

## Kick-off meeting des projets Equipex+ Argo2030–PIE PIANO-CPER-ObsOcean Session plénière

Lundi 17 janvier 2022 de 14h à 17h30 en visioconférence

### Compte-rendu

**Participants** : Voir liste en annexe.

**Diffusion** : Participants et partenaires des projets.

**Objectif :** Présentation du contexte et des plans technologiques et de développement des projets Argo

## I. Introduction

La réunion de démarrage des projets Argo a eu lieu le 17 janvier 2022 après-midi en visioconférence. Elle a réuni environ 120 personnes. Des sessions dédiées aux membres des projets Argo et ROEC-ILICO ont eu lieu le 18 janvier et font l'objet d'un compte-rendu séparé. Un point presse a été parallèlement organisé. L'agenda de la réunion est rappelé en annexe 1. L'annexe 2 donne la liste des participants. Ce compte-rendu présente le contexte et les plans technologiques et de développement des projets Equipex+ Argo2030, PIE PIANO et CPER ObsOcean. Il est disponible, ainsi que les présentations données lors de la réunion, sur la [page web du kick-off meeting](#) sur le site web Argo-France.

## II. Accueil

P. Vincent, Directeur Général Délégué de l'Ifremer accueille les participants au kick-off meeting des projets Argo. Il souligne la complémentarité de ces trois projets en termes d'acquisition de flotteurs Argo (CPER Bretagne ObsOcean), de développement technologique (Plan d'Investissement Exceptionnel d'Ifremer PIANO), et d'expériences scientifiques avec deux nouveaux types de flotteurs (Equipex+ Argo-2030).

Il reconnaît l'importance du travail effectué sur le système d'observation mondial de l'océan depuis 1998-1999 et du défi relevé par la communauté Argo pour réussir à construire le réseau international Argo, l'un des plus importants contributeurs du réseau global d'observation des océans.

Il poursuit par la présentation du concept OneArgo, version moderne du réseau Argo qui été définie fin des années 90. Il s'agit d'un saut quantitatif et qualitatif en matière de recherche et d'océanographie opérationnelle.

La composante européenne est très présente que ce soit à travers des projets européens de type ERC ou de l'ERIC Euro-Argo, qui sont des éléments importants dans la gestion de la contribution de l'Europe au réseau international Argo, auquel la France est un contributeur majeur.

Le réseau Argo et sa contribution à la recherche et à l'océanographie opérationnelle via Mercator Ocean International qui a pour délégation la gestion du service marin de Copernicus, va permettre de moderniser les techniques de traitement des données, et d'aller plus loin en termes d'océanographie opérationnelle et de [jumeau numérique de l'océan](#).

Enfin, il souligne une grande progression depuis 1999, notamment grâce au précédent projet Argo Equipex NAOS. Il ajoute que les dix années à venir qui s'inscrivent dans la continuité de la précédente décennie, seront toutes aussi importantes pour poursuivre cette progression notamment pour l'observation de la biologie (observations et mesures du phytoplancton et du zooplancton)

### III. Introduction et Overview des 3 projets

V. Thierry présente le programme de ce kick-off meeting comportant une session plénière le 17 janvier après-midi et des sessions réservées aux membres des projets Argo et ROEC ILICO le 18 janvier toute la journée.

Elle souligne le fait que plusieurs réponses à appels à projet ont été faites entre fin 2019 et 2020 :

- CPER Bretagne : projet ObsOcean (en cours de signature) comportant un volet côtier ROEC-ILICO et un volet Argo
- ESR Equipex+ Argo-2030 (classé A+) 100% Argo
- PIE Ifremer PIANO (100% Argo)

Ces projets sont présentés lors de ce kick-off meeting. Elle précise que deux projets complémentaires à Argo viennent s'ajouter, il s'agit de l'ERC Refine et projet Mariosea (CPER Sud).

### VII. Intervention Argo international

S. Wijffels présente les perspectives internationales pour Argo. Elle rappelle que l'idée d'Argo a émergé en 1998, les premiers flotteurs ont été déployés en 1999. Au début des années 2000, les États-Unis se sont engagés à soutenir la moitié de la contribution Argo (plus particulièrement la NOAA) en association avec les partenaires internationaux, dont la France qui a été un acteur majeur dès le début.

Elle souligne le succès du document mis en place concernant la conception et la mise en œuvre du réseau mondial d'Argo, support à la recherche et aux services opérationnels.

Elle présente ensuite les étapes clés dans la mise en place du réseau depuis ses débuts en 2001, la rédaction du document de conception, les premiers déploiements de flotteurs, la mise en place du système de gestion de données et le rôle central joué par la France, partenaire national fondateur, dans le développement d'Argo.

Elle poursuit par les chiffres clés, 3931 flotteurs sont actuellement opérationnels et proviennent de contributions nationales, de nombreux pays contribuent à Argo que ce soit pour les déploiements, pour l'accès aux données océanographiques ou encore pour l'accès aux navires de recherche. La complexité de la technologie, ainsi que la longévité des instruments du réseau Argo, ont été l'un des grands défis de la construction du réseau.

La quasi-totalité de la couverture de l'océan mondial a été atteinte en 2004, l'objectif de 3 000 flotteurs sur le réseau global a été atteint en 2007, 20 millions de profils ont été fournis à la communauté en 20 ans d'existence en 2019.

La plus grande partie du succès d'Argo réside dans le système de données Argo, il fournit des données de qualité climatique en temps différé et en temps quasi réel, et comprend des métadonnées et des données techniques. Toutes les données sont libres et immédiatement disponibles via internet et le [GTS](#) (Global Telecommunication System).

Elle souligne l'importance de Argo France, qui est un partenaire clé dans l'établissement, l'évolution et le maintien du système de donnée Argo.

La vision de Argo au-delà de 2020 réside dans le concept OneArgo (infrastructure unique Argo) : la communauté internationale s'est entendue sur le futur design d'Argo, un réseau global d'observations de l'océan, surface-fond et multidisciplinaire. Il s'agit encore une fois d'un grand défi sur différents aspects qu'ils soient technologiques, ou d'échantillonnages,

particulièrement dans les régions équatoriales afin d'améliorer les prévisions climatiques saisonnières.

Elle conclut par la vision globale de Argo, le but est d'accélérer la recherche océanographique, dans l'apport notamment d'une meilleure intelligence climatique et d'une adaptation sociétale.

#### **IV. Intervention Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche et de l'Innovation (MESRI)**

JM. Flaud intervient pour présenter l'infrastructure de recherche (IR\*) Euro-Argo et l'IR ILICO. Il rappelle que l'océan n'a jamais été autant une priorité de l'Etat sur les plans scientifique et politique (ex : OneOcean Summit à Brest, PPR Ocean et autres appels d'offres en cours de lancement).

Pour que le système fonctionne, il est nécessaire d'avoir un soutien financier, mais également des infrastructures lourdes, ce qu'apporte le MESRI. Cela permet de bénéficier de données qui sont des outils indispensables à l'élaboration de domaines prédictifs.

La feuille de route française sera publiée en mars prochain, son objectif est de permettre aux infrastructures de mener des recherches novatrices et efficaces. Euro-Argo, EMSO, ILICO, EMBRC et ICOS océan ont été sélectionnés en tant qu'IR pour être sur la feuille de route des IR françaises. Il précise qu'une coordination entre ces infrastructures serait à mettre en place d'ici la prochaine feuille de route dans 3-4 ans.

Le MESRI est sensible au fait que la feuille de route des IR française soit semblable à celle des IR européennes (sortie le 7 décembre 2021) (cf. [site web ESFRI](#) Roadmap 2021 - Landscape analysis). Cette année 11 nouvelles IR sont rentrées dans la feuille de route pour des investissements supérieurs à 4 milliards d'euros. Il précise que JERICO n'a pas été sélectionné à cause de la faiblesse de sa gouvernance (Les IR européennes sont sélectionnées sur trois critères : science, gestion des données et gouvernance).

Il conclut par rappeler les missions de l'IR ILICO comprenant neuf systèmes d'observation nationaux (SNO) différents.

Le MESRI apprécie le fait que l'IR Euro-Argo permettra l'évolution d'Argo d'ici à 2030 (lancement de Deep Argo jusqu'à 6000m de profondeur, développement de capteurs BGC) et répond parfaitement aux enjeux scientifiques sur l'étude de l'évolution de l'océan et du changement climatique (désoxygénation et l'acidification des océans et ses impacts).

#### **V. Intervention des délégués régionaux académiques à la recherche et à l'innovation (DRARI)**

F. Della Valle représente le MESRI en région Bretagne au rectorat à l'académie de Rennes. Il intervient sur la partie CPER ObsOcean Argo et ROEC-ILICO.

La signature du CPER est prévue avant le début du printemps et permettra d'engager les financements convenus. Une enveloppe de 130 millions d'euros a été répartie pour les 7 années. ObsOcean est un des projets principaux (14 Millions d'euros).

Il met l'accent sur la convergence des besoins et des atouts scientifiques exprimés par les laboratoires et instituts qui interviennent sur les projets, les priorités nationales exprimées par le MESRI en cohérence avec la feuille de route des IR, et l'impact territorial au niveau de l'intervention de la région et des collectivités en cofinancement des projets

Il souligne l'importance des projets aux 3 échelles internationale, nationale et locale. Le CPER intervient pour consolider les IR existantes, outil pertinent pour aider les communautés scientifiques à se structurer, et à mettre en commun des choses qui peuvent être reconnues à l'échelle nationale ou européenne.

L'Etat et la région ont un souhait d'animation autour des projets, de continuité à travailler dans la même direction. Il précise également que les choix peuvent être revisités suivant l'évolution du projet en discussion entre les parties prenantes et les financeurs. La DRARI effectuera un travail d'accompagnement concernant l'organisation du suivi de projet à réaliser au fur et à mesure de l'avancée du projet pour que les indicateurs soient cohérents.

L. Lhomme, responsable du service enseignement supérieur et recherche de la région Bretagne. Il représente Olivier David, vice-président à l'enseignement supérieur et à la recherche et à la vie étudiante.

Il explique les raisons du retard de signature du CPER, des discussions perdurent sur certains volets entre l'Etat, la région et les collectivités. Il précise que le volet Enseignement supérieur et recherche a fait l'unanimité entre les instances, ce qui permet d'obtenir une maquette du CPER ambitieuse au regard des contraintes financières qui s'imposent à tous les financeurs et notamment les collectivités. Ce projet est en cohérence avec l'identité maritime de la Bretagne et s'inscrit dans la stratégie régionale de la recherche et de l'innovation, plus particulièrement dans l'économie maritime pour une croissance neutre, domaine majeur pour la Bretagne. 30 millions d'euros sont prévus au sein du CPER dont 14 millions pour ObsOcean qui s'intéresse plus particulièrement aux domaines de l'environnement, de la santé des océans et la gestion du littoral.

Il conclut en précisant que la région Bretagne va continuer son accompagnement dans la recherche et l'innovation, mais aussi dans le développement technologique en cohérence avec la feuille de route à l'échelle nationale et européenne.

#### **Discussion :**

P. Saintavit se demande si l'ESR Equipex+ Argo-2030 a eu un impact sur la validation des projets CPER, F. Mariette (DRARI Bretagne, délégué régional adjoint) assure que l'Ifremer a, dès le début, mis la DRARI au courant de la démarche menée dans le cadre de l'Equipex+, et que des réunions ont eu lieu afin de délimiter les financements de part et d'autre. Ceci a été perçu comme une démarche positive et il n'y a eu aucun effet collatéral entre les deux projets.

## **VI. Intervention ANR**

P. Saintavit responsable de l'action ESR Equipex+ présente le ressenti de l'ANR concernant le projet Argo-2030.

C'est un projet de très grande qualité qui a été très rapidement sélectionné et noté A+. Il s'agit de la suite du projet NAOS, qui a prouvé que les équipes savaient se structurer et faire de la recherche ensemble sur un domaine spécifique. Cependant le caractère novateur du projet Argo-2030 était indispensable pour être sélectionné.

Il souligne le fait que les établissements partenaires (Ifremer, Sorbonne université, UBO, CNRS) financeront par eux-mêmes leurs ressources humaines, ce qui montre l'engagement fort des établissements à soutenir le projet, et assurera la pérennité du projet au-delà de 2029.

Enfin, une grande partie des investissements est dédiée à l'équipement en cohérence avec l'esprit ESR Equipex+ et correspondait aux attentes du jury.

Il précise que l'augmentation du budget à 460 millions d'euros (au lieu de 224 millions d'euros initialement) a permis notamment à deux autres projets Ifremer (DeepSea'nnovation et Marmor) d'être sélectionnés et s'inscrit dans le développement des PPR.

Le fonctionnement des équipements est financé par les partenaires. Les évaluations à quatre ans des projets actuels seront déterminantes pour motiver le SGPI à lancer un nouvel appel à manifestation d'intérêt de même nature que le PIA3 actuel qui offrira la possibilité d'exister aux projets de demain.

Il souhaite enfin réussite aux projets (Argo-2030, PIANO, ObsOcean) et notamment dans leurs interactions.

### VIII. Le contexte de l'observation en France : présentation du Fr-OOS

P.Y. Le Traon présente le French Ocean Observing System (Fr-OOS) : coordination des infrastructures d'observations marines françaises. Il montre comment les infrastructures travaillent ensemble, et ce qui est à mettre en place dans le futur.

Il rappelle le contexte, un système d'observation intégré existe au travers d'observations spatiales et in-situ, de modélisation et assimilation de données (océan numérique).

Les discussions existent depuis deux ans autour de cette stratégie au travers notamment de Coriolis.

La France a un rôle très important via les infrastructures de recherche marine, via la flotte océanographique française (FOF), la coordination Coriolis qui a permis de fédérer ces infrastructures, et le lien avec le spatial (CNES) et la modélisation (Mercator Ocean).

Il rappelle l'intérêt pour l'organisation internationale (GOOS) et l'intégration européenne (EOOS) de bénéficier du soutien des structures de coordination nationale renforcée.

Ces éléments ont motivé la mise en place d'une coordination de l'observation des océans à long terme suite aux préconisations du Groupe de Travail inter-organismes : futur de Coriolis.

Il poursuit par la présentation des objectifs dont le principal est d'organiser les interfaces entre les infrastructures nationales de recherche, les réseaux non-organisés, la flotte et les centres de données, les observations spatiales et les centres de modélisation et prévisions océaniques, météorologiques et climatiques.

Les activités principales sont de faire évoluer les stratégies multi-organismes sur l'observation, et les porter vers les ministères concernés et la coordination nationale COI ; suivre le développement des plans d'implémentation des IRs ; organiser les interactions entre les IRs et autres systèmes d'observation ainsi qu'avec la composante spatiale et la modélisation. Ceci doit être réalisé en tenant compte des utilisateurs et des aspects socio-économiques, et d'avoir un rayonnement européen et international.

Le but est de mettre en place ce Fr-OOS dès cette année (2022-2026), avec une structure légère de gouvernance pouvant évoluer vers une structure renforcée de type IR incluant un comité directeur (Direction des organismes partenaires, représentants des ministères concernés, représentants AllEnvi), les IR\*s et IRs, un conseil scientifique (présidents des instances scientifiques des IR\*s et IRs).

Il déroule ensuite les prochaines étapes de mise en place du Fr-OOS : préparation et signature d'une convention multi-organismes (CEREMA, CNES, CNRS, IFREMER, IRD, IPEV, METEOFRANCE, SHOM) ; mise en place du comité directeur, positionnement du Fr-OOS vis-à-

vis de GOOS et d'EOOS, insertion et promotion du Fr-OOS dans les actions de la France pour la décennie des océans.

Il conclut par la présentation de l'évolution de la coordination de l'observation des océans en France, qui serait à très long terme (2030) de muter vers une Très Grande Infrastructure de Recherche sur l'observation marine.

#### Discussion :

C. David-Beausire demande si la Flotte Océanographique Française (FOF) serait incluse dans la gouvernance du volet observation français. P.Y Le Traon et JM Flaud précisent que la FOF est un élément essentiel du volet observation et sera associée à la coordination des infrastructures. Néanmoins la FOF est une infrastructure logistique et n'a pas vocation à être intégrée dans le Fr-OOS, qui regroupera des infrastructures de recherche.

P.Y Le Traon répond à C. Bacher au sujet de l'inclusion des observations biodiversité et halieutiques dans le périmètre Fr-OOS. Il précise que l'objectif au niveau européen est d'inclure toutes ces observations (notamment halieutique) systématiques qui contribuent à la recherche. La vocation du Fr-OOS est d'avoir un lieu pour discuter de ce genre de sujets (type d'observations, etc.)

J.F. Doussin précise que le CNRS-INSU fait de l'une de ses priorités le montage du Fr-OOS, il souligne la complémentarité entre les infrastructures de données et de moyens (création du pôle [Data Terra](#)). Il reste à structurer les services nationaux hauturiers. Le CNRS INSU s'engage avec l'Ifremer dans la mise en place du Fr-OOS et espère fortement voir une synergie entre les moyens opérationnels, la FOF, les moyens automatisés. La structuration historique du domaine océanique en France peut faire de notre pays un laboratoire de cette structuration et proposer des solutions lisibles au niveau européen. Il ajoute que la France dispose de l'outils de modélisation (Mercator Ocean, NEMO, codes communautaires côtiers), et la création du Fr-OOS est la manière de créer un forum scientifique et de mettre en relation des synergies inédites

## IX. Le volet côtier du CPER ObsOcean - ROEC-ILICO

G. Charria présente le volet côtier du CPER ObsOcean : ROEC-ILICO. Les objectifs généraux du projet visant à renforcer la déclinaison régionale d'un réseau d'observation et à collecter des données sur l'état environnemental de l'océan côtier sont présentés. Ces objectifs s'accompagnent du développement des futurs systèmes d'observation côtiers et du renforcement des synergies entre les observations satellites, *in situ* et la modélisation numérique pour aller vers une observation intégrée de l'environnement côtier.

Le contexte du volet côtier ROEC-ILICO est alors évoqué au travers des enjeux et problématiques scientifiques, de la contribution aux initiatives de la puissance publique pour la surveillance de l'état du milieu, de la contribution du projet à la formation et de la fourniture de données et de produits aux utilisateurs. L'ensemble est mené dans le cadre de l'infrastructure de recherche nationale Littorale et Côtière ILICO et du projet d'infrastructure européenne JERICO.

L'implémentation du projet en trois axes est ainsi détaillée avec un premier axe autour (1) du maintien, de la consolidation et de l'extension à coûts raisonnés des réseaux d'observation côtier sur le long terme ; un second axe (2) autour de l'innovation technologique pour

préparer l'observation côtière de demain et un troisième axe (3) autour de l'intégration des systèmes d'observation côtiers.

Les différents axes sont alors énumérés autour des actions clés de chaque axe : le maintien, l'évolution, l'extension et la vérification pour l'axe 1 ; les évolutions et fonctionnalités et les nouvelles mesures et plateformes, l'adaptation des technologies existantes pour l'axe 2 ; et les incertitudes et la fusion des données pour l'axe 3.

Le volet ROEC-ILICO du CPER ObsOcean est enfin présenté comme un projet d'investissement en soutien à l'infrastructure de recherche ILICO aux interfaces entre le mode de la recherche et la société civile pour une observation de l'océan côtier dans le prolongement du continuum terre-mer (CPER GLAZ-environnement) et aux portes de l'océan hauturier (projets ARGO).

## X. Les projets Argo : PIANO, Argo-2030, ObsOcean – lien avec l'ERC REFINE

V.Thierry présente d'abord le réseau Argo, le contexte dans lequel il s'inscrit (GOOS) et les objectifs de programme : suivi de l'évolution des océans sous l'effet de la pression anthropique, complémentarité avec les données satellites, alimentation des systèmes opérationnels, compréhension du fonctionnement de l'océan. V. Thierry rappelle ensuite les développements technologiques qui ont eu lieu notamment au cours des 10 dernières années et qui ont conduit la communauté internationale à définir le futur design d'Argo : un réseau global d'observations de l'océan, surface-fond et multidisciplinaire. OneArgo doit répondre à de nouveaux enjeux scientifiques sur le rôle de l'océan profond sur le bilan énergétique de la planète, l'augmentation du niveau de la mer, la désoxygénation l'acidification des océans, et le cycle du carbone. OneArgo doit faire face à des enjeux techniques et méthodologiques concernant le suivi des capteurs et la qualité des données, l'implémentation et l'expertise sur de nouveaux capteurs, la durée de vie des flotteurs, l'impact écologique du réseau, et les nouvelles méthodes de traitement des données (IA). Le réseau compte actuellement 3262 flotteurs core-Argo, 442 BGC-Argo et 138 Deep-Argo. Les défis pour OneArgo sont donc de pérenniser le réseau, améliorer la couverture et mettre en œuvre les extensions globales pour l'océan profond (Deep Argo, objectif 1200 flotteurs en opération) et la biogéochimie (BGC Argo, objectif 1000 flotteurs en opération).

La France, via l'IR\* Euro-Argo et le SNO Argo-France, est un acteur majeur du programme Argo depuis 1998 et de l'ERIC Euro-Argo lancé en 2014. Elle s'est engagée à soutenir OneArgo, en coordination avec l'ERIC Euro-Argo, en contribuant à environ 10% de l'effort global (soit ~ 30% de l'effort européen). Cela signifie environ 80 flotteurs/an (30 flotteurs standards /an, 20 flotteurs standards avec capteurs O2 /an, 15 flotteurs Deep /an et 15 flotteurs BGC /an). L'objectif est également de maintenir un leadership technologique, scientifique et sur le traitement des données.

Pour atteindre ces objectifs, Argo-France s'appuie sur 3 projets (21M€ 2021-2028): le projet ObsOcean-volet Argo (PI V. Thierry, 9,7M€, 2021-2027) financé via le CPER Bretagne est dédié à l'acquisition de flotteurs, le projet PIANO (PI X. André, 5M€, 2021-2027) financé par le Plan d'Investissement Exceptionnel de l'Ifremer est dédié aux développements technologiques et le projet ESR/Equipex+ Argo-2030 (PI V. Thierry, 6,2M€, 2021-2029) financé par le Programme d'Investissement d'Avenir est plutôt dédié à des expériences scientifiques avec de nouveaux types de flotteurs et de capteurs développés dans PIANO : le flotteurs Deep-6000 et le flotteur BGC-ECO. Deux projets supplémentaires complètent le dispositif : l'ERC Refine porté par H.

Claustre (développement technologique en lien avec le flotteur BGC-ECO) et le projet Mariosea du CPER Sud (acquisition de flotteurs).

Ainsi ces trois projets vont permettre de consolider et pérenniser la contribution française à OneArgo via l'acquisition, le déploiement et le traitement des données de 70 flotteurs par an en moyenne. Les données acquises seront valorisées dans le cadre des projets et plus largement par la communauté scientifique (mise à disposition des flotteurs via l'AO LEFE/GMMC, données disponibles en accès libre). L'objectif est également de préparer le futur (innovation scientifique et technique) et d'assurer la relève (RH).

Les trois projets seront pilotés conjointement et en coordination avec ERC Refine et le CPER Sud, suivant les règles de l'ANR.

Questions/discussion

## XI. Le projet Argo-2030

Introduction par F. d'Ortenzio

F. D'Ortenzio présente une overview du projet Argo-2030, de son organisation en WPs, de ses échéances et de sa spécificité et interdépendance avec les autres projets Argo (i.e. PIANO, ERC REFINE, ObsOcean). Il explique rapidement les objectifs des WP0 (coordination) et WP1 (i.e. flotteurs BGC-Argo) pour ensuite introduire les WP2 et WP3 qui vont être plus spécifiquement dédiés aux expériences scientifiques des nouveaux types de flotteurs.

- WP2 : Exploration de la biogéochimie et de l'écologie marine à l'aide de flotteurs Argo BGC-ECO J. Uitz

J. Uitz présente le contexte et les objectifs scientifiques du WP2 Argo-2030. Il apparaît aujourd'hui critique d'étudier non seulement la couche euphotique de l'océan dans laquelle est initiée la pompe biologique à carbone, mais aussi la twilight zone (~100-1000 m) dans laquelle se développent les organismes de niveau trophique intermédiaire (zooplancton et micronecton) qui pourraient jouer un rôle majeur dans le piégeage de carbone par voie biologique. Les développements technologiques récents permettent désormais d'équiper les flotteurs BGC-Argo de capteurs additionnels, essentiels pour étudier la twilight zone, caractériser les processus écologiques qui s'y déroulent et leur impact biogéochimique. Ainsi Argo-2030 propose de développer la nouvelle génération de flotteurs BGC, dits « BGC-ECO-Argo ». Ces flotteurs seront équipés des capteurs BGC standards et de deux nouveaux capteurs miniaturisés : (1) Un imageur sous-marin UVP6-LP (zooplancton et particules 100 µm-10 mm). L'intégration sur flotteur de l'UVP6-LP a été réalisée dans le cadre du projet ERC REFINE (H Claustre) ; (2) Un Eco sonar (micronecton 2-20 cm et particules 1 mm-30 cm), en cours de développement dans le cadre du projet PIANO (Ifremer). Les 14 flotteurs BGC-Argo seront déployés lors d'expériences pilotes dans des zones choisies pour leur dynamique saisonnière et leur gradient de biomasse et de composition des organismes. Enfin sont présentées les premières données acquises par un flotteur BGC-Argo équipé d'un UVP6-LP, déployé au large de la Tasmanie en décembre 2020.

- WP3 : Surveillance des couches abyssales océaniques avec des flotteurs Argo Deep-6000 équipés de capteurs d'oxygène D. Desbruyères

D. Desbryères rappelle les objectifs du WP3 : acquérir et déployer 22 flotteurs « nouvelle génération » Deep-Argo 6000m et développer une contribution complète au programme international Deep-Argo via une offre équilibrée Deep-Arvor 4000m / Deep-Argo 6000 m. Les grandes motivations et l'état actuel de l'implémentation du réseau sont d'abord rappelées (bilans globaux, dynamique océanique, prédiction). Les efforts français pour la maintenance d'un réseau régional Deep-Argo 4000m en Atlantique Nord subpolaire sont ensuite décrits (déploiement récurrents, résultats clés), avant une présentation du plan de déploiement des Deep-Argo 6000m prévu dans le cadre d'Argo-2030 (Atlantique Nord subtropical, océan austral, ...).

## XII. Le projet PIANO

Introduction par X. André

X. André rappelle que le projet Piano s'inscrit dans le Plan d'Investissement Exceptionnel (PIE) de l'Ifremer), et qu'il a été construit comme un soutien à l'IR\* Euro-Argo par des actions sur les trois composantes d'Argo : Core, Deep et BGC. Le projet Piano concerne principalement des développements technologiques, autour des capteurs et des profileurs d'Argo. Il est construit et mené en coordination avec le CPER ObsOcéan et le PIA3 Argo-2030. D'une durée de 7 ans, il est doté de 5 M€. Il est mené en collaboration avec le LOV (SU/CNRS), l'UBO/IUEM et le SHOM. Il se décompose en 6 lots :

- WP1 : Contribution à l'achat de profileurs biogéochimiques ;
- WP2 : actions sur les capteurs de salinité ;
- WP3 : actions sur les capteurs biogéochimiques ;
- WP4 : développement d'un flotteur Deep-6000 ;
- WP5 : améliorations sur les plateformes existantes ;
- WP6 : contribution au traitement de la donnée.

- WP2-WP3 : Nouveaux capteurs E. Leymarie

E. Leymarie présente les activités de développement de capteurs dans le cadre de PIANO. A l'exception du nitrate, l'ensemble des variables du programme Argo est couvert. Dans le WP2, le projet PIANO va s'attacher à diversifier les capteurs CTD en comparant les capteurs disponibles sur le marché et en poursuivant, dans la continuité de NAOS, l'évaluation du capteur NOSS. Dans le WP3, 4 tâches seront développées : Le développement d'un nouveau capteur optique actif permettant la mesure de la fluorescence de la Chlorophylle et la rétrodiffusion en offrant plus de sensibilité et de résolution spectrale. La miniaturisation du capteur Chemini de pH pour l'adapter sur profileur afin d'offrir une mesure de référence du pH. L'adaptation d'un micro-sonar ultra basse consommation, issu de programmes sur éléphants de mer (CEBC), pour mesurer la taille et la densité de particules (1 mm à 30cm) sur profileur. Enfin les capacités des mesures radiométriques seront améliorées en travaillant sur la transmission des données des nouveaux capteurs hyperspectraux. Les volets compression des données et intégration de l'Iridium Certus donneront davantage de capacité de transmission au profileur. Ces développements sont ensuite destinés à être utilisés dans le cadre du WP2 d'Argo-2030.

○ WP4 : Développement d'un flotteur Deep-6000 C. Renaut

Au nom de C. Renaut (excusé), X. André rappelle que l'Ifremer est impliqué dans le développement et l'utilisation de profileurs océanographiques depuis plus de 30 ans, dans le cadre du WOCE, puis dans le cadre d'Argo ou de projets connexes. Les travaux autour d'un profileur 6000 mètres s'inscrivent dans la continuité. Actuellement, plusieurs modèles de profileurs Deep-Argo existent : des profileurs 6000 mètres (USA) et des profileurs 4000 mètres (France, Japon). Les profileurs 6000 mètres rencontrent certaines difficultés technologiques ou ne répondent pas parfaitement aux spécifications d'Argo, ce qui a motivé l'Ifremer à investir sur ce sujet, même si, à terme, le profileur 4000 mètres garde tout son intérêt (notamment économique). Les spécifications principales sont rappelées : 6000 mètres, profil à la remontée, 250 cycles, emport de capteurs additionnels. Les différents sujets de développement sont passés en revue, et un calendrier de dérisquage, développement et expérimentation à la mer est donné.

○ WP5 : Améliorations technologiques G. Le Provost

Au nom de G. Le Provost (excusé), X. André présente les objectifs généraux du WP5 : l'évaluation de nouvelles technologies pour améliorer les performances actuelles et limiter l'impact du réseau. Les sujets sont : une nouvelle carte électronique, des travaux sur les groupes hydrauliques, des travaux d'amélioration et de fiabilisation du Deep-Arvor, l'inter-comparaison des capteurs d'oxygène dissous Aanderaa et JFE Advantech, et le développement de la récupération de profileurs en mer.

### XIII. Actions transverses aux 3 projets ObsOcean/ PIANO/ Argo-2030

V. Thierry présente le volet Argo du projet ObsOcean qui sera financé à hauteur de 9,7M€ (50% d'autofinancement) dans le cadre du Contrat Plan Etat Région – Bretagne. Ce CPER a été initié en 2019 et est en cours de signature. Il couvre la période 2021 – 2027. Ce projet a pour objectif d'acquérir chaque année : 25 à 30 flotteurs standards, 15 de flotteurs avec capteurs d'oxygène, 15 flotteurs profonds (4000m) et 2 flotteurs BGC. Il a également pour objectif de faire les investissements nécessaires pour assurer la qualité des données. Il s'inscrit dans la continuité des CPER Bretagne : CREST-ARGO (2007-2013) et Euro-Argo (2014-2020). Les 2 partenaires de ce volet Argo de ObsOcean sont Ifremer et le SHOM.

Le reste de la session est dédiée aux actions transverses menées dans les 3 projets et concernant : 1) achats, mises à disposition et déploiements des flotteurs et 2) traitement des données.

○ Achats, mises à disposition et déploiements N. Poffa, N. Lebreton

N. Lebreton, présente le soutien transverse apporté par la cellule CODEP (SHOM / Ifremer, avec Noé Poffa) aux achats, à la réception du matériel planifié pour les trois projets. Elle revient sur les activités de la cellule CODEP portant entre autres sur les achats, les recettes de matériel ; la réalisation d'un plan annuel de déploiement, les expéditions et le déploiement en mer ainsi les activités de monitoring des flotteurs à la mer.

Des activités d'interactions avec différentes parties prenantes (institutionnels, industriels, services financiers, étatiques).

La cellule a une bonne expérience dans ce domaine, lors du précédent CPER 2015-2020 et l'Equipex NAOS, la cellule CODEP a pu montrer son organisation et son soutien (notamment dans le suivi des budgets, les interactions avec les services financiers et dans le montage annuel des demandes de subventions ou remontées de dépenses vers les organismes cofinanceurs.

Les achats flotteurs pour ces 3 projets, seront financés sur plusieurs budgets.

Fonds Propres (allocation TGIR pour Ifremer et SHOM), et aide CPER, financement exceptionnel Ifremer Piano, et enfin Equipex +.

Sur l'ensemble des 6 années des projets ; les achats seront lissés afin de tendre au mieux vers les objectifs selon les types de flotteurs (T/S, T/S/DO, BGC, Deep 4000, BGC Eco, Deep 6000) des engagements Argo-France (60 à 80 flotteurs annuellement). (retour sur le schéma présenté par Virginie Thierry)

Pour les BGC, afin de tendre vers des achats au nombre d'une moyenne de 13 flotteurs répartis sur la durée des projets, ce sont l'ensemble des financements qui sont impliqués (par année, par instituts, par projets). Les projets Deep 6000 seront soutenus par l'Ifremer et l'aide de la région, du PIE et PIA3.

Cela demande à CODEP et au LOV de bien se coordonner, pour passer les commandes et bien répartir les achats sur les financements adéquats. Une charge pour les équipes, pour que le système soit bien huilé (achats, livraison et disponibilité)

Pour 2022, 60 flotteurs seront déployés : 30 T/S - 15 Deep - 6 BGC - 9 DO, selon les stratégies habituelles (appel d'offres GMMC, besoins scientifiques Argo-France, opportunités avec les calendriers de la Flotte Océanographique Française (FOF), Marine Nationale et flotte européenne).

#### ○ Traitement des données C. Coatanoan

C. Coatanoan commence par présenter les données collectées par les flotteurs Argo, dans le cadre de ces 3 projets, qui seront totalement intégrées au flux de données Argo suivant les principes FAIR (Facile à trouver, Accessible, Interopérable, Réutilisable). La circulation de ces données est déjà bien établie au sein du centre de données Coriolis, qui intervient comme DAC et GDAC. Le DAC Coriolis a déjà une bonne expérience dans le traitement de ces données (en 2021, plus de 700 flotteurs actifs traités, correspondant à plus de 38000 profils, plus de 50000 profils traités en temps différé soit 80% du total des profils). Le DAC Coriolis c'est aujourd'hui 3226 flotteurs enregistrés dans notre base de données, soit 165 versions de flotteurs correspondant à 6 familles, 671 flotteurs avec des capteurs biogéochimiques, et 11 types de capteurs qui sont décodés pour 12 paramètres.

Le contrôle qualité est une étape importante dans le traitement des données. Coriolis est fortement impliqué dans la mise en place des procédures (au niveau européen et international), dans la rédaction des manuels de contrôle qualité, dans les méthodes de contrôle qualité temps différé. Une nouvelle méthode basée sur le « machine learning » a montré également que le contrôle qualité pouvait être réalisé en utilisant l'intelligence artificielle, sur de gros jeux de données pour la température et la salinité. Toutes les données Argo sont en accès libre, via le Argo dashboard, via des DOI ainsi que par la sélection de données (site web, site ftp).

Dans le cadre de ces projets, les objectifs et enjeux sont multiples. Tout d'abord maintenir et consolider les chaînes de traitement des flotteurs, améliorer les chaînes de traitement en

faisant évoluer les décodeurs au fil des évolutions technologiques, ainsi que les mises en production, l'enjeu étant de s'adapter aux nouveaux capteurs.

Concernant le contrôle qualité, en plus de maintenir l'excellence, il faudra être exigeant et développer une expertise approfondie sur chaque capteur ; pouvoir passer, sur ces nouveaux capteurs, d'un mode de recherche à un mode opérationnel à la fin du projet. Cela veut dire assurer le contrôle qualité des paramètres dont les procédures sont matures et développer des activités R&D pour les paramètres plus complexes.

Il faudra cependant garder à l'esprit que l'utilisation de nouvelles technologies pour ces flotteurs et capteurs nécessitera des efforts supplémentaires tant pour l'intégration dans le flux de données Argo que pour le contrôle de la qualité. Décoder les informations reçues du flotteur requiert des compétences spécifiques en raison des nouvelles technologies de plus en plus complexes, de même que pour le contrôle qualité.

#### **XIV. Conclusion**

V. Thierry a conclu cette session en remerciant le Programme Investissements d'Avenir au travers de l'Agence Nationale de la Recherche et les organismes pour leur soutien ainsi que le comité de pilotage et l'équipe projet pour leur implication dans le montage et le début du projet.

#### XIV. Annexe 1 : Agenda

##### *Session 1 (17 janvier 14h-18h) : ouverte aux extérieurs*

- Accueil : P. Vincent, Directeur Général Délégué Ifremer 10'
- Introduction et Overview des 3 projets V. Thierry 5'
- Intervention Argo international par S. Wijffels 5'
- Intervention Ministère (JM Flaud/ IR\* Euro-Argo et IR ILICO) 10'
- Intervention DRARI (F. Della Valle) et Région Bretagne (L. Lhomme) sur le CPER Bretagne 10'
- Intervention ANR P. Saintavit 10'
- Le contexte de l'observation en France : présentation du FrOOS\* par PY Le Traon 10'
- Le volet côtier du CPER ObsOcean - ROEC-ILICO G. Charria 20'
- Les projets Argo : PIANO, Argo-2030, ObsOcean – lien avec l'ERC REFINE V.Thierry, F. d'Ortenzio et X. André 20'
- Questions/discussion 10'

##### Pause 10'

- Le projet Argo-2030 20' - Introduction par F. d'Ortenzio
  - WP2 : Exploration de la biogéochimie et de l'écologie marine à l'aide de flotteurs Argo BGC-ECO J. Uitz
  - WP3 : Surveillance des couches abyssales océaniques avec des flotteurs Argo Deep-6000 équipés de capteurs d'oxygène D. Desbryères
- Le projet PIANO 20' - Introduction par X. André
  - WP2-WP3 : Nouveaux capteurs E. Leymarie
  - WP4 : Développement d'un flotteur Deep-6000 C. Renaut
  - WP5 : Améliorations technologiques G. Le Provost
- Actions transverses aux 3 projets ObsOcean/ PIANO/ Argo-2030 20' - Introduction par V. Thierry
  - Achats, mises à disposition et déploiements N. Poffa, N. Lebreton
  - Traitement des données C. Coatanoan
- Discussion et conclusions 30'

\*French Ocean Observing System

## XV. Annexe 2 : Liste des participants :

Nom	Prénom	Institut/ Organisation/ Compagnie	Adresse mail
Amice	Martin	Ifremer	martin.amice@ifremer.fr
André	Xavier	Ifremer	xavier.andre@ifremer.fr
Ardhuin	Fanny	Ifremer	fanny.ardhuin@ifremer.fr
Arduini Plaisant	Luca	Euro-Argo ERIC	luca.arduini.plaisant@euro-argo.eu
Asselot	Rémy	Ifremer	remy.asselot@ifremer.fr
Bachelet	Anne-Catherine	Conseil régional de Bretagne	anne-catherine.bachelet@bretagne.bzh
Bacher	Cédric	Ifremer	cedric.bacher@ifremer.fr
Bajon	Raphaël	Ifremer	raphael.bajon@ifremer.fr
Balem	Kevin	IFREMER	kevin.balem@ifremer.fr
Barboni	Alexandre	Ecole Polytechnique	alexandre.barboni@lmd.ipsl.fr
Baron	Louis-Pascal	Conseil départemental du Finistère	louis-pascal.baron@finistere.fr
Bazin	Sara	IUEM	sara.bazin@univ-brest.fr
Bernard	Vincent	Ifremer	vincent.bernard@ifremer.fr
Bigourdan	Benoît	IFREMER	benoit.bigourdan@ifremer.fr
Blanke	Bruno	CNRS/LOPS	bruno.blanke@univ-brest.fr
Bosse	Anthony	Aix-Marseille Université, MIO	anthony.bosse@mio.osupytheas.fr
Bosser	Pierre	ENSTA Bretagne	pierre.bosser@ensta-bretagne.fr
Bozec	Yann	CNRS SBR	bozec@sb-roscoff.fr
Burden	Joanne	CNRS IR-ILICO	Joanne.Burden@univ-brest.fr
Cancouët	Romain	Euro-Argo ERIC	romain.cancouet@euro-argo.eu
Cariou	Valérie	SHOM	cariou@shom.fr
Carval	Thierry	Ifremer	Thierry.Carval@ifremer.fr
Charria	Guillaume	Ifremer	guillaume.charria@ifremer.fr
Christians	Elisabeth	Sorbonne université	dir-imev@imev-mer.fr
Claustre	Hervé	LOV-IMEV SU/CNRS	herve.claustre@imev-mer.fr
Coatanoan	Christine	IFREMER	christine.coatanoan@ifremer.fr
Cocquempot	Lucie	Ifremer	lucie.cocquempot@ifremer.fr
Compère	Chantal	Ifremer	chantal.compere@ifremer.fr
Coppola	Laurent	OSU STAMAR	laurent.coppola@imev-mer.fr
Courson	Rémi	Ifremer	remi.courson@ifremer.fr
Craneguy	Philippe	Ifremer	philippe.craneguy@ifremer.fr
Daniel	Jean-Marc	Ifremer	jean.marc.daniel@ifremer.fr
David-Beausire	Christine	Flotte Océanographique Française - IFREMER	christine.david.beausire@ifremer.fr
Davy	Romain	Ifremer	romain.davy@ifremer.fr
de Garidel-Thoron	Thibault	CNRS [CSOA]	garidel@cerege.fr
de Pas	Arthur	Ifremer	arthur.de.pas@ifremer.fr
Delacourt	Christophe	CNRS	christophe.delacourt@cnrs.fr
Della Valle	Florent	MESRI	florent.della-valle@recherche.gouv.fr
Desbruyères	Damien	Ifremer	damien.desbruyeres@ifremer.fr

Desclos	Anaïs	Sorbonne université	anaïs.desclos@sorbonne-universite.fr
D'ortenzio	Fabrizio	LOV-IMEV SU/CNRS	fabrizio.dortenzio@imev-mer.fr
Doussin	Jean-François	INSU	jean-francois.doussin@cns-dir.fr
Doutreleau	Yann	ENSTA Bretagne	yann.doutreleau@ensta-bretagne.fr
Evrard	Estérine	Euro-Argo ERIC	esterine.evrard@euro-argo.eu
Fauvarque	Olivier	Ifremer	olivier.fauvarque@ifremer.fr
Flaud	Jean Marie	MESRI	jean-marie.flaud@recherche.gouv.fr
Forjonel	Philippe	ISEN	philippe.forjonel@isen-ouest.yncrea.fr
Garcia Juan	Andrea	Ifremer	andrea.garcia.juan@ifremer.fr
Gourcuff	Claire	Euro-Argo ERIC	claire.gourcuff@euro-argo.eu
Guinehut	Stéphanie	Mercator Océan	sguinehut@mercator-ocean.fr
Jacolot	Maureen	IFREMER, DAJF	maureen.jacolot@ifremer.fr
Jean	Fred	IUEM	frederic.jean@univ-brest.fr
Kerleguer	Laurent	SHOM	laurent.kerleguer@shom.fr
Kermabon	Catherine	Ifremer	chemon@ifremer.fr
Kolodziejczyk	Nicolas	IUEM	Nicolas.Kolodziejczyk@univ-brest.fr
Laës	Agathe	Ifremer	agathe.laes@ifremer.fr
Lagrange	Alain	MESRI	alain.lagrange@recherche.gouv.fr
Lathuilière	Cyril	SHOM	cyril.lathuiliere@shom.fr
Le Berre	Alain	Cerema - Réseau Candhis	alain.le-berre@cerema.fr
Le Bihan	Caroline	Ifremer	caroline.le.bihan@ifremer.fr
Le Falher	Laëtitia	ANR	laetitia.lefalher@agencerecherche.fr
Le Gac	Jean-Claude	SHOM	jean-claude.le.gac@shom.fr
Le Gall	Christian	Ifremer	clegall@ifremer.fr
Le Menn	Marc	SHOM	marc.lemenn@shom.fr
Le Moal	Hugo	Ifremer / DAJF / Cellule Marchés	hugo.le.moal@ifremer.fr
Le Roi	Thomas	Ifremer	thomas.le.roi@ifremer.fr
Le Roux	Jean-François	Ifremer	jfleroux@ifremer.fr
Le Saout	Virginie	Cap Gemini/ Bureau de coordination projets Argo	virginie.lesaout@capgemini.com
Le Traon	Pierre-Yves	Mercator Ocean International	pierre-yves.letraon@mercator-ocean.fr
Lebreton	Nathanaele	SHOM	lebreton@shom.fr
Lequentrec-Lalancette	Marie-Françoise	SHOM	marie-francoise.lalancette@shom.fr
Leymarie	Edouard	LOV-IMEV SU/CNRS	edouard.leymarie@imev-mer.fr
Llovel	William	CNRS	wllovel@ifremer.fr
Lhomme	Ludovic	Conseil régional de Bretagne	ludovic.lhomme@bretagne.bzh
Mamaca	Emina	Ifremer	emina.mamaca@ifremer.fr
Manchon	Laurence	Conseil régional de Bretagne	laurence.manchon@bretagne.bzh
Mariette	François	DRARI	francois.mariette@recherche.gouv.fr
Martin			
Palenzuela	Natalia	Ifremer	nmartinp@ifremer.fr
Maze	Guillaume	IFREMER	gmaze@ifremer.fr
Mazauric	Valérie	Ifremer	valerie.mazauric@ifremer.fr
Morvan	Delphine	Ifremer	Delphine.Morvan@ifremer.fr
Mulot	Eléonore	Région Bretagne	eleonore.mulot@bretagne.bzh

Nan-Chin	Chu	Ifremer	ncchu@ifremer.fr
Paillet	Jérôme	Ifremer	jerome.paillet@ifremer.fr
Pairaud	Ivane	Ifremer	ivane.pairaud@ifremer.fr
Pelletier	Léo-Paul	Woods Hole Oceanographic Institution	lpelletier@whoi.edu
Pellichero	Violaine	IFREMER	violaine.pellichero@ifremer.fr
Penkerch	Christophe	LOV-IMEV SU/CNRS	christophe.penkerch@imev-mer.fr
Poffa	Noé	Ifremer	noe.poffa@ifremer.fr
Poteau	Antoine	LOV-IMEV SU/CNRS	antoine.poteau@imev-mer.fr
Pouliquen	Sylvie	Ifremer & Euro-Argo ERIC	sylvie.pouliquen@ifremer.fr
Prigent	Sébastien	Ifremer	sebastien.prigent@ifremer.fr
Puillat	Ingrid	JERICO RI	ingrid.puillat@ifremer.fr
Quémener	Loïc	Ifremer	Loic.quemener@ifremer.fr
Quéméneur	Réjane	Ifremer	Rejane.Quemeneur@ifremer.fr
Racapé	Virginie	CNRS - Coriolis	virginie.racape@ifremer.fr
Renaut	Corentin	Ifremer	Corentin.Renaut@ifremer.fr
Repecaud	Michel	Ifremer	michel.repecaud@ifremer.fr
Retho	Michaël	Ifremer LER/MPL	michael.retho@ifremer.fr
Reynaud	Thierry	Ifremer LOPS	thierry.reynaud@ifremer.fr
Rimmelin-Maury	Peggy	IUEM	peggy.rimmelinmaury@univ-brest.fr
Roussillon	Joana	UBO	joana.roussillon@etudiant.univ-brest.fr
Routaboul	Solène	CLS	sroutaboul@groupcls.com
Rouxel	Justin	Ifremer	justin.rouxel@ifremer.fr
Sagot	Jérôme	nke instrumentation	jsagot@nke.fr
Sainctavit	Philippe	ANR	Philippe.Sainctavit@agencerecherche.fr
Salvetat	Florence	Ifremer	florence.salvetat@ifremer.fr
Saout-Grit	Carole	Glazeo	carole.saout@glazeo.net
Sanquer	Ronan	CEREMA EMF	ronan.sanquer@cerema.fr
Sauzède	Raphaëlle	LOV-IMEV SU/CNRS	raphaelle.sauzede@imev-mer.fr
Schmechtig	Catherine	CNRS	catherine.schmechtig@imev-mer.fr
Speich	Sabrina	LMD/IPSL & GOOS/GCOS	sabrina.speich@lmd.ens.fr
Tagger	Michel	ANR	Michel.TAGGER@agencerecherche.fr
Thierry	Virginie	Ifremer	vthierry@ifremer.fr
Turpin	Victor	OceanOPS	vturpin@ocean-ops.org
Uitz	Julia	LOV-IMEV SU/CNRS	julia.uitz@imev-mer.fr
Vincent	Patrick	Ifremer	patrick.vincent@ifremer.fr
Wagener	Thibaut	MIO UMR 7294 / Aix Marseille Université	thibaut.wagener@univ-amu.fr
Wijffels	Susan	Argo international / Woods Hole Oceanographic Institution	swijffels@whoi.edu
Woerther	Patrice	IFREMER	patrice.woerther@ifremer.fr
Zéléla Bouvard	Ambre	Sorbonne Université	ambre.zelela-bouvard@sorbonne-universite.fr