

« THE OCEANOVOX INITIATIVE » MOBILISER L'IOT ET LA COMMUNAUTÉ MARITIME POUR RENFORCER LES CAPACITÉS D'OBSERVATION, LA SECURITE ET LA DÉCARBONATION EN MER

**Céline DROUET^{1,2}, Maxime LASSO¹, Romain ANGOULVANT¹,
Lika KAMARA¹, Cyprien GALLET¹, Antoine COUSOT¹**

¹Oceano Vox – R&D – Nantes (France)

²Nantes Université - ED 602 SIS

SOMMAIRE

L'évolution des capacités traditionnelles d'observation en mer ouvre une opportunité pour imaginer de nouvelles approches innovantes en matière d'observation et de surveillance maritime. L'océan représente 70% de la surface de notre planète et collecter des données est essentiel pour garantir notamment la sécurité maritime, optimiser la logistique, suivre les émissions et comprendre les évolutions climatiques. Pourtant, ces moyens sont fragilisés par des contraintes budgétaires, techniques et humaines, limitant la capacité d'action des acteurs du secteur.

Dans ce contexte, l'Internet des objets (IoT) offre une alternative puissante. En déployant des capteurs intelligents sur les navires et les infrastructures portuaires, l'IoT permet de développer des nouveaux capteurs précis, de collecter en temps réel des données météo telle que la pression atmosphérique, la vitesse et direction du vent, la température de l'eau mais aussi des informations de positionnement, de polluants (CO₂, NO₂ et SO₂) ...

C'est dans cette dynamique que la société OCEANOVOX, labellisé partenaire EMODNET en 2024, a lancé « THE OCEANO VOX INITIATIVE: you sail, we care », un projet récemment reconnu programme officiel de la Décennie des Océans par l'UNESCO, qui vise à fédérer la communauté maritime autour d'une observation collaborative et durable des océans, pour renforcer la sécurité maritime, optimiser les trajets, anticiper les risques et accélérer la décarbonation, suivre l'évolution de nos océans.

SUMMARY

OCEANOVOX INITIATIVE

USE IoT AND THE MARITIME COMMUNITY TO RENFORCE THE OBSERVATION CAPACITIES, THE SAFETY AND THE DECARBONIZATION AT SEA

The evolution of traditional maritime observation capabilities opens up opportunities to imagine new and innovative approaches to maritime observation and surveillance. The ocean covers 70% of our planet's surface, and collecting data is essential to ensuring maritime safety, optimizing logistics, monitoring emissions, and understanding climate change. However, these capabilities are undermined by budgetary, technical, and human constraints, limiting the capacity for action of stakeholders in the sector.

In this context, the Internet of Things (IoT) offers a powerful alternative. By deploying smart sensors on ships and port infrastructure, the IoT makes it possible to develop new, accurate sensors and collect real-time weather data such as atmospheric pressure, wind speed and direction, water temperature, as well as positioning information and data on pollutants (CO₂, NO₂, and SO₂).

It is in this context that OCEANOVOX, certified as an EMODNET partner in 2024, launched "THE OCEANO VOX INITIATIVE: you sail, we care," a project recently recognized as an official program of the Ocean Decade by UNESCO, which aims to unite the maritime community around collaborative and sustainable ocean observation to enhance maritime safety, optimize routes, anticipate risks, accelerate decarbonization, and monitor the evolution of our oceans.

1. LA NÉCESSITÉ DE NOUVEAUX MOYENS D'OBSERVATIONS

La mer, espace stratégique et vital pour le commerce mondial, la sécurité des territoires et la régulation climatique, nécessite une observation constante et précise. Historiquement, cette surveillance reposait sur un ensemble de moyens humains, techniques et institutionnels : navires de patrouille, satellites, stations côtières, balises océanographiques, et réseaux de communication spécialisés. Ces dispositifs permettaient de suivre les conditions météorologiques, les mouvements de navires, les pollutions marines, et d'anticiper les risques liés à la navigation ou à l'environnement.

Cependant, depuis plusieurs années, on observe une réduction progressive des capacités et des moyens d'observation maritime, en raison de contraintes budgétaires, du vieillissement des infrastructures et d'une dépendance à des technologies coûteuses. Cette tendance est aggravée par le désengagement des États-Unis du réseau océanique Argo, un pilier de la surveillance climatique et océanographique mondiale. Ce retrait, dénoncé par des experts comme François Houllier (Ifremer), compromet la continuité des données essentielles à la compréhension des dynamiques océaniques et à la sécurité maritime.

Dans ce contexte, OCEANO VOX, labellisé partenaire du réseau européen d'observation EMODNET [1] en 2024, a proposé le projet "No. 67.8. « THE OCEANO VOX INITIATIVE »: you sail, we care", reconnu programme officiel de la Décennie des sciences océaniques par l'UNESCO, car il devient impératif de repenser les outils de surveillance maritime, en intégrant des solutions plus flexibles, évolutives et économiquement viables. C'est dans cette dynamique que s'inscrit l'Internet des objets (IoT). En déployant des capteurs intelligents sur les navires, les infrastructures portuaires ou les bouées océaniques, l'IoT permet de collecter en temps réel une multitude de données : conditions météorologiques, positionnement, pollution atmosphérique, à coût réduit tout en assurant un niveau de qualité des données récoltées.

2. THE OCEANO VOX INITIATIVE

2.1. Un projet Ocean Decade

« THE OCEANO VOX INITIATIVE » est un projet communautaire visant à donner aux marins les moyens de collecter des données océaniques pour le programme CoastPredict (144. CoastPredict - Observing and Predicting the Global Coastal Ocean [2]), un programme d'observation et de prévision des océans côtiers mondiaux, afin d'améliorer notre compréhension des changements globaux et nos prévisions des phénomènes météorologiques extrêmes.

Le projet « THE OCEANO VOX INITIATIVE » a débuté en juin 2024 et s'achèvera fin 2030.

Ce projet s'inscrit dans le cadre de la **Décennie des sciences océaniques de l'UNESCO** et poursuit trois objectifs stratégiques :

- **Objectif 1 : Identifier les connaissances critiques sur l'océan** → Cartographier les lacunes scientifiques et techniques en matière d'observation et de compréhension des milieux marins.
- **Objectif 2 : Renforcer les capacités et générer de nouvelles connaissances** → Déployer des outils innovants (IoT, IA, capteurs embarqués) pour produire des données fiables et accessibles. → Former les acteurs du maritime à l'usage et à l'interprétation de ces données.

- **Objectif 3 : Accroître l'utilisation des connaissances océaniques** → Faciliter l'intégration des données dans les politiques publiques, les pratiques industrielles et les stratégies de résilience. → Promouvoir l'interopérabilité et la diffusion ouverte des résultats.

Le projet « THE OCEANO VOX INITIATIVE » contribue directement à plusieurs résultats clés de la Décennie :

- **Outcome 4 : un océan prévisible** : Développement de modèles et d'outils pour anticiper les changements océaniques et climatiques. → amélioration de la compréhension des dynamiques marines pour une meilleure prise de décision
- **Outcome 5 : Un océan sûr**: Renforcement de la sécurité en mer grâce à une observation continue et collaborative. → Prévention des risques liés aux aléas marins (tempêtes, pollutions, accidents).
- **Outcome 6 : Un océan accessible**: Mise à disposition de données ouvertes, équitables et interopérables. → Développement de plateformes numériques pour visualiser et exploiter les informations marines.

Enfin, le projet « THE OCEANOVOX INITIATIVE » répond à plusieurs défis majeurs identifiés par la Décennie des Océans :

- **Challenge 6 : Améliorer les services d'alerte précoce multi-aléas**; Intégration de données géophysiques, biologiques, climatiques et anthropiques pour anticiper les risques. → Renforcement de la préparation communautaire et de la résilience côtière
- **Challenge 7 : Garantir un système d'observation océanique durable**: Déploiement de capteurs et de technologies embarquées sur les navires et infrastructures maritimes. → Production de données exploitables en temps réel pour tous les utilisateurs
- **Challenge 8 : Créer une représentation numérique complète de l'océan**: Élaboration d'une cartographie dynamique et interactive des conditions océaniques passées, présentes et futures. → Accès libre et ouvert pour les chercheurs, décideurs, citoyens et acteurs économiques

2.2. Résumé du projet

Le projet « THE OCEANOVOX INITIATIVE » s'engage à améliorer la surveillance des océans, la gestion durable des ressources et l'adaptation au changement climatique grâce à une science participative menée en collaboration avec la communauté nautique. Elle développe des technologies de pointe telles que des réseaux de capteurs IoT utilisant une connectivité rentable pour collecter des données in situ en temps réel à partir de bateaux de plaisance et de ports, en particulier dans les zones côtières. En collaborant avec des instituts de recherche, elle promeut l'innovation ouverte et les programmes communautaires visant à surveiller l'état des océans, le changement climatique et la pollution.

Le projet « THE OCEANO VOX INITIATIVE » contribue ainsi à améliorer la connaissance des océans grâce à des campagnes de sensibilisation, à la science participative et à des ressources éducatives. En investissant dans des technologies océaniques durables et en explorant des modèles commerciaux respectueux de l'environnement, cette initiative soutient l'économie bleue, contribuant à la conservation des océans tout en générant des avantages économiques.

3. LA SOLUTION OCEANO VOX

3.1. Présentation générale

Dès sa création, l'objectif d'OCEANO NOX a été de permettre à tout membre de la communauté maritime — plaisancier, navigateur professionnel ou acteur portuaire — de contribuer activement à la collecte de données environnementales, déjà disponibles à bord des navires (anémomètre, température de surface, GPS, etc.).

C'est dans ce cadre que OCEANO VOX a développé le boîtier VOX permettant l'acquisition de ces données via le réseau NMEA du navire et également en développant des capteurs de nouvelle génération : précis, à faible coût, faciles à installer et adaptés à une mise en œuvre rapide en utilisant les technologies de l'IoT.

Le boîtier VOX permet la création d'une communauté d'observation océanique participative. Les données collectées sont ensuite partagées grâce à la mise en place d'API avec les organismes de recherche, les institutions publiques et les usagers du secteur maritime, dans une logique d'ouverture et d'interopérabilité. Ce partage vise à renforcer la connaissance collective des milieux marins, à améliorer la prévisibilité des conditions océaniques, et à contribuer à la sécurité en mer.

En facilitant l'accès à des données fiables et géolocalisées, le boîtier VOX, et l'application WEATHER VOX participe activement au projet « THE OCEANO VOX INITIATIVE » en construisant un océan plus sûr, plus accessible et mieux compris, en cohérence avec les objectifs de la Décennie des sciences océaniques.



Figure 1 : Boîtier VOX et application WEATHER VOX

3.2. Travaux de R&D menés depuis 2024 pour servir le projet « THE OCEANO VOX INITIATIVE »

« THE OCEANO VOX INITIATIVE » a pour ambition de démocratiser l'observation océanique en mer en s'appuyant sur une approche participative, accessible et scientifiquement rigoureuse. Elle vise à :

- Exploiter les données déjà disponibles à bord des navires (anémomètre, température de surface, GPS, etc.),
- Développer des capteurs de nouvelle génération, précis, économiques et faciles à installer,
- Garantir la disponibilité des données en temps réel, quel que soit l'emplacement géographique,
- Partager ces données avec les usagers de la mer, les chercheurs et les institutions, afin de contribuer à un **océan plus sûr, plus prévisible et plus accessible**.

Pour concrétiser les objectifs du projet, **OCEANO VOX** a engagé dès 2024 un programme de **recherche et développement** visant à améliorer la solution **VOX, développée dès 2022**, fondée sur les technologies de l'Internet des objets (IoT). Cette technologie permet l'acquisition, le traitement et la transmission des données météo-océaniques (vitesse et direction du vent, pression atmosphérique, température de l'eau) en quasi-temps réel, tout en garantissant une expérience utilisateur simplifiée. Ces travaux de R&D sont essentiels pour assurer la fiabilité, la précision et la pérennité du système, et pour permettre son déploiement à grande échelle auprès d'une communauté maritime engagée.

3.2.1. Mesure de la pression atmosphérique : une donnée essentielle et difficilement accessible en mer

La mesure de la pression atmosphérique en mer est essentielle pour la prévision météorologique et la sécurité maritime. Elle permet de détecter les systèmes dépressionnaires, comme les cyclones ou les tempêtes, et d'anticiper les changements de temps qui peuvent affecter la navigation ou les activités offshore.

Aujourd'hui, les moyens de mesure incluent des baromètres embarqués sur les navires, des bouées météorologiques autonomes, et des satellites qui fournissent des estimations indirectes via l'observation des nuages et des vents.

Les mesures de pression atmosphérique *in situ* sont essentielles pour calibrer et valider les données satellitaires. Elles permettent d'améliorer la précision des observations spatiales et des modèles météorologiques. Ces relevés complètent les satellites en zones mal couvertes ou nuageuses.

C'est pourquoi dès ses débuts OCEANO VOX a pris le pied à développer un capteur de pression atmosphérique. Utilisant une technologie MEMS disponible sur le marché, nous avons rendu intelligent ce capteur par une recalibration à distance afin de corriger son biais, sa dérive. Ainsi la mesure fournie par ce capteur permet de garder ces caractéristiques météorologiques initiales et notamment sa précision de 0.1hPa.

Directement intégré au boîtier VOX, il est alors possible à la communauté maritime de participer à la collecte de cette donnée essentielle à la compréhension du climat.

3.2.2. AMI IFREMER KINEIS : développement d'un nouveau capteur de thermo-salinité à un coût réduit

Le projet **AMI IFREMER KINEIS** [3], porté conjointement par **IFREMER, UBS, RBR** et **OCEANOVox**, a pour objectif de constituer une flotte citoyenne équipée d'instruments légers, précis et adaptés aux voiliers, reposant sur des protocoles simples et reproductibles. Les capteurs développés permettent de réaliser des mesures géolocalisées de la température et de la salinité des eaux de surface avec une haute précision.

Les données collectées contribueront à améliorer la compréhension de la **circulation thermohaline**, également appelée circulation océanique profonde, qui résulte des variations de densité de l'eau de mer liées à sa température et à sa salinité. Cette circulation, couplée à celle de surface, forme une boucle planétaire essentielle à la régulation du climat, mais dont l'observation reste complexe en raison de son ampleur et de sa dynamique.

Dans le cadre du projet, l'ensemble du cycle de données a été optimisé : acquisition, prétraitement, transmission en quasi-temps réel via des technologies IoT, et maintenance des dispositifs. Les premiers déploiements ont été réalisés à bord de deux voiliers engagés dans le **Vendée Globe**, permettant une collecte de données en zones océaniques d'intérêt scientifique.



Figure 2 : Cas d'usage TSG Gaillard



Figure 3 : TSG Gaillard installé à bord d'un des bateaux du Vendée Globe

OCEANO VOX est chargé de l'acquisition et du transfert des données via le boîtier **VOX**, équipé du module de télécommunication **KINEIS**, basé sur une constellation de nanosatellites. Une optimisation fine de l'encodage des messages a été nécessaire afin de réduire la charge utile (payload) et de mettre en place une stratégie de transmission des données limitant les pertes de données.

Les premiers résultats issus de cette campagne de mesures seront disponibles en **2026**. Une demande de communication scientifique a été soumise pour la **Ocean Sciences Meeting de Glasgow**, prévue en février 2026, et est actuellement en cours d'évaluation.

3.2.3. ESA BIC : rechercher les meilleures solutions de télécommunication pour transmettre la donnée en temps réel

Dans une volonté de garantir l'accès à des données environnementales fiables, en temps réel et en tout point du globe, OCEANO VOX mène des travaux approfondis sur l'évaluation de solutions de télécommunications adaptées aux environnements maritimes. L'objectif est de faciliter le partage de ces données avec l'ensemble des usagers de la mer, qu'ils soient scientifiques, professionnels ou citoyens. Ces études sont menées en collaboration avec le CESAR (Centre de support et d'expertise pour les usages en télécommunications par satellite), dans le cadre d'un projet soutenu par l'ESA BIC Nord [4].

À ce jour, plusieurs technologies ont été testées, parmi lesquelles STARLINK, EUTELSAT, KINEIS, ainsi qu'un réseau NTN (Non-Terrestrial Network) Skylo via Monotogo, basé sur l'infrastructure propriétaire de Global Star. Ces expérimentations visent à identifier les solutions les plus robustes, accessibles et performantes pour assurer une connectivité continue en mer, tout en maîtrisant les coûts de connexion.

Par ailleurs, dans le cadre de ce projet, OCEANO VOX met à disposition les données collectées via ses boîtiers auprès d'ODL (Ocean Data Lab), afin d'explorer leur potentiel pour le recalibrage des satellites à distance, dans le cadre des Fiducial Reference Measurements (FRM). Cette démarche contribue à améliorer la précision des observations satellitaires et à renforcer la synergie entre mesures in situ et données spatiales [5].

Ci-après sont présentées l'intégration des données deux bateaux dans le portail Ocean Virtual Lab [6].

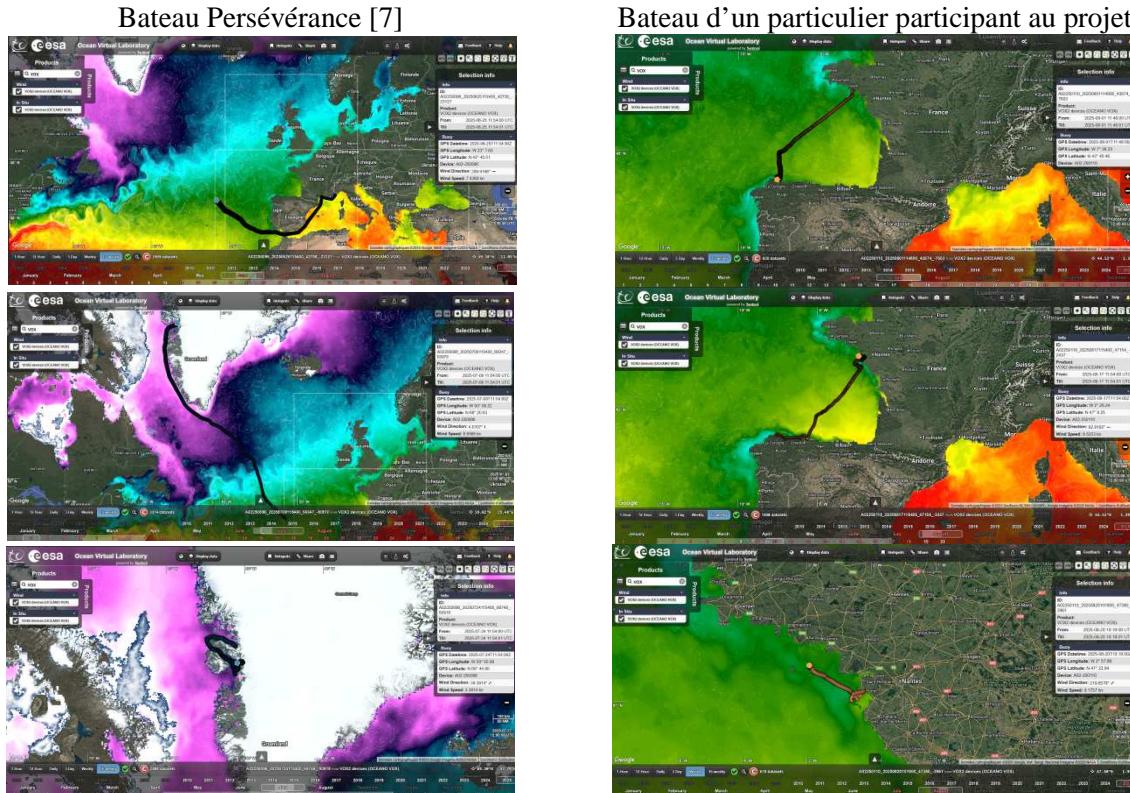


Figure 4 : Visuel de l'intégration des données récoltées pour le projet « THE OCEANOVOX Initiative » au sein du portail Ocean Virtual Lab

3.2.4. PIA4 Bénéteau : Mettre en place de nouveaux capteurs de monitoring de la pollution atmosphérique (SO_2 , NO_2 , CO_2)

Le transport maritime assure 95 % du commerce mondial, mais génère une pollution atmosphérique importante via les émissions de CO_2 , NO_2 et SO_2 . Ces gaz contribuent au réchauffement climatique, à l'acidification des océans et à la dégradation des écosystèmes marins. Les NOx et SOx aggravent aussi la pollution de l'air et les risques sanitaires, notamment pour les populations côtières. Pour y faire face, l'OMI vise la neutralité carbone d'ici 2050 et impose des normes strictes dans cinq zones de contrôle des émissions (ECA), dont la Méditerranée dès 2025. Le suivi des émissions et du pH de l'eau devient crucial pour évaluer l'impact de ces mesures. Toutefois, les moyens de mesure restent limités par leur coût, les contraintes techniques en zone côtière et la faible précision des satellites, rendant les données in-situ indispensables mais difficiles à obtenir.

OCEANO VOX via un financement du programme d'investissement d'avenir PIA4 travaille sur l'intégration de capteur innovant, lauréat du Challenge Air Parif Lab, permettant la mesure du CO_2 , NO_2 et SO_2 , répondant au standard de l'OMS, essentielles au suivi de la pollution atmosphérique mais aussi de l'acidification des océans, et aussi pour mieux suivre l'impact des réglementations mises en place par l'OMI.

La finalisation et test de ce nouveau capteur est prévue en fin d'année 2025, en partenariat avec Bénéteau sur leur Catamaran Lagoon Laboratoire.

3.2.5. Développement d'une application de partage en temps réel de la météo observée en mer, WEATHER VOX

L'un des objectifs de la collecte de données depuis les navires des plaisanciers partenaires du projet « THE OCEANOVox INITIATIVE » est aussi de partager en temps réel les données observées aux usagers de la mer via une application WEATHER VOX afin d'améliorer la sécurité en mer et de naviguer dans un « Océan plus sûr et prévisible ».

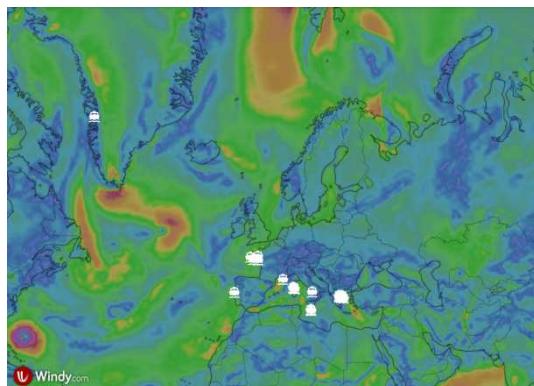


Figure 5 : Vue globale de quelques bateaux connectés depuis l'application WEATHER VOX

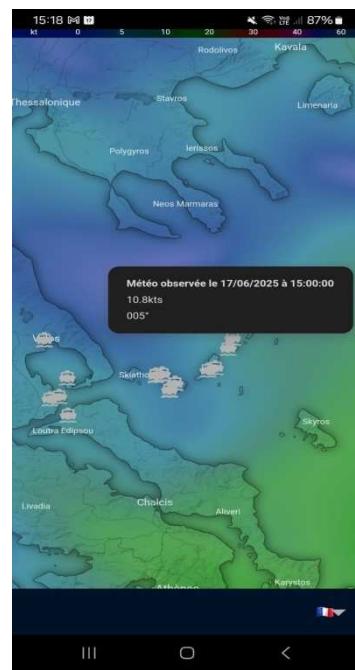


Figure 6 : Zoom WEATHER VOX – Grèce

Fin 2025, un module « Alerting météo » sera disponible et alertera le plaisancier si la météo prévue autour de lui diffère de celle observée, tel un « Waze des Mers ». Ainsi le plaisancier sera en mesure d'adapter son itinéraire

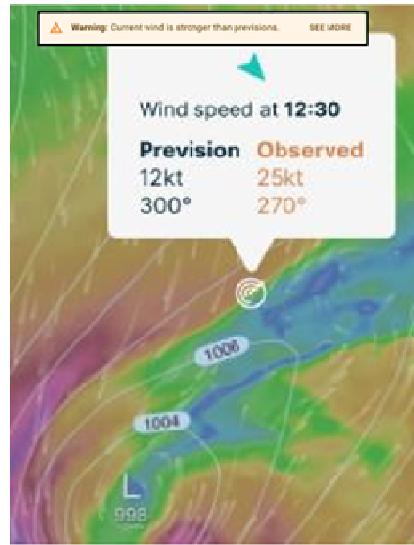


Figure 7 :Alerting météo – WEATHER VOX

La première version du module d’alerting météo sera développée dans le cadre du projet WindPdL, labellisé par le Pôle Mer Bretagne Atlantique [8].

4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Depuis 2024, OCEANO VOX a déployé plus d'une centaine de boîtiers VOX, principalement en Europe, ainsi qu’au large du Groenland et des côtes nord-américaines. Ce maillage initial constitue le socle d'un réseau d'observation océanique participatif en pleine expansion. Afin de renforcer cette dynamique, le déploiement de 300 nouveaux boîtiers est prévu d’ici fin 2025, avec pour objectif d’élargir significativement la couverture géographique et la densité des données collectées.

Au-delà du partage des données brutes avec les communautés académiques, OCEANOVOX s’engage à fournir, dès début 2026, des jeux de données enrichis et interprétés, tels que les courants de surface. Ces informations seront particulièrement précieuses pour les prestataires de services de routage météorologique, qui pourront affiner leurs modèles et optimiser les trajectoires maritimes en fonction des conditions réelles.

Par ailleurs, en facilitant une navigation plus efficiente grâce à une meilleure connaissance des dynamiques océaniques, OCEANO VOX contribue indirectement mais concrètement aux efforts de décarbonation du secteur maritime.

Ce projet s’inscrit ainsi dans une vision durable, alliant innovation technologique, science ouverte et engagement environnemental.

5. RÉFÉRENCES

- [1] <https://emodnet.ec.europa.eu/en/emodnet-welcomes-three-new-associated-partners-0>
- [2] <https://www.coastpredict.org/>
- [3] <https://oceansconnectes.org/la-start-up-oceano-vox-et-lifremer-sassocient-pour-connecter-plaisanciers-et-scientifiques/>
- [4] <https://www.esabincnord.fr/4-nouvelles-startups-integrent-les-a-bic-nord-france/>
- [5] [Calibration and validation and Fiducial Reference Measurements | EUMETSAT](#)
- [6] <https://ovl.oeceandatalab.com>
- [7] https://fr.linkedin.com/posts/jean-louis-etienne-66093914_perseverance-oceanovox-science-activity-7344386585045463045-Op12
- [8] <https://www.pole-mer-bretagne-atlantique.com/littoral-environnement-marin/windpd1>