



MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

## Parc éolien au large de l'Atlantique Sud (AO7) – état actuel de l'environnement

Protocole relatif au compartiment  
« Communautés planctoniques » - partie parc



Juin 2023

## REVISIONS

| Version | Date       | Description  | Auteurs   | Relecteurs |
|---------|------------|--|-----------|------------|
| 1.0     | 05/06/2023 | Première édition   | E. BOCHER | Y. PATRY   |
| 2.0     | 14/06/2023 | Prise en compte des remarques de la DGEC                   | S. MARMIN | P. BORNENS |
| 3.0     | 08/08/2023 | Prise en compte des remarques des AMOs, le CS et l'Ifremer | S. MARMIN | P. BORNENS |

## COORDONNEES

| Siège social  | Gestion de projet  |
|---|--|
| <b>setec énergie environnement</b>  | Stella MARMIN<br>Responsable de projets                        |
| Immeuble Central Seine<br>42 - 52 quai de la Rapée - CS 71230<br>75583 PARIS CEDEX 12<br>FRANCE | ZA La Grande Halte<br>29940 LA FORET FOUESNANT<br>FRANCE       |
| Tél +33 1 82 51 55 55<br>Fax +33 1 82 51 55 56<br>environnement@setec.com<br>www.setec.com      | <b>Tél +33 2 98 51 47 73</b><br><b>stella.marmin@setec.com</b> |

|  |          |
|--|----------|
| <b>1. Objectif .....</b>   | <b>4</b> |
| <b>2. Suivi des communautés planctoniques – Zone du parc .....</b> | <b>5</b> |
| 2.1 Principe.....  | 5        |
| 2.2 Echantillonnage .....  | 5        |
| 2.1 Période et fréquence d'acquisition.....                        | 6        |
| 2.2 Moyens nautiques et humains .....                              | 7        |
| 2.2.1 Moyens nautiques.....  | 7        |
| 2.2.2 Moyens humains .....   | 7        |
| 2.3 Suivi des communautés phytoplanctoniques .....                 | 8        |
| 2.3.1 Moyens matériels.....  | 8        |
| 2.3.1.1 ECO-MARS 3D .....  | 8        |
| 2.3.1.2 Prélèvements d'eau à la bouteille Niskin .....             | 8        |
| 2.3.2 Paramètres analysés/mesurés .....                            | 11       |
| 2.4 Suivi des communautés zooplanctoniques .....                   | 12       |
| 2.4.1 Moyens matériels.....  | 12       |
| 2.4.2 Paramètres analysés/mesurés .....                            | 12       |

## Liste des figures

|   |    |
|---|----|
| Figure 1 : Localisation des stations de suivi du compartiment « communautés planctoniques » .....   | 6  |
| Figure 2 : Exemple d'illustration produite par le modèle ; détection d'un bloom dans le golfe de Gascogne le 08 mai 2022 (source : ifremer.fr)..... | 8  |
| Figure 3 : Bouteille Niskin avec revêtement téflon d'une contenance de 5L (Source : SEE).....   | 9  |
| Figure 4 : Sonde WiMo Plus (Source : NKE Instrumentation) .....   | 9  |
| Figure 5 : interface logiciel (connexion via le réseau wifi émis par la sonde – capture d'écran SEE).....   | 10 |
| Figure 6 : Localisation des 2 stations (en cercle noir) de zooplancton déterminées par un expert en taxonomie .....                                 | 13 |

## Liste des tableaux

|   |    |
|---|----|
| Tableau 1 : Récapitulatif des suivis prévus pour le compartiment « plancton » .....                                       | 6  |
| Tableau 2 : Caractéristiques des données disponibles depuis le modèle MARC B1 ECOMARS3D (Ifremer). .....                  | 8  |
| Tableau 3 : Synthèse des caractéristiques techniques des sondes multiparamètres et des capteurs qui seront utilisés ..... | 10 |

**Sauf mention contraire, la source des figures/photos/tableaux du rapport est setec énergie environnement.**

## 1. OBJECTIF

L'objectif est de déterminer l'état initial du compartiment « plancton » afin de permettre au futur lauréat du parc éolien d'évaluer l'impact du projet sur ce compartiment durant les phases de vie du projet.

L'acquisition de données liées au compartiment « plancton » permettra d'établir un état initial caractérisant la les communautés planctoniques des masses d'eau et leur variabilité dans le temps.

L'objectif est de valoriser l'état initial dans l'état de référence ; ainsi l'état initial comporte des stations de référence (stations témoins) qui sont positionnées, dans les plans d'échantillonnage proposés ci-après, à l'extérieur de la zone d'étude immédiate, en dehors de la zone d'influence présumée du projet. Le protocole s'inscrit dans une analyse de type BACI (Before-After-Control-Impact), avec la définition de stations témoins.

Il est également prévu de caractériser l'ichtyoplancton (phases larvaires et œufs de l'ichtyofaune). Ce sous compartiment est traité spécifiquement dans le protocole relatif au compartiment « Poissons, mollusques et crustacés » (l'ichtyofaune étant mutualisé avec les inventaires halieutiques).

## 2. SUIVI DES COMMUNAUTES PLANCTONIQUES – ZONE DU PARC

### 2.1 PRINCIPE

Le principe de suivi de ce compartiment s'appuie sur les méthodes, les outils et les descripteurs énoncés dans le programme de surveillance des habitats pélagiques (Plan d'Action pour le Milieu Marin, PAMM). Ce programme, à l'interface de plusieurs descripteurs (*i.e.* définition et évaluation des habitats pélagiques, de la structure des écosystèmes, du fonctionnement et de la dynamique des réseaux trophiques, suivi de l'eutrophisation), englobe une large gamme d'outils pouvant être utilisés suivant l'objectif visé.

Il convient de souligner ici qu'il n'existe à l'heure actuelle aucun indicateur global d'évaluation écologique de ce compartiment, puisqu'aucun indicateur écosystémique n'a encore été défini. La vulnérabilité, comme l'état de conservation, seront mesurés et s'apprécieront via l'agrégation d'informations complémentaires :

- La bancarisation des données issues du modèle numérique développé par l'IFREMER (ECO-MARS3D), lequel apportera une information complémentaire en offrant les moyens de tracer la dynamique saisonnière globale au sein duquel le site d'étude s'inscrit ;
- Pour le phytoplancton, des prélèvements à la bouteille Niskin, après la réalisation d'un profil vertical de fluorescence à l'aide d'une sonde CTD spécifique, permettant de cibler les profondeurs de prélèvements.
- Pour le zooplancton, des prélèvements au filet WP2 – 200µm avec un échantillonnage vertical traversant toute la colonne d'eau.

Les deux communautés planctoniques (végétale et animale) seront décrites via une analyse de leurs compositions taxonomiques. Ce degré d'acquisition restituera une information touchant à la structure de ces populations, base des réseaux trophiques. Ce protocole porte uniquement sur le plancton permanent, l'ichtyoplancton (phases larvaires et œufs de l'ichtyofaune) est traité spécifiquement dans le protocole relatif au compartiment « Poissons, mollusques et crustacés », l'ichtyofaune étant mutualisé avec les inventaires halieutiques.

Une attention particulière sera apportée à la détection d'espèces phytoplanctoniques responsables d'efflorescences toxiques, telles que les dinoflagellés des genres *Alexandrium* et *Dinophysis*, et diatomées du genre *Pseudo-nitzschia*.

La mise en place de ce protocole vise à permettre la valorisation des résultats de l'état initial dans l'état de référence. Ainsi, en plus des stations de l'état initial, des stations de référence (stations témoins) sont d'ores et déjà positionnées dans les plans d'échantillonnage proposés ci-après, à l'extérieur de la zone d'étude immédiate, en dehors de la zone d'influence présumée du projet. Ce protocole s'inscrit dans une analyse de type BACI (Before-After-Control-Impact), avec la définition de stations témoins.

La stratégie d'échantillonnage envisagée prend en compte :

- La circulation et les courants régissant les dynamiques locales,
- Des facteurs tels que la profondeur, la vitesse du courant, le temps de résidence,
- La diversité des paysages écologiques attendus et leur emprise spatiale (structure et composition des populations biologiques).

### 2.2 ECHANTILLONNAGE

Le plan d'échantillonnage, commun pour le suivi du phytoplancton et du zooplancton, comporte 9 stations, réparties de la manière suivante :

- 4 stations de suivi situées à l'intérieur des zones retenues pour la procédure de mise en concurrence des deux parcs éoliens (2 stations dans la zone retenue du parc 1, distantes entre elles de 5MN et 2 stations dans la zone retenue du parc 2) ;
- 4 stations de référence positionnées à l'extérieur de la zone d'implantation à une distance d'environ 5NM et distantes entre-elles de ~15 NM (dont 1 station dans l'emprise de la zone de raccordement).

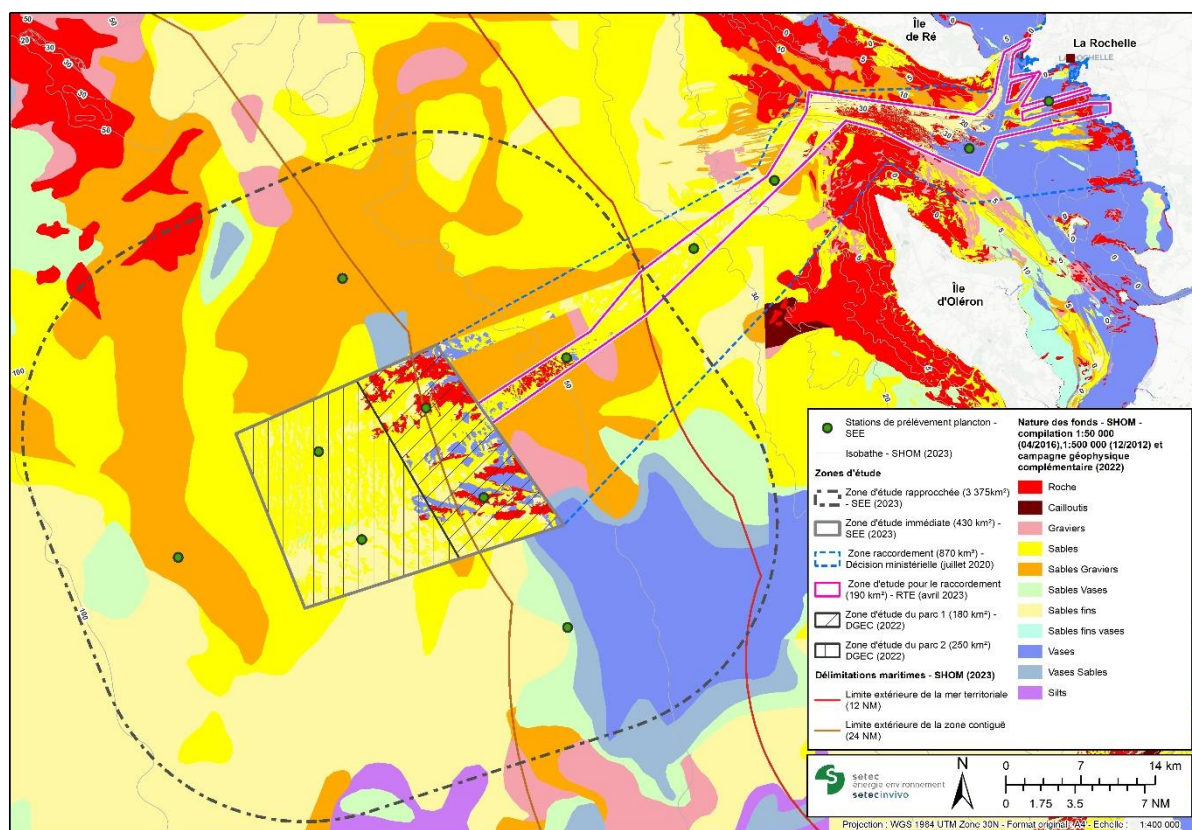


Figure 1 : Localisation des stations de suivi du compartiment « communautés planctoniques »

Le nombre de stations de suivi ne permettra pas de concentrer l'effort d'échantillonnage sur un moment de marée en particulier. En revanche, il sera toujours privilégié une intervention lors de coefficients de marée inférieurs à 90 pour éviter des situations d'échantillonnage atypiques et permettre des interventions tout au long de la vie du projet dans des conditions de marée similaires et comparables.

Les prélèvements de phytoplancton et de zooplancton seront effectués simultanément sur chaque station.

## 2.1 PERIODE ET FREQUENCE D'ACQUISITION

Afin de restituer les informations liées à la dynamique et la production des populations phytoplanctoniques et zooplanctoniques, la fréquence d'échantillonnage sera mensuelle pendant une durée de deux ans.

Tableau 1 : Récapitulatif des suivis prévus pour le compartiment « plancton »

| Compartiment | Matériel                           | Nombre de stations | Profondeur                                      | Fréquence   | Nombre total |
|--------------|------------------------------------|--------------------|---|---|--------------|
| Plancton     | Mesures à la sonde multiparamètres | 8                  | profil vertical depuis la surface jusqu'au fond | 1 fois/mois pendant 2 an, de septembre 2023 à aout 2025 | 192          |



| Compartiment | Matériel                  | Nombre de stations | Profondeur  | Fréquence | Nombre total |
|--------------|---------------------------|--------------------|---|-----------|--------------|
|              | Prélèvements d'eau        | 8                  | sub surface systématiquement + profondeur de max fluorescence |           | 192          |
|              | Prélèvements au filet WP2 | 8                  | prélèvement vertical  |           | 192          |

## 2.2 MOYENS NAUTIQUES ET HUMAINS

### 2.2.1 Moyens nautiques

Le navire Minibex de la société SAAS (Ship As A Service) Offshore SAS sera utilisé. Ce navire hauturier armé en 1ère catégorie présente l'équipement nécessaire en termes de navigation, de sécurité et d'équipements techniques pour la réalisation de la mission.

Le navire Minibex est équipé d'un système de positionnement dynamique ce qui permet de réaliser les prélèvements statiques en toute sécurité et avec un positionnement géographique précis.



Photo 1 : Le « Minibex » de la société SAAS (source : SEE)

### 2.2.2 Moyens humains

Les prélèvements et les profils à la sonde nécessiteront 2 personnes, en plus de l'équipage du navire Minibex.

## 2.3 SUIVI DES COMMUNAUTÉS PHYTOPLANCTONIQUES

### 2.3.1 Moyens matériels

#### 2.3.1.1 ECO-MARS 3D

Afin de disposer d'un moyen de suivi quasi-continu, les sorties du modèle numérique ECO-MARS 3D, développé par l'IFREMER, seront bancarisées. Les données collectées au sein d'un large périmètre incluant la zone d'étude (maillage de 4 km, devant évoluer vers des zooms de 1 km) apporteront à la fois une vision large échelle de la production primaire et un moyen de restituer la dynamique saisonnière de ce compartiment.

Tableau 2 : Caractéristiques des données disponibles depuis le modèle MARC B1 ECOMARS3D (Ifremer).

| Nom du modèle            | Extension                  | Résolution spatiale | Résolution temporelle |
|--------------------------|----------------------------|---------------------|-----------------------|
| MARC_F2-MARS3D-MENOR1200 | Vendée & Charente Maritime | 4 km                | 24h                   |

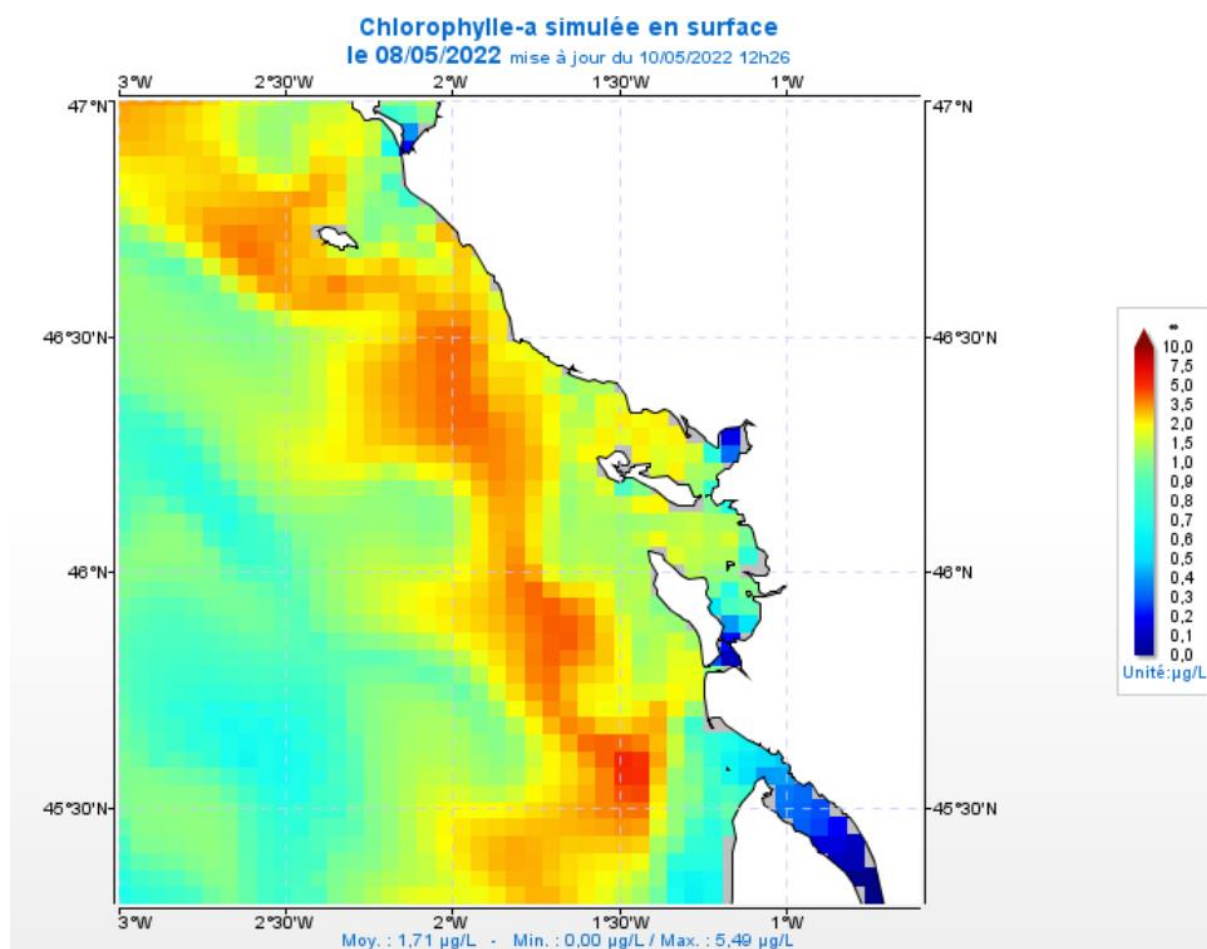


Figure 2 : Exemple d'illustration produite par le modèle ; détection d'un bloom dans le golfe de Gascogne le 08 mai 2022 (source : ifremer.fr)

#### 2.3.1.2 Prélèvements d'eau à la bouteille Niskin

Les échantillons de phytoplancton seront réalisés à l'aide d'une bouteille à prélèvement de type Niskin. En téflon de 5 L. L'engin sera déployé sur chaque point de prélèvement.





Figure 3 : Bouteille Niskin avec revêtement téflon d'une contenance de 5L (Source : SEE)

L'acquisition d'un profil vertical de la concentration en chlorophylle *a*, à l'aide d'une sonde multiparamètres munie d'un capteur de fluorimétrie, sera un préalable à ce prélèvement. Les données recueillies permettront de déterminer la profondeur présentant le maximum de concentration de ce pigment et de biomasse phytoplanctonique. Deux cas de figures sont alors possibles :

- Absence de pic de fluorimétrie ; 1 prélèvement sera réalisé entre 2 et 5 m de profondeur
- Présence d'un pic de fluorimétrie : un second échantillonnage sera réalisé à cette profondeur.

Ces échantillons seront ensuite conditionnés et stabilisés (lugol) pour être transmis à un expert en identification phytoplanctonique (Sylvain Coulon – Hydreco) afin de déterminer les organismes jusqu'à l'espèce et de les dénombrer.

La sonde employée sera de modèle wimo ou Sambat. Cette sonde, étalonnée préalablement à chaque campagne (métrologie), permettra l'enregistrement des paramètres suivants :

- Profondeur (m),
- Température (°C),
- Conductivité ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) / Salinité (‰),
- Turbidité (NTU),
- Fluorescence – chlorophylle *a*,
- Concentration oxygène dissous (mg/L),



Figure 4 : Sonde WiMo Plus (Source : NKE Instrumentation)

Le paramétrage de la sonde permettra l'enregistrement de ces paramètres en continu pendant son déploiement (~ 1 mesure/sec). Pour chaque station de prélèvement, la mesure sera alors effectuée par un

double profil ascendant et descendant parcourant l'ensemble de la colonne d'eau (surface/fond/surface). La sonde sera lestée afin d'assurer la plus grande verticalité des mesures puis descendue jusqu'à la proximité du fond avant d'être remontée en surface. La vitesse de descente et de remontée sera la plus constante possible et inférieure à 1m/s. Cet enregistrement permettra de restituer les profils verticaux de chacun des paramètres enregistrés.

Un logiciel et une interface graphique permet la consultation des données collectées par la sonde à sa remontée :

- Vérification du bon fonctionnement des capteurs ;
- Validation du point de mesure et stockage des données sur lecteur dédié ;
- Visualisation des données pour permettre une adaptation des protocoles d'échantillonnage le cas échéant (identification du pic de fluorimétrie, vérification de la stratification verticale de la colonne d'eau, etc.).

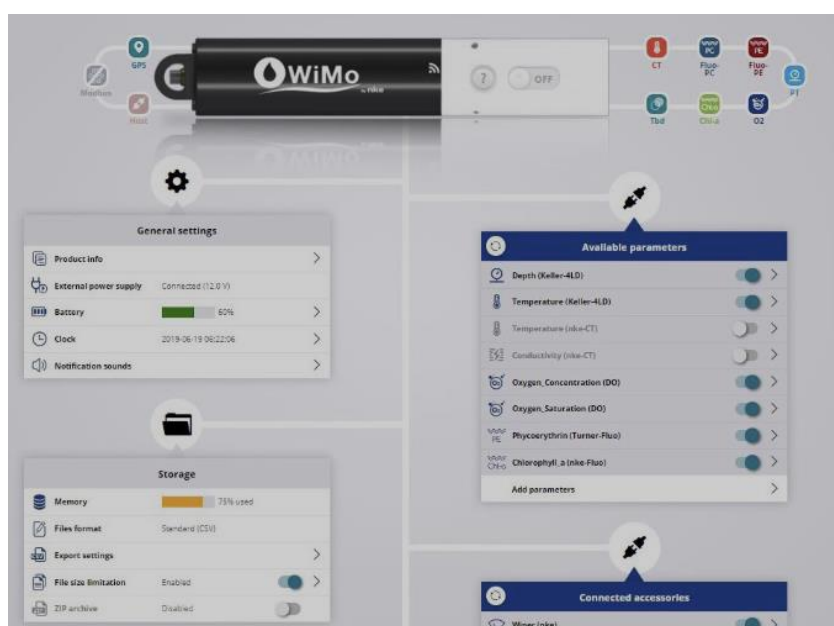


Figure 5 : interface logiciel (connexion via le réseau wifi émis par la sonde – capture d'écran SEE)

Tableau 3 : Synthèse des caractéristiques techniques des sondes multiparamètres et des capteurs qui seront utilisés

|  |   |
|--|---|
| Sondes de mesures                          | Wimo (NKE), Exo (YSI)   |
| Fréquence de calibration                   | Conforme aux recommandations constructeurs, variable suivant les paramètres. A minima annuel pour les capteurs optiques, 6 mois pour le pH, 6 mois pour l'oxygène dissous. En plus des calibrations, des contrôles périodiques sont effectués soit par intercomparaison de capteurs, soit avec des solutions étalons. Périodicité de contrôle de 2 mois pour les suivis DGEC en cours |
| Temps d'arrêt pour stabiliser avant mesure | Variables suivant le capteur. Quelques dizaines de secondes au maximum.   |
| Vitesse de descente                        | 1m par seconde maximum. Des mesures statiques à des profondeurs données sont préférées pour garantir la qualité de la mesure  |

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Sondes de mesures       | Wimo (NKE), Exo (YSI)   |
| Paramètre               | Gamme de mesure : -2 à +35°C                                      |
| Température             | Justesse : +/- 0.05°C<br>Résolution : 0.05°C                      |
| Paramètre               | Gamme de mesure : 0 à 100 mS/cm                                   |
| Conductivité / Salinité | Justesse : 25 µS ou 0.5% de la valeur<br>Résolution : 0.001 mS/cm |
| Paramètre               | Gamme de mesure : 0 à 23 mg/L (max. 0-44mg/L)                     |
| Oxygène dissous         | Justesse : +/-0.1 mg/L<br>Résolution : 0.025 mg/L                 |
| Paramètre               | Gamme de mesure : 0 à 4000 NTU                                    |
| Turbidité               | Justesse : 0.4 NTU ou +/-5% de la valeur<br>Résolution : 0.01 NTU |
| Paramètre               | Gamme de mesure : 0 à 500 ppb                                     |
| Fluorimétrie [Chloro a] | Justesse : linéarité $r^2 > 0.99$<br>Résolution : 0.03 ppb        |
| Paramètre               | Gamme de mesure : 0 à 25 bars                                     |
| Pression -> profondeur  | Justesse : 0.15%<br>Résolution : 0.001 bar                        |

### 2.3.2 Paramètres analysés/mesurés

L'identification réalisée par l'expert taxonomique des échantillons de phytoplancton restitue une information qualitative (liste d'espèces) et quantitative (abondance), qui permettra alors de caractériser précisément la communauté phytoplanctonique échantillonnée, dont la présence d'espèces toxiques.

La détection d'espèces phytoplanctoniques responsables d'efflorescences toxiques, telles que les dinoflagellés des genres *Alexandrium* et *Dinophysis*, et les diatomées du genre *Pseudo-nitzschia*, sera réalisée sur critères morphologiques et permettra d'obtenir des informations quant aux concentrations observées (dénombrement).

Les profils verticaux de fluorimétrie obtenus à l'aide de la sonde multi-paramètres (proxy de la biomasse chlorophyllienne) feront l'objet d'une analyse comparée entre stations et entre campagne.

## 2.4 SUIVI DES COMMUNAUTES ZOOPLANCTONIQUES

### 2.4.1 Moyens matériels

Pour l'échantillonnage du zooplancton, un filet de type WP2 d'une maille 200 µm sera utilisé. Ce matériel est spécifique à l'échantillonnage zooplancton et est conseillé dans les documents cadres (DCSMM & PAMM). Cet engin s'utilise navire à l'arrêt et permet un échantillonnage vertical en traversant toute la colonne d'eau, depuis le fond (ou une profondeur choisie) jusqu'à la surface. L'échantillon est alors constitué au cours de sa remontée. Le zooplancton étant capable de migration verticale, ce mode d'échantillonnage permet de s'extraire de biais potentiels en permettant d'optimiser l'échantillonnage tout en normalisant l'effort de prélèvement entre stations et entre années.

Lors des campagnes et au droit de chaque station, le filet sera descendu sur le fond (ou à la plus grande profondeur choisie) avant d'être remonté en surface. L'engin de prélèvement sera équipé en son centre d'un débitmètre mécanique avec butée (impossibilité de marche inversée). Ainsi, l'information du volume d'eau effectivement filtré sera une donnée renseignée.

Une fois l'engin en surface et le filet rincé à la manche à eau pour concentrer l'échantillon dans le collecteur, son contenu sera entièrement vidé à l'aide d'eau de mer filtrée pour être conditionné dans un flacon dédié. Ces échantillons biologiques seront ensuite fixés par l'ajout d'une solution de formol diluée à 3% pour permettre leur bonne conservation jusqu'à leur traitement en laboratoire.

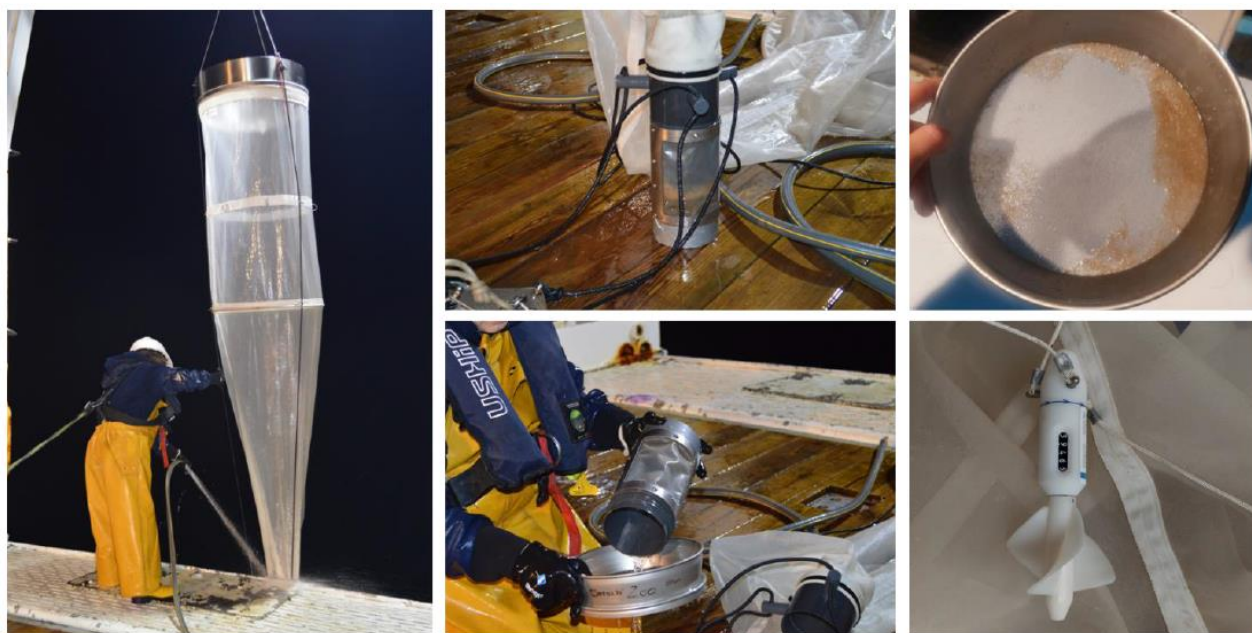


Photo 2 : Filet WP2 200 µm, collecteur et tamis de 200 µm utilisé pour collecter l'échantillon, débitmètre à butée inséré au centre du filet pour mesure le volume d'eau filtré (source : SEE)

### 2.4.2 Paramètres analysés/mesurés

Les échantillons seront traités afin de restituer une information qualitative (liste d'espèces) et quantitative (concentration cellulaire). Deux méthodes complémentaires d'analyse seront employées :

- Le microscope optique / loupe binoculaire via l'expertise apportée par un spécialiste en identification zooplanctonique (Antoine Nowaczyk, station marine d'Arcachon). L'identification des espèces sur la base de la reconnaissance de critères morphologiques permet d'obtenir une grande précision taxonomique, mais cette méthode reste particulièrement chronophage et demande un niveau d'expertise rare. Aussi, cette méthode sera mise en œuvre sur 2 échantillons de chaque campagne : 1 échantillon provenant de la station PLA03 dans la zone de l'AO7 et 1 échantillon provenant de la station PLA01 à l'extérieur de la zone de l'AO7. Ces deux échantillons feront également l'objet d'un



traitement par imagerie Zooscan. Pour cela l'échantillon initial sera divisé en deux moitiés à l'aide d'une boîte Motoda.

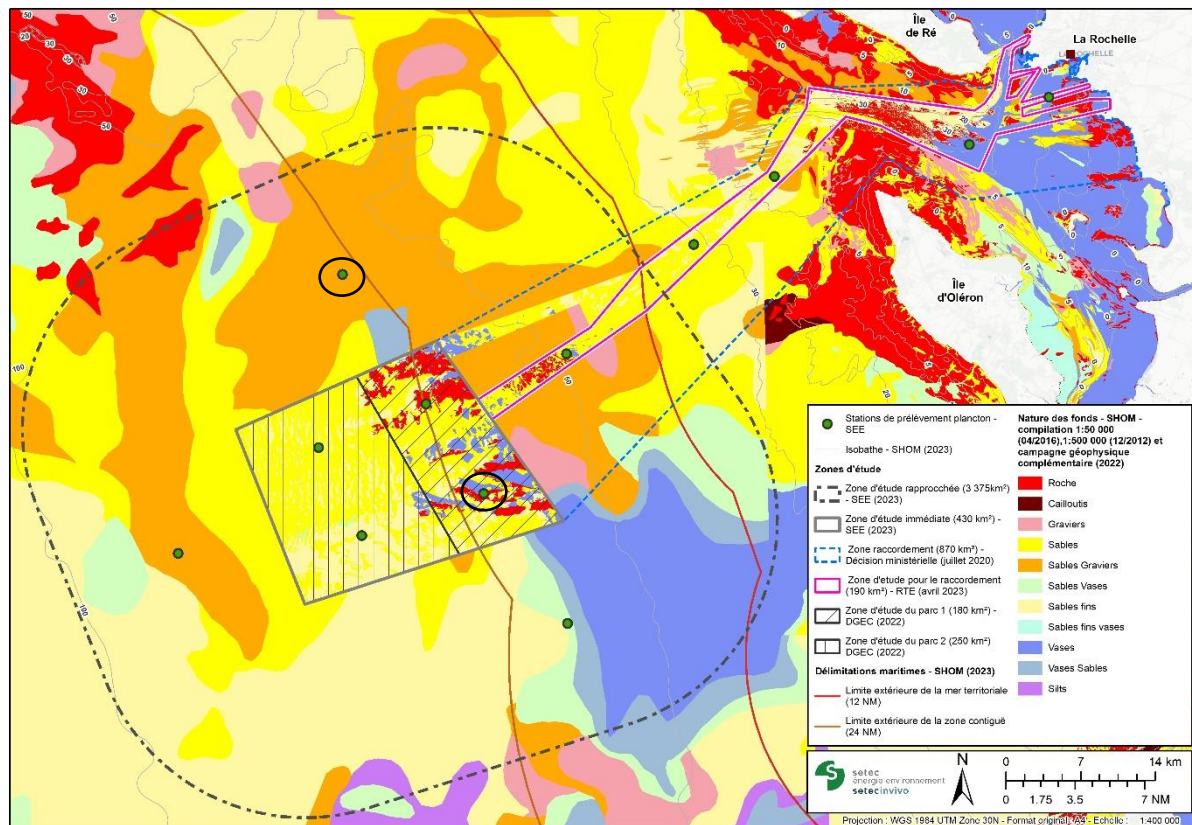


Figure 6 : Localisation des 2 stations (en cercle noir) de zooplancton déterminées par un expert en taxonomie

- L'imagerie ZooScan, qui est un système d'imagerie pour la mesure et la classification d'organismes et de particules (de 150 µm à 5 cm) présents dans un milieu liquide. L'imagerie ZooScan permet un traitement semi-automatique des échantillons et permet de traiter des nombres importants d'échantillons, mais avec une information restituée moins précise. Tous les échantillons de zooplancton (7 par campagne) seront numérisés puis les images seront traitées afin de détecter, énumérer, mesurer et classer les objets. L'expert en charge des échantillons sera Delphine Thibault (Centre d'Océanologie de Marseille)

L'identification réalisée par l'expert taxonomique et par le Zooscan des échantillons de zooplancton permettra de restituer une information qualitative (liste d'espèces) et quantitative (abondance), pour décrire la communauté zooplanctonique échantillonnée et son évolution temporelle et spatiale. La biomasse est évaluée à partir de la teneur en chlorophylle *a*. Sont décrites également les espèces toxiques.