiques de l’UMR LEMAR (Laboratoire des sciences de l’environnement marin), et notamment à son équipe ACAPELA (acoustique marine), afin de maintenir les instruments utilisés par les scientifiques de cette UMR et de les réparer si nécessaire. Il répond

également à des demandes d'interventions ou de conseils pour des questions d'ordre technique ou électronique (collègues de l'US IMAGO et de l'IRD de la délégation Ouest, LOPS, LEMAR, DT-INSU).

- Fabrice Roubaud a également réalisé des pièces de remplacement pour des capteurs anémomètres en collaboration avec la DT-INSU en utilisant leur imprimante 3D.

v) Le nouveau « Cloud » IRD :

Depuis 2019, Jacques Grelet contribue au Comité de Pilotage du nouveau Cloud Stockage Massif de l'IRD et contribue aux réunions « CoPil Stockage Massif Offre stockage globale: IRD Drive ».

IMAGO avait été choisie comme unité référente pour les phases de tests et la mise en place de ce nouvel espace de stockage, et l'intégralité du système documentaire de l'US IMAGO a été transférée, sur la nouvelle solution de stockage massif IRD Drive en juillet 2019. La migration a aussi été l'opportunité fin 2019 pour réorganiser conjointement nos systèmes documentaires, avec aussi la contribution de Pierre Rousselot.

En 2020, un outil de synchronisation (GoodSync) entre le partage réseau hébergé sur le réseau de l'IFREMER et le client de synchro Netxcloud avait été mis en place et la documentation rédigée par Jacques Grelet). En 2021, Jacques Grelet a contribué aux réunions des utilisateurs IRD Drive avec la DDUNI et les UMRs utilisatrices en phase 1 de déploiement de l'outil et a continué à participer aux réunions du Comité de Pilotage.

### 3.5. Contribution à la flotte océanographique française

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 participe aux réunions de cette commission.

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 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.

<b>Demandeur</b>	<b>Nom</b>	<b>Prénom</b>	<b>Affiliation</b>	<b>Objet</b>	<b>Type d'intervention</b>
<b>Laboratoire de Chimie</b>					
UMR LEGOS / IMAGO	Bourlès	Bernard	IRD	Campagne PIRATA FR31	Préparation chaîne d'analyse. Embarquement. Analyses S, O2, et échantillonnages.
UMR LEGOS IMAGO	Bourlès	Bernard	IRD	Campagne PIRATA FR31	Analyses Nutriments et Pigments.
Parc Iroise	Caillau	Caroline	PNMIR	Suivi qualité de l'eau	Analyses Pigments.
UMR LOCEAN	Reverdin	Gilles	CNRS	Campagne PIRATA FR31	Echantillons paramètres Carbone
UMR LOCEAN	Reverdin	Gilles	CNRS	Campagne TARA	Analyses Nutriments.
UMR LEGOS	Koch Larouy	Ariane	IRD	Campagne AMAZOMIX	Analyse Nutriments et Pigments
<b>Laboratoire de Physique</b>					
UMR LEGOS / IMAGO	Bourlès	Bernard	IRD	Campagne PIRATA FR31	Maintenance mouillages - Hydrologie /courantométrie - Embarquement
UMR LEGOS / IMAGO	Bourlès	Bernard	IRD	Campagne PIRATA FR31	Calibration données CTDO2 -Traitement SADCP, LADCP, mouillage ADCP
UMR MARBEC	Bertrand	Arnaud	IRD	Campagne ABRACOS	Traitement CTDO2 et rapports
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	Koch Larouy	Ariane	IRD	Campagne AMAZOMIX	Hydrologie /courantométrie - Embarquement
UMR LEGOS	Llido	Jérôme	IRD	SNO PIRATA / Expertise	Correction des jeux de données des mouillages courantométriques et DOI.
UMR ENTROPIE	Vigliola	Laurent	IRD	Campagne SEAMOUNTS	Traitement CTDO2 et SADCP
UMR ENTROPIE	Garrigue	Claire	IRD	Campagne MARACAS et ZONECO2	Traitement SADCP
GLAZEO	Saoult	Carole	GLAZEO	demande LEGOS campagnes	Retraitements/extractions/formatages de fichiers pour calibration ; validation Argo.
<b>Réseau d'observation par navires marchands et de recherche</b>					
UMR LEGOS	Alory	Gaël	CNAP	Navires marchands SO SSS	Installation et suivi équipement - Validation de données
UMR LOCEAN	Lefèvre	Nathalie	IRD	Navires marchands pCO2	Installation et suivi équipement - Validation de données
IFREMER	Coriolis		IFREMER	Expertise	Validation annuelle des données TSG des navires de recherche
OCEANOSc société PONANT	Gribonval	Yvon	OCEANOSc	Expertise	Installation TSG sur le brise-glace S/Y Ragnar
UMR LOPS			Blue Observer	Expertise	Intervention sur le « Commandant Charcot »
<b>Processus support</b>					
UMR LEGOS / IMAGO	Bourlès	Bernard	IRD	Campagne PIRATA FR31	Commandes/Logistique expéditions France-USA / Régimes douaniers
UMR LEGOS	Alory	Gaël	CNAP	Navires marchands SO SSS	Commandes/Logistique
UMR LEGOS / IMAGO	Llido	Jérôme	IRD	Campagne PIRATA FR32	Commandes/Logistique Expédition USA-France / douane etc.

## 4. Démarche Qualité ; Hygiène et Sécurité ; Gestion de la crise COVID19.

Depuis 2014, l'unité est engagée dans une démarche pour que soit certifié l'ensemble des activités de l'unité. C'est la norme IS9001 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 a été renouvelée suite aux audits fin 2019 (certification transmise en février 2020).

Le laboratoire de Brest a été audité, après un audit organisé en interne à l'IRD le 5 octobre 2021, les 16 et 17 décembre 2021. Ces deux audits ont été conduits avec l'aide de Thierry Cariou, assurant le rôle de correspondant qualité de Brest auprès du responsable qualité affecté à Nouméa (ce dernier, pour raison de crise Covid19 interdisant tout déplacement vers ou à partir de Nouméa, n'ayant pu venir assister à l'audit).

### Gestion et impacts de la crise COVID19 :

Pendant les 6 premiers mois de 2021, François Baurand a continué (voir rapport 2020) à assurer, en tant qu'Assistant de Prévention, la gestion de la crise sanitaire COVID 19, en étroite collaboration avec la délégation régionale France Ouest.

Les impacts de cette pandémie auront été les suivants :

- interruption de nombreux travaux, notamment lors de la période de confinement, du travail à distance etc.

En ce qui concerne la gestion des navires marchands :

- Des interventions sur les navires ont été rendues impossibles pendant les confinements ou en raison des réglementations (règlement interne IRD, « missions » interdites, dont dans les ports).

- Les analyses de salinité au SHOM ont été impossibles une grande partie de l'année (elles ont repris en cours et des analyses ont pu être effectuées) ;

- L'installation d'un thermosalinographe sur un ferry au Sénégal est toujours reportée...

En ce qui concerne les analyses :

- Certaines analyses de la campagne PIRATA FR31 ont été retardées, et effectuées après avoir finalisé celles de la précédente campagne FR30.

- impacts sur les campagnes en mer :

- PIRATA FR31:

- la campagne a dû s'effectuer intégralement à partir de Brest (à bord du Thalassa du 22/02 au 21/04), et donc particulièrement longue (et sans escale possible) ;

- Annulation de la mission longue durée de Jacques Grelet à Recife, reportée à 2022 ;

- Réalisation de la campagne AMAZOMIX, en août-septembre 2021 avec des complications logistiques pour répondre aux impératifs induits par la crise sanitaire (périodes d'isolement etc.) ;

- impacts sur les missions, congrès/conférences, réunions...

- Tenues des Revues de Direction IMAGO (Brest et globale) rendues compliquées, prévues initialement en juin. Une visio-conférence réduite a cependant été organisée du 6 au 8 juillet entre les 3 sites, en tant que réunion

globale de l'Unité et considérée comme Revue de Direction ; une Revue de Direction Locale a été faite en présentiel le 14 octobre.

- L'audit EQS à Dakar a pu être effectué en présentiel (le 10 octobre) mais celui de Nouméa a de nouveau été reporté et réalisé en visio les 2 et 3 février 2022.

- Annulation du meeting international du SNO Pirata en présentiel ; le meeting a été réalisé en visioconférence, couplé à la conférence scientifique « Tropical Atlantic Variability », des 11 au 14 mai 2021.

- Annulée en 2020, la réunion annuelle du SNO SSS a pu être organisée en présentiel à Brest en novembre;

- Annulation de la mission de François Baurand prévue à Cayenne (déchets chimiques) ;

- impacts sur les formations :

- annulation des formations « SST » (sécurité) et mise à niveau ; plusieurs personnes concernées ;

A noter, comme en 2020, un impact important sur le fonctionnement de l'unité, qui est la favorisation et la mise en place du Télétravail pour plusieurs agents, suite à cette possibilité proposée par l'IRD (effective depuis le 01/09/2020). Aussi, la période de confinement, le travail à distance et le télétravail ont prouvé le grand intérêt de la mise en place du NEXTCLOUD de l'IRD, dont l'US IMAGO a été la première unité à bénéficier (IRD drive). Ainsi, le CLOUD permet l'accès à toutes les informations de l'US. Aussi, à Brest, l'application « Pulse Secure » (extranet de l'Ifremer) permet l'accès à l'ensemble du réseau Ifremer et donc aux dossiers de travail de l'US (notamment dossiers de campagnes, etc.).

## 5. Stagiaires et formations dispensées

Malgré la pandémie, qui a induit l'annulation de stages ou l'impossibilité de répondre positivement à certaines sollicitations, plusieurs stagiaires et formations sont cependant à noter en 2021 (encadrés parfois à distance) :

### Collège et Lycée :

- Elève de 1<sup>ère</sup> du Lycée Charles de Foucauld. Stage d'observation en milieu professionnel.

Laboratoire de chimie marine US191 IMAGO - IRD Brest.

Etudiant : Maiwenn Kernaonet; Encadrant : François Baurand.

Dates : Du 28 au 29 octobre 2021

- Elève de 3<sup>ème</sup> du collège Gérard Philippe de Carquefou. Stage de découverte.

Laboratoire de chimie marine US191 IMAGO - IRD Brest.

Etudiant : Dorian Brière ; Encadrant : Thierry Cariou.

Dates : Du 29 novembre au 3 décembre 2021

### Etudes supérieures :

- 1<sup>ère</sup> année de BTS de BioAnalyses et contrôles du Lycée Jean Macé de Lanester.

Laboratoire de chimie marine US191 IMAGO - IRD Brest.

Etudiante : Amélie Lelièvre ; Encadrant : Thierry Cariou.

Dates : du 31 mai au 25 juin 2021.

- 2<sup>ème</sup> année de BTS de BioAnalyses et contrôles du Lycée Jean Macé de Lanester.

Laboratoire de chimie marine US191 IMAGO - IRD Brest.

Etudiante : Amélie Lelièvre ; Encadrante : Sandrine Hillion.

Dates : du 4 au 22 octobre 2021 puis du 2 novembre au 10 décembre 2021.

### Formations professionnelles :

Aucune en 2021.

## 6. Formations suivies

Thierry Cariou :

Objet : Formation Démarche Qualité ISO9001 :2015

Organisme formateur : AFNOR

Durée : 2 jours (octobre)

Lieu : Rennes

Thierry Cariou :

Objet : SST

Organisme formateur : CCI métropolitaine Bretagne Ouest

Durée : 1 jour (01/12)

Lieu : Brest

## 7. Budget :

**Recettes globales IMAGO (dotation fc IRD)** **141 506,00 €**

Budget hébergement Brest et Le Havre 16000,00 €

Répartitions initiales entre les laboratoires :	
Budget fonctionnement IRD-RF1 (physique/chimie Brest)	29000,00 €
Budget fonctionnement IRD-RG1 (physique Nouméa)	16000,00 €
Budget fonctionnement IRD-RD1 (LAMA Dakar)	11000,00 €
Budget fonctionnement IRD-RD1 (LAMA Nouméa)	17000,00 €
Budget fonctionnement IRD-R01 (réserve globale ou « support »)	32506,00 €
Moindre que les années précédentes car ::	
- 20000€ réservé pour un CDD au LAMA de Nouméa	

**Investissement IRD : 191 ESC 189345,00 €**

Analyseur de Carbone Organique Total SHIMADZU (Nouméa)	61235,00 €
ICP-MS (réparation) (Nouméa)	33780,00 €
LADCP 150kHz grand fond (Brest, soutien LEGOS)	70250,00 €
Enceinte de pesée sécurisée (Nouméa)	14580,00 €
Diluteur (Nouméa)	9500,00 €

**Compléments Brest :**

Recettes analyses/expertises navires marchands: reliquat 2020:	7497,00 €
Recettes analyses HPLC pour Parc Marin (2x3080€) (reportées à 2022 sur la convention) :	6160€
Recettes analyses sels nuts Eurec4A (Locean) (reportées à 2022 sur la convention) :	5827,80€
Transfert budget SNO CO2 (LOCEAN)	5 000,00 €
Transfert budget SNO SSS (LEGOS; Brest et Nouméa; 16000 € chacun)	32 000,00 €
Soit 21000€ pour Brest	

## 8. Publications, rapports et communications (2021)

*Cette liste (incluant tous les personnels de l'US IMAGO de Brest) a été mise à jour. Les publications mentionnées avec B. Bourlès en co-auteur sont celles réalisées à partir de travaux effectués avec l'implication l'US IMAGO, qui est généralement mentionnée dans les remerciements ainsi que dans certains cas certains de ses agents.*

### -Publications de rang A :

- Brandt, P., J. Hahn, S. Schmidtke, F. P. Tuchen, R. Kopte, R. Kiko, **B. Bourlès**, R. Czeschel, M. Dengler, Decadal variability of circulation and oxygen in the upper equatorial Atlantic, 2021, Nature Geoscience, doi: 10.1038/s41561-021-00716-1.
- Gac, J.P., P. Marrec, **T. Cariou** et al., 'Decadal Dynamics of the CO<sub>2</sub> System and Associated Ocean Acidification in Coastal Ecosystems of the North East Atlantic Ocean', Frontiers in Marine Science, vol. 8, Jul. 2021, doi: 10.3389/fmars.2021.688008.
- Houndegnonto, O. J., N. Kolodziejczyk, C. Maes, **B. Bourlès**, C. Y. Da-Allada, and N. Reul Seasonal variability of freshwater plumes in the eastern Gulf of Guinea as inferred from satellite measurements, 2021, J. Geophys. Res.-Oceans, 126 (5), doi : 10.1029/2020JC017041
- Lheureux, A. et al. (dont **T. Cariou**), 'Bi-decadal variability in physico-biogeochemical characteristics of temperate coastal ecosystems: from large-scale to local drivers', Marine Ecology Progress Series, vol. 660, Feb. 2021, doi: 10.3354/meps13577.
- Paulmier A., Eldin G., Ochoa J., Dewitte B., Sudre J., Garçon V., **Grelet J.**, Mosquera-Vásquez K., Vergara O., and Maske H., High-Sustained Concentrations of Organisms at Very low Oxygen Concentration Indicated by Acoustic Profiles in the Oxygen Deficit Region Off Peru, Front. Mar. Sci., 8:723056, DOI=10.3389/fmars.2021.723056
- Qui-Minet, Z.N., D. Davoult, J. Grall, C. Delaunay, C. Six, **T. Cariou**, S. Martin, 'PHYSIOLOGY OF MAERL ALGAE: COMPARISON OF INTER-AND INTRASPECIES VARIATIONS 1', Journal of Phycology, vol. 57, pp. 831–848, Jun. 2021, doi: 10.1111/jpy.13119-20-174.

### + Articles préparés ou soumis en 2021 et en cours d'impression ou en revue:

- Atmadipoera, A. S., A. Koch-Larrouy, G. Madec, **J. Grelet**, **F. Baurand**, I. Jaya, I. Dadou, Part I: Hydrological properties within the eastern Indonesian throughflow region during the INDOMIX experiment, Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers, Volume 182, 103735, ISSN 0967-0637, 2022
- Moum, J. M., K. G. Hughes, E. L. Shroyer, W. D. Smyth, D. Cherian, S. J. Warner, **B. Bourlès**, P. Brandt and M. Dengler, Deep cycle turbulence in the Atlantic and Pacific cold tongues, sous presse dans Geophysical Research Letters.
- dos Reis, M.C., et al. (dont **T. Cariou**), 'Exploring the phycosphere of *Emiliania huxleyi*: from bloom dynamics to microbiome assembly experiments', Preprints, preprint, Feb. 2022. doi: 10.22541/au.164547227.78676329/v1.
- Reverdin, G., Waelbroeck, C., Pierre, C., Akhoudas, C., Aloisi, G., Benetti, M., **Bourlès, B.**, Danielsen, M., Demange, J., Diverrès, D., Gascard, J.-C., Houssais, M.-N., Le Goff, H., Lherminier, P., Lo Monaco, C., Mercier, H., Metzl, N., Morisset, S., Naamar, A., Reynaud, T., Sallée, J.-B., Thierry, V., Hartman, S. E., Mawji, E. M., Olafsdottir, S., Kanzow, T., Voelker, A., and Yashayaev, I.: The CISE-LOCEAN sea water isotopic database (1998–2021), Earth Syst. Sci. Data Discuss. [preprint], <https://doi.org/10.5194/essd-2022-34>, in review, 2022.
- Tuchen, F. P., P. Brandt, J. Hahn, R. Hummels, G. Krahnemann, **B. Bourlès**, C. Provost, M. J. McPhaden, and J. M. Toole, Two decades of full-depth current velocity observations from a moored observatory in the central equatorial Atlantic at 0°N, 23°W, soumis à Frontiers in Marine Science (Ocean Observation section).

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

Araujo, M., P. Brandt, C. Almeida, G. Alory, J. Araujo, A. Bertrand, **B. Bourlès** et al., "Dynamical characterisation of selected seamounts/islands/shelf-break systems in the tropical Atlantic and implications for conservation efforts", Deliverable D1.1 pour le programme EU TRIATLAS (H2020, Grant Agreement N°: 817578), 139pp, juillet 2021

**Bourlès, B.**, J. Llido, F. Hernandez, H. Giordani et P. Dandin, Lancement de la 31ème mission océanographique de l'observatoire PIRATA, Météo et Climat Info, n°83, mars 2021.

Johns, W., S. Speich, M. Araujo and lead authors (**B. Bourlès** as contributor): Tropical Atlantic Observing System (TAOS) Review Report. CLIVAR-01/2021, 218 pp, mai 2021.

### **-Autres documents ou rapports :**

**Bourlès B., P. Moulin-Esmard et al.**, Documents internes pour l'évaluation de l'US191 IMAGO: Bilan d'activités 2016-2021 (133pp), Synthèse d'enquête de satisfaction "clients" 58pp) et Prospective 2022-2026 (40pp), juin 2021.

### **- Communications (orales ou posters) :**

**Bourlès, B.**, J Llido, F. Hernandez, H. Giordani: PIRATA network status: PIRATA French national report to PIRATA SSG/PRB, virtual PIRATA-24-TAV meeting (in visio-conference), 11-14 May 2021.

Moum, J., S. J. Warner, **B. Bourlès**, P. Brandt, K. Hugues, D. Cherian, W. Smyth & E. Shroyer, Mixing in the Equatorial Cold Tongues - A TAO / PIRATA Comparison of Xpod Adventures, virtual PIRATA-24-TAV meeting (in visio-conference), 11-14 May 2021.

Brandt, P., J. Hahn, S. Schmidtke, F. P. Tuchen, R. Kopte, R. Kiko, **B. Bourlès**, R. Czeschel, M. Dengler, Decadal variability of circulation and oxygen in the upper equatorial Atlantic; virtual PIRATA-24-TAV meeting (in visio-conference), 11-14 May 2021.

Speich, S., W. Johns, R. Rodriguez, M. Araujo, **B. Bourlès** & co-authors, Tropical Atlantic Contributions to the Global Ocean Observing System, All Atlantic 2021 meeting (CLIVAR-GOOS-TAOS- ATLANTOS), Ponta Delgada, Azores, Portugal, 2-4 June 2021.

Houndegnonto, J.O., N. Kolodziejczyk, C. Maes, **B. Bourlès**, N. Grima, D. Dober, C. Y. Da-Allada, and N. Reul, On the formation of thermohaline stratification off Congo River plume, Colloque régional TACCOVAR, Cotonou, Bénin, (in visio-conference), 27 September-01 October 2021.

Cravatte, S., F. Gasparin, G. Alory, R. Bourdallé Badie, **B. Bourlès**, C. Da-Allada, H. Giordani, F. Hernandez, J. Jouanno, E. Kestenare, J. Llido, F. Marin, G. Reverdin, G. Ruggiero, E. Remy, A. Voltaire: Processus Océaniques Diurnes à Intrasaisonniers dans les tropiques : Observation, Modélisation et assimilation dans le système de Mercator Océan, Journées Scientifiques LEFE/GMMC, Session 2:"Modélisation/Observations/Assimilation" (en visio-conférence), 8 octobre 2021.

### **- Rapports de données (publiés en 2021; pour les DOI des données SEANOE les années correspondent à l'année de réalisation des campagnes, ou à la date de création du DOI, même si le jeu de données a été mis à jour en 2021):**

**Bourlès Bernard**, Herbert Gaëlle, **Rousselot Pierre**, **Grelet Jacques** (2018). French PIRATA cruises: S-ADCP data. SEANOE. <https://doi.org/10.17882/44635>

**Bourlès Bernard**, **Rousselot Pierre**, **Grelet Jacques**, **Roubaud Fabrice**, Bachelier Céline, Chuchla Remy, Gouriou Yves (2018). French PIRATA cruises: CTD-O2 data. SEANOE. <https://doi.org/10.17882/51534>

**Bourlès Bernard**, Llido Jerome, **Rousselot Pierre**, Habasque Jérémie, **Grelet Jacques**, **Roubaud Fabrice**, Bachelier Céline (2018). French PIRATA cruises: MOORING ADCP data. SEANOE. <https://doi.org/10.17882/51557>

**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, Rousselot Pierre, Grelet Jacques**, Marin Frédéric, **Roubaud Fabrice, Bachelier Céline, Gouriou Yves** (2019). French PIRATA cruises: LADCP data (and processing protocol). SEANOE. <https://doi.org/10.17882/71295>
- Habasque Jérémie, **Bourlès Bernard**, Bertrand Arnaud, Lebourges-Dhaussy Anne, **Grelet Jacques, Rousselot Pierre** (2020). French PIRATA cruises: acoustic data. SEANOE. Doi : 10.17882/71379.
- Hillion, S.**, et **T. Cariou** Pirata Fr31 : Rapport de fin de mission, Laboratoire de chimie marine, pp 23, Rapport associé au DOI : 10.17882/58141
- Hillion, S.**, - Rapport préliminaire de l'Exercice inter-laboratoires d'analyse des pigments, Campagne PIRATA FR29 – pp15-2021
- Racapé V., Reverdin G., Pierre C., Lo Monaco C., Metzl N., Leseurre C., **Bourlès B.**, Demange J., Naamar A., Lherminier P., Mercier H., Perez F., Jeandel C.. Isotopic composition of dissolved inorganic carbon in sea water analyzed since 1990 at LOCEAN (DICisotopes). DICisotopes-CISE-LOCEAN (2021), SEANOE. <https://doi.org/10.17882/82165>
- Reverdin G., Pierre C., Akhoudas C., Aloisi G., Benetti M., **Bourlès B.**, Demange J., **Diverrès D.**, Gascard J.-C., Le Goff H., Lherminier P., Lo Monaco C., Mercier H., Metzl N., Morisset S., Naamar A., Sallée J.-B., Thierry V., Holliday P., Kanzow T., Yashayaev I., Olafsdottir S., Houssais M.-N., waterisotopes-CISE-LOCEAN (2020). Water isotopes of sea water analyzed since 1998 at LOCEAN. SEANOE. Doi : 10.17882/71186 .
- Rousselot, Pierre** (2021), Rapport de Calibration des données LADCP De la campagne PIRATA-FR31, SEANOE, DOI : 10.17600/18000690 / 18000875
- Rousselot, Pierre** (2021), Rapport de Calibration des données SADCP De la campagne PIRATA-FR31, SEANOE, DOI : 10.17600/18000690 / 10.17882/44635.
- Rousselot, Pierre** (2021), Rapport de Calibration des données CTD-O2 De la campagne PIRATA-FR31, SEANOE, DOI : 10.17600/18000690 / 10.17882/51534.
- Rousselot, Pierre (2021), Rapport de Calibration des données mouillage ADCP De la campagne PIRATA-FR31, SEANOE, DOI : 10.17600/18000690 / 10.17882/51557

## 9. Conclusions et perspectives

L'année 2021, malgré des impacts encore significatifs de la pandémie Covid19, des confinements et l'utilisation du télétravail, s'est relativement bien passée pour l'ensemble de l'implantation brestoise (et du Havre) de l'US IMAGO. Bien que de nombreuses actions n'ont pas pu être menées (certaines interventions sur navires marchands, retard dans quelques analyses, missions annulées ou reportées, réunions annulées ou en visio...) et une campagne PIRATA particulièrement longue (presque 2 mois), les activités ont pu se faire tant bien que mal.

Comme en 2020, et en plus de ses activités récurrentes d'acquisition et de traitement de données et du maintien des observatoires PIRATA et SSS/CO<sub>2</sub>, on peut noter i) 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), ii) que quelques encadrements et formations ont pu être menés, iii) un investissement maintenu dans la démarche Qualité (audits interne et externe) iv) l'intégration complète de notre nouveau collègue Thierry Cariou au sein du LAMA, suivie du réaménagement et de l'agrandissement du laboratoire de chimie, et aussi de l'ajout d'une chaîne d'analyse du pH, v) la réalisation, d'un exercice inter-laboratoires de l'oxygène dissous, vi) l'importance de notre Espace Documentaire et de l'accès au réseau Ifremer (Pulse-Secure) qui ont permis la continuation de certaines activités à distance.

L'année 2021 se sera notamment conclue par le renouvellement de l'US191 IMAGO, sous la forme d'une UAR191 IMAGO, après un processus d'évaluation assez laborieux.

2022 sera une nouvelle étape pour l'UAR avec :

- la mise en place effective d'un Comité de Pilotage (composé des 3 départements scientifiques de tutelle : OCEANS, DISCO et ECOBIO ; du département scientifique et du conseiller pour l'Outre-Mer) ;
- le possible changement de l'organisme de certification (soumis à la loi du marché)
- sa contribution potentielle à un projet de création d'un Pôle d'Excellence en Métrologie et Chimie Marine, initié par le SHOM. Les discussions ont été initiées au printemps 2021 et devraient se concrétiser d'ici mi 2022 par des implications effectives des organismes/laboratoires concernés.

D'un point de vue RH, nous verrons :

- le départ à la retraite de François Baurand (1<sup>er</sup> avril)
- les recrutements de 2 AI prévus pour Brest (sur 3 pour l'ensemble de l'Unité), afin de pallier le prochain départ à la retraite de Jacques Grelet (électronicien embarqué) et du besoin prochain d'un chimiste marin pour Nouméa, formé préalablement à Brest.
- le départ à la retraite de Jacques Grelet (1<sup>er</sup> octobre), qui aura auparavant effectué une MLD au Brésil de février à mai 2022 (MLD prévue depuis 2020 et décalée en raison de la pandémie).

Côté « visibilité » de l'antenne de Brest d'IMAGO, un travail reste à être effectué pour que l'unité soit davantage reconnue comme partenaire potentielle au niveau de la région/délégation brestoise (IUEM, 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 » est explicitement visible sur la page internet de l'US IMAGO et diffusée...