



Observations de l’Ifremer sur les
protocoles proposés pour la
réalisation de l’état initial de
l’environnement des zones 1 & 2 de
projet de parcs éoliens en mer en
Méditerranée (AO6)

21 juillet 2023

Table des matières

1	Contexte de la demande	3
2	Remarques d'ordre général	4
3	Compartiment « Habitats benthiques »	5
3.1	Protocole « Benthos de substrats meubles »	5
3.1.1	Partie parc.....	5
3.1.2	Partie raccordement	5
3.2	Protocole « Herbiers à posidonies »	5
3.3	Protocole « Benthos de substrat dur coralligène »	6
3.4	Protocole « Roche infralittorale à algues photophiles ».....	6
3.5	Protocole « Roche médiolittorale »	6
4	Compartiment « Qualité de l'eau »	7
4.1	Protocole dans la partie parc	7
4.2	Protocole dans la partie raccordement	8
5	Compartiment « Qualité des sédiments »	9
5.1	Protocole dans la partie parc	9
5.2	Protocole dans la partie raccordement	10
5.3	Kystes phytoplanctoniques.....	10
6	Compartiment « Poissons, mollusques et crustacés »	11
6.1	Protocole relatif aux « Pêches scientifiques standardisées ».....	11
6.2	Protocole « Sonar biométrique ».....	12
6.3	Protocole « Mégafaune dont grands pélagiques ».....	12
7	Compartiment « Phytoplancton »	14
7.1	Protocole dans la partie parc	14
7.2	Protocole dans la partie raccordement	15
8	Compartiment « Zooplancton »	16
8.1	Protocole dans la partie parc	17
8.2	Protocole dans la partie raccordement	17

1 Contexte de la demande

La DGEC et RTE ont confié la réalisation de l'état actuel de l'environnement des zones 1 et 2 des projets de parcs éoliens de la zone d'appel d'offre numéro 6 (Méditerranée) aux bureaux d'études BRL ingénierie et Biotope.

La DGEC a transmis pour expertise à l'Ifremer les protocoles de suivi élaborés par les bureaux d'études pour les zones de parc et de raccordement. Les documents ont été reçus le 15 juin 2023. Le présent rapport a été transmis à la DGEC le 21 juillet 2023 en même temps que celles relatives à l'AO7.

Ce travail d'expertise a été réalisé dans le cadre des missions d'appui scientifique de l'Ifremer auprès de la DGEC. A ce titre, l'Ifremer a déjà formulé des observations sur les documents de marchés (CCTP) en janvier 2022, et a participé à l'analyse des offres en août 2022. Les observations de l'Ifremer portent sur ses compartiments d'expertise : poissons, mollusques et crustacés, qualité de l'eau et des sédiments, peuplements et habitats benthiques.

Le dossier à expertiser est composé des éléments suivants :

- Un document présentant les protocoles spécifiques à la zone de parc pour les zones 1 et 2 (324 pp)
- Un document présentant les protocoles spécifiques à la zone de raccordement pour les zones 1 et 2 (178 pp)

Les experts de l'Ifremer ayant contribué au présent rapport sont :

- Habitats benthiques :
 - o Benthos substrats meubles : O. Herlory
 - o Herbiers à posidonies : O. Herlory
 - o Benthos de substrat dur coralligène : O. Herlory
 - o Roche infralittorale à algues photophiles : O. Herlory
 - o Roche médiolittorale : MC. Fabri, O. Herlory
- Poissons et méga-invertébrés :
 - o Pêches scientifiques standardisées : G. Certain
 - o Sonar biométrique : T. Hattab
 - o Mégafaune dont grands pélagiques : T. Rouyer
- Qualité de l'eau et des sédiments : O. Herlory
- Plancton : T. Hattab, O. Herlory
- Kystes phytoplanctoniques : K. Mertens

La réponse a été coordonnée par Marion Cuif.

2 Remarques d'ordre général

D'une manière générale, les documents consultés sont plutôt bien écrits et facile à lire, à quelques détails près comme des figures non lisibles ou des coquilles dans le texte.

Pour l'analyse bibliographique, les axes d'amélioration portent essentiellement sur la prise en compte des travaux de la DCSMM, plus de littérature scientifique et un point d'attention sur les projets en cours.

Pour les protocoles, il semble qu'ils soient assez complets et correspondent au CCTP. L'axe d'amélioration principal porte sur la justification des stratégies spatiales et notamment de la localisation des stations de référence, notamment au regard du critère de pérennité du suivi une fois le projet engagé.

Si l'état initial doit contribuer ensuite à l'état de référence avant travaux, il faut d'ores et déjà **prévoir des stations de référence**.

Nous préconisons de **mettre en cohérence les suivis de la zone de raccordement et de la zone de parc** (même saisonnalité des campagnes, mêmes engins, même mode opératoire, etc.).

Nous rappelons également que **la continuité du plan et des techniques d'échantillonnage doit être garantie** tout au long des suivis. Les éventuels changements dans le plan ou la période d'échantillonnage ne doivent pas impacter la capacité à analyser les résultats sur le long terme. Ils doivent donc être évités autant que possible.

Il est **essentiel que les données soient collectées dans des formats compatibles avec les référentiels nationaux** (exemple : données halieutiques collectées selon les référentiels et formats du Système d'Information Halieutique de l'Ifremer) **et bancarisées de manière exhaustive et standardisée** afin de permettre l'interopérabilité des données dans le cadre d'une future comparaison entre les parcs.

Toutes ces préconisations d'ordre général sont détaillées pour les compartiments « poissons, mollusques, crustacés » et « peuplements et habitats benthiques » dans le document suivant : « [Carlier Antoine, Desroy Nicolas, Fabri-Ruiz Salome, Vogel Camille, Biseau Alain, Bacher Cedric, Ulrich Clara](#), Cuif Marion (2022). **Analyse comparative des protocoles de réalisation des états de référence des suivis halieutiques et benthiques dans le cadre des autorisations des parcs éoliens en mer et de leurs raccordements**. DGEC - Direction Générale de l'Energie et du Climat, Ministère de la Transition Energétique, Paris-La Défense, Ref. DG/2022.1675 - DGEC-SD3A-2022-0103, 52p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00834/94594/> ».

L'Ifremer a également formulé des préconisations pour le suivi des contaminants chimiques dans le document « *Amouroux Isabelle, Grouhel Anne, Briant Nicolas, Gonzalez Jean-Louis, Bizzozero Lucie, Allenou Jean-Pierre, Bruneau Audrey, Deborde Jonathan, Menet Florence, Munaron Dominique, Cuif Marion (2023). **Implantation de parc éoliens off-shore : caractérisation et suivi des contaminants chimiques. Recommandations Ifremer.** RBE-CCEM-ARC-2023.05* ». <https://archimer.ifremer.fr/doc/00840/95231/> ».

3 Compartiment « Habitats benthiques »

Dans la synthèse bibliographique relative à l'Occitanie, il semble que les données DCE ne soient pas exploitées pour ce compartiment. Il manque des informations sur les herbiers et les têtes de canyon. Il serait intéressant que la résolution des cartographies d'habitat soit présentée afin de pouvoir discuter de la fiabilité de celles-ci et de la probabilité de présence de substrats durs dans la zone d'étude.

Dans la synthèse bibliographique relative à PACA, pour les substrats meubles, les données DCE ne sont pas exploitées ainsi que les données de suivi environnemental du clapage du Grand port maritime à proximité de la zone d'étude. Pour l'herbier de posidonie et le coralligène, il faudrait vérifier si des données complémentaires sont présentées dans le projet Midi Provence. A titre d'information, il aurait été intéressant de mentionner la présence d'autres herbiers (zostères notamment) comme ceux de Carreau et du Golfe des Saintes Marie.

3.1 Protocole « Benthos de substrats meubles »

3.1.1 Partie parc

Comme pour le sédiment, il conviendrait d'apporter des justifications sur le fait de ne pas échantillonner la tête de canyon en zone 2.

Des précisions devraient être apportées sur l'équipe de benthologues, en particulier sur le contrôle qualité mis en place en cas d'intervention de différents spécialistes.

En terme de planning, l'équipe de benthologues pourra-t-elle absorber le volume d'échantillons produits dans les délais impartis ?

3.1.2 Partie raccordement

Il n'est prévu qu'une année de suivi pour la réalisation de l'état initial dans la partie raccordement, or nous préconisons la réalisation d'un état initial sur deux années avec au moins une saison échantillonnée. Par ailleurs la saison visée dans le protocole est septembre/octobre or nous préconisons de privilégier la fin d'hiver/début de printemps pour les habitats et peuplements benthiques si une seule saison est échantillonnée dans l'année.

Dans la mesure du possible, nous préconisons de mettre en cohérence les suivis de la zone de raccordement et de la zone de parc (même saisonnalité des campagnes, mêmes engins, même mode opératoire, etc.).

Si l'état initial doit contribuer ensuite à l'état de référence avant travaux, il faut d'ores et déjà prévoir des stations de référence, ce qui n'est pas le cas actuellement, en privilégiant une approche BAG (Before After Gradient), dans la mesure où l'influence des travaux d'ensouillage ou des enrochements sur les câbles posés sur les habitats benthiques est *a priori* assez localisée.

3.2 Protocole « Herbiers à posidonies »

Ce protocole ne concerne que la partie raccordement.

Il n'est prévu qu'une année de suivi pour la réalisation de l'état initial dans la partie raccordement, or nous préconisons la réalisation d'un état initial sur deux années avec au moins une saison échantillonnée.

Il est mentionné l'utilisation d'un sonar multifaisceaux. Il faudrait apporter des précisions sur l'objectif de cette investigation.

3.3 Protocole « Benthos de substrat dur coralligène »

Ce protocole ne concerne que la partie raccordement.

Il n'est prévu qu'une année de suivi pour la réalisation de l'état initial dans la partie raccordement, or nous préconisons la réalisation d'un état initial sur deux années avec au moins une saison échantillonnée.

3.4 Protocole « Roche infralittorale à algues photophiles »

Ce protocole ne concerne que la partie raccordement.

Il n'est prévu qu'une année de suivi pour la réalisation de l'état initial dans la partie raccordement, or nous préconisons la réalisation d'un état initial sur deux années avec au moins une saison échantillonnée.

3.5 Protocole « Roche médiolittorale »

Ce protocole ne concerne que la partie raccordement.

Il n'est prévu qu'une année de suivi pour la réalisation de l'état initial dans la partie raccordement, or nous préconisons la réalisation d'un état initial sur deux années avec au moins une saison échantillonnée.

Tout le protocole est basé sur l'indicateur CARLITT et est très bien décrit.

4 Compartiment « Qualité de l'eau »

Dans la synthèse bibliographique relative à l'Occitanie, il semble que l'oxygène et les concentrations en nutriments ne soient pas traitées. Pour la contamination chimique, il manque une revue des données du réseau RINBIO et notamment de l'état des lieux du suivi de 20 ans de contamination en Méditerranée (Bouchoucha et al 2021 et Briand et al 2023). Pour la contamination chimique, les contaminants émergents mériteraient d'être traités (Munsch et al 2021). Sur la base de la DCSMM, l'état de la contamination du milieu en déchets (descripteur D10) mériterait d'être traité.

Dans la synthèse bibliographique relative à PACA, Il semble que pour les paramètres oxygène dissous et turbidité les données ne soient pas présentées à l'échelle de l'étude. Pour la turbidité, les références aux données MESURHO pourraient être précisées. Comme pour l'Occitanie, les données RINBIO ne sont pas utilisées pour l'état de la contamination chimique. Pour la contamination chimique, les contaminants émergents mériteraient d'être traités (Munsch et al 2021). Sur la base de la DCSMM, l'état de la contamination du milieu en déchets (descripteur D10) mériterait d'être traité.

Les remarques sur les protocoles relatifs à la qualité de l'eau (volet contaminants chimiques) ont été formulées à la lumière de préconisations données dans le document « *Amouroux Isabelle, Grouhel Anne, Briant Nicolas, Gonzalez Jean-Louis, Bizzozero Lucie, Allenou Jean-Pierre, Bruneau Audrey, Deborde Jonathan, Menet Florence, Munaron Dominique, Cuif Marion (2023). Implantation de parc éoliens off-shore : caractérisation et suivi des contaminants chimiques.*

Recommandations **Ifremer.** RBE-CCEM-ARC-2023.05
<https://archimer.ifremer.fr/doc/00840/95231/> ».

4.1 Protocole dans la partie parc

Le protocole ne suit pas les préconisations de suivi d'un an minimum avec un échantillonnage deux fois par mois pendant la période productive (mars à octobre) et une fois par mois le reste de l'année.

Des précisions sont attendues sur le conditionnement des échantillons destinées aux analyses de pigments et MES car les filtrations ne sont pas détaillées (pour rappel les standards méthodologiques sont consultables dans Aminot et Kérouel 2004).

Il semble manquer l'analyse des composés organohalogénés absorbables sur charbon actif dans l'eau.

Pour le biomonitoring actif, il est mentionné un "triplicat de cages" par station. Est-ce qu'il s'agit de 3 cages sur la même ligne de mouillage? Il serait plus judicieux de réaliser 3 lignes de mouillage pour limiter le risque de perte.

Il est attendu des précisions sur les mesures biométriques, à savoir s'il s'agit de mesures individuelles ou sur des organismes poolés et leur nombre.

Pour l'interprétation des données relatives au biote, la comparaison aux données ROCCH n'est pas la meilleure approche car les différences méthodologiques des deux protocoles ne permettent pas une comparaison des données. Il serait judicieux de préférer une comparaison aux valeurs RINBIO et surtout de prendre en compte l'indice de condition.

Pour les DGT, il est attendu des précisions sur le déploiement et la récupération des échantillonneurs avant la période de caging (p25). Il est aussi attendu des précisions sur les types de DGT à utiliser car les membranes n'ont pas le même pouvoir d'absorption en fonction de leur matériau et des composés cibles (voir Amouroux et al. 2023).

Nous préconisons de cibler également les substances utilisées lors des travaux et pour l'exploitation du parc (ex : peinture anti-fouling, matériaux utilisés pour les installations, substances pouvant être libérées lors des travaux ou par les engins de maintenance, la protection cathodique, ...).

4.2 Protocole dans la partie raccordement

Le protocole ne suit pas les préconisations de suivi d'un an minimum avec un échantillonnage deux fois par mois pendant la période productive (mars à octobre) et une fois par mois le reste de l'année.

Il faudrait apporter des précisions sur la stratégie spatiale et notamment sur le choix de ne positionner les stations que dans le fuseau de raccordement.

Pour les DGT, quelle est la raison pour ne déployer qu'une seule campagne de mesure ?

Nous préconisons de cibler également les substances utilisées lors des travaux et pour l'exploitation du parc (ex : peinture anti-fouling, matériaux utilisés pour les installations, substances pouvant être libérées lors des travaux ou par les engins de maintenance, la protection cathodique, ...).

5 Compartiment « Qualité des sédiments »

Dans la synthèse bibliographique relative à l'Occitanie, l'état de contamination chimique du sédiment pourrait être complété par les données acquises lors de la campagne SUCHIMED 2021 (Briand et al 2022). Dans l'interprétation des données, un niveau de finesse pourrait être atteint en cherchant les stations sous influence d'apports anthropiques par normalisation des données et comparaison spatiale relative (Briand et al 2022). Dans l'interprétation des données, les seuils N1 et N2 ont été déterminés pour des sédiments portuaires dans le cas de dragage. Leur validité est limitée, il serait intéressant de comparer à d'autres valeurs seuils ou guides telles que ERL, BA, etc.

Dans la synthèse bibliographique relative à PACA, comme pour l'Occitanie, l'état de contamination chimique du sédiment pourrait être complété par les données acquises lors de la campagne SUCHIMED 2021 (Briand et al 2022). Les études sur la zone de clapage des sédiments dragués du Grand port maritime pourraient être prises en compte. Dans l'interprétation des données, un niveau de finesse pourrait être atteint en cherchant les stations sous influence d'apports anthropiques par normalisation des données et comparaison spatiale relative (Briand et al 2022). Dans l'interprétation des données, les seuils N1 et N2 ont été déterminés pour des sédiments portuaires dans le cas de dragage. Leur validité est limitée, il serait intéressant de comparer à d'autres valeurs seuils ou guides telles que ERL, BAC, etc.

Les remarques sur les protocoles relatifs à la qualité des sédiments (volet contaminants chimiques) ont été formulées à la lumière de préconisations données dans le document « *Amouroux Isabelle, Grouhel Anne, Briant Nicolas, Gonzalez Jean-Louis, Bizzozero Lucie, Allenou Jean-Pierre, Bruneau Audrey, Deborde Jonathan, Menet Florence, Munaron Dominique, Cuif Marion (2023). Implantation de parc éoliens off-shore : caractérisation et suivi des contaminants chimiques. Recommandations Ifremer. RBE-CCEM-ARC-2023.05* ». <https://archimer.ifremer.fr/doc/00840/95231/> ».

5.1 Protocole dans la partie parc

Il faudrait justifier davantage la localisation des stations de référence (position par rapport à la zone d'étude et distance).

Dans la zone 2, il faudrait justifier l'absence de prélèvement dans le faciès de vase compacte et molle en tête de canyon alors que cette zone a été identifiée comme sensible.

D'un point de vue pratique, la benne Van Veen (si elle ne dispose pas des volets permettant d'accéder au sédiment par le dessus) n'est probablement pas le meilleur moyen de prélèvement pour s'assurer d'accéder aux 10 premiers cm de sédiment. Le carottier-boîte doit être utilisé en priorité pour conserver l'intégrité de la colonne sédimentaire.

Le guide Aquaref est une bonne référence mais il y a des informations intéressantes également dans la norme ISO 5667-12.

Il conviendrait d'expliquer pourquoi la fraction granulométrique >2mm sera analysée à l'EPHE de Dinard et non par le laboratoire qui réalise l'analyse par granulo laser et donc qui nécessairement doit tamiser sur 2 mm.

Pour l'interprétation des données, le point d'attention sur les limites de validité des seuils N1 et N2 a déjà été soulevé. Les données obtenues pourront être comparées aux données existantes

tirées de ROCCHSed et de SUCHIMED 2021. Est-ce que la normalisation graphique des données a été envisagée pour faciliter l'interprétation des données ?

Nous préconisons de cibler également les substances utilisées lors des travaux et pour l'exploitation du parc (ex : peinture anti-fouling, matériaux utilisés pour les installations, substances pouvant être libérées lors des travaux ou par les engins de maintenance, la protection cathodique, ...).

5.2 Protocole dans la partie raccordement

Il manque des précisions sur les prélèvements en zone intertidale alors que le marnage est assez réduit en Méditerranée.

Il faudrait justifier le choix de ne pas échantillonner les étages supérieurs (adlittoral et supralittoral).

Il conviendrait de préciser la manière dont sera gérée la différence de surface échantillonnée entre l'intertidal et les autres stations.

Il manque des précisions sur la stratégie spatiale et notamment sur le fait de ne positionner les stations que dans le fuseau de raccordement.

Nous préconisons de cibler également les substances utilisées lors des travaux et pour l'exploitation du parc (ex : peinture anti-fouling, matériaux utilisés pour les installations, substances pouvant être libérées lors des travaux ou par les engins de maintenance, la protection cathodique, ...).

5.3 Kystes phytoplanctoniques

La méthode pour les kystes phytoplanctoniques est plutôt bien décrite, mais plusieurs points devraient être précisés :

- Les concentrations seront-elles calculées par gram sec ou humide ? Si sec, quelle est la méthode qui sera suivie ?
- La méthode de Yamaguchi et al. 1995 utilise des fluorochromes, cela sera-t-il le cas ici ?
- L'utilité et la source de la Figure 16 sont à clarifier.
- Quelles est la référence de la méthode « *Most Probable Number* » évoquée dans le texte ? Comment la dormance des kystes va-t-elle être évitée ?
- Comment le risque des kystes va-t-il être évalué ? Quels seuils vont être utilisés ?
- Toutes les espèces de kystes vont-elles être comptées ? Sinon, quelles espèces toxiques seront ciblées ?

6 Compartiment « Poissons, mollusques et crustacés »

6.1 Protocole relatif aux « Pêches scientifiques standardisées »

Des pêches scientifiques standardisées sont proposées afin d'établir un état des lieux des peuplements ichtyologiques avant la mise en place d'éoliennes.

Les protocoles proposés sont conformes aux recommandations de l'Ifremer en matière de prise en compte de la variabilité inter et intra annuelle.

Toutefois, il semble important de rappeler que ce type d'échantillonnage est mené chaque année en routine par la campagne MEDITS depuis 1994, en suivant un protocole standardisé et harmonisé à l'échelle de la Méditerranée : les 16 instituts de recherche participant aux campagnes MEDITS utilisent tous le même chalut et le même protocole de pêche pour garantir la comparabilité des données collectées.

Hors, le protocole de chalutage proposé n'est pas conforme au protocole MEDITS. Le chalut proposé, issu de la pêche commerciale, est différent de l'engin de prélèvement classiquement utilisé par la communauté scientifique, ce qui posera inévitablement question si les deux jeux de données doivent être comparés. Il est à noter que lors d'un projet récent (GoldYS), le chalut MEDITS pu être opéré à partir de bateaux professionnels, il n'y a donc aucun obstacle technique à le faire. Selon ce même protocole, les traînes durent 30 minutes en zone peu profonde (1h au-delà de 200m de fond), contre 20 min ici. La vitesse de traîne n'est pas spécifiée, ni l'ouverture verticale. En outre, aucun élément ne permet de savoir si les données relatives au contrôle de la géométrie du chalut (écartement des portes, ouverture verticale, ouverture horizontale) pourront être collectées lors des opérations de pêche, comme c'est le cas lors des prélèvements scientifiques standardisés de type MEDITS. En effet, ces données sont indispensables pour connaître les surfaces et volumes chalutés et pouvoir ainsi rapporter les captures à une unité d'effort (par exemple le volume d'eau échantillonné). D'ordinaires, des capteurs de types SCANMAR ou MARPORT sont utilisés pour collecter ces informations lors des opérations de pêche. Ces informations sont par ailleurs indispensables pour savoir si le chalut s'est comporté de manière conforme, et si le coup de pêche peut être validé.

Concernant le traitement de la capture, la liste d'espèces faisant l'objet de mesures de paramètres individuels (taille, poids, sexe et maturité) fait défaut. Le critère « espèce commerciale » peut être en effet interprété de manière floue sur le terrain, conduisant à une hétérogénéité de traitement de la capture non désirée. Le plus simple serait de systématiser les mesures de taille et de poids individuels, et d'établir a priori une liste de 20 à 40 espèces de poissons, crustacés et céphalopodes pour lesquels les sexe et stades de maturité seront collectés. Concernant les stades de maturité, il convient d'utiliser l'échelle WKMATCH recommandée par l'ICES.

Les outils proposés pour la collecte et l'archivage des données (papier & mesures a code barre) sont obsolètes, l'usage d'ichtyomètres électroniques de type BIGFIN ou GWALEEN, couplés à un système d'archivage informatique embarqué des données tel que le logiciel Allegro campagne développé au SIH serait à privilégier, d'autant que cela permettrait aux données collectées d'intégrer la base de donnée HARMONIE qui centralise, à l'échelle française, l'ensemble des données d'intérêt halieutique.

Enfin, il convient de rappeler qu'aucune garantie ne permet aujourd'hui de savoir si des prélèvements scientifiques au chalut pourront être effectués au sein des parcs une fois ceux-ci

[Observations de l'Ifremer sur les protocoles proposés pour la réalisation de l'état initial de l'environnement des zones 1 & 2 de projet de parcs éoliens en mer en Méditerranée \(AO6\) - 21.07.2023](#)

établis. Si c'est impossible, les données d'« état initial » collectées par ce présent protocole ne pourront être confrontées à aucun autre suivi après établissement des parcs.

6.2 Protocole « Sonar biométrique »

Le sonar biométrique proposé ne permet pas d'obtenir des données quantitatives et, dans le cas des suivis par écho-intégration, présentera des incertitudes concernant les estimations d'abondance, de biomasse et de taille moyenne des poissons pélagiques grégaires. L'estimation de la biomasse et de l'abondance nécessite l'utilisation d'équations de TS (target strength) spécifiques aux espèces pélagiques de la zone d'étude, qui, à notre connaissance, font défaut pour le sondeur FURUNO FS-3BB. De plus, en l'absence d'informations précises de la part du fabricant sur la méthodologie employée pour estimer les tailles, il est difficile d'évaluer la pertinence de ces estimations, d'autant plus que les écho-sondeurs scientifiques utilisés lors des campagnes acoustiques en Méditerranée par MEDIAS (Mediterranean International Acoustic Survey) sont beaucoup plus précis et offrent une meilleure granularité grâce à l'utilisation de sondeurs multifréquences à large bande, mais ne permettent pas encore de réaliser ce type de mesure sur des cibles individuelles.

En outre, des opérations de chalutage pélagique seraient nécessaires pour effectuer une classification précise des écho-traces observées. Par conséquent, l'utilisation de l'ADN environnemental ne permettrait pas d'obtenir des données quantitatives en raison des incertitudes concernant l'échelle spatiale des échantillons (c'est-à-dire l'ADN provenant de quelle taille moyenne de zone ?). Ainsi, étant donné l'incapacité à attribuer avec précision une espèce à chaque écho-trace (bancs), les estimations quantitatives de biomasse ou d'abondance seraient très incertaines. Avec le protocole proposé, il serait uniquement possible de réaliser une estimation semi-quantitative d'un indice d'abondance pour l'ensemble des poissons petits pélagiques, sans distinction entre les espèces. Cependant, cela permettrait de vérifier si les éoliennes flottantes ont un effet DCP (dispositif concentrateur de poissons) sur les poissons petits pélagiques.

6.3 Protocole « Méga-faune dont grands pélagiques »

Le document indique que la détection des grands pélagiques à partir du digital est très bonne. Or, pour les poissons pélagiques notamment, il nous semble que des progrès sont encore nécessaires. Est-ce que les performances de détection du digital (bonnes en Atlantique) sont les mêmes en Méditerranée ?

Il manque des informations sur les espèces ciblées. Le thon, qui est probablement l'espèce de grand pélagique principale dans la zone, montre par exemple des comportements d'agrégation en bancs auquel le document ne fait pas référence. Il manque des références aux travaux de l'Ifremer sur le sujet¹.

¹ Par exemple : Rouyer Tristan, Brisset B, Fromentin Jean-Marc (2020). **Update of the French aerial survey index of abundance for 2018**. *ICCAT Recueil de Documents Scientifiques / Collective Volume of Scientific Paper*, 76(2), 395-400. Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00615/72692/>

Bauer, R. K., Fromentin, J.-M., Demarcq, H., and Bonhommeau, S. 2017. Habitat use, vertical and horizontal behaviour of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the Northwestern Mediterranean Sea in relation to oceanographic conditions. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 141: 248–261

Les fauchées annoncées pour le visuel sont très inférieures à ce qui est fait par les scientifiques de l’Ifremer dans le cadre des campagnes de survols, alors que les vols des scientifiques se font à des altitudes plus basses que celles indiquées dans le protocole.

Il est indiqué dans le document qu’il n’y a « pas de biais observateur pour le digital ». Cette affirmation est vraie si le tout est parfaitement automatisé, ce qui ne nous semble pas acquis pour les grands pélagiques. Sinon l’observation nécessite une grande expérience pour déterminer les espèces.

Les photos ne permettent pas de capter les mouvements des individus. Or ce sont ces mouvements qui permettent de déterminer certaines espèces.

Si les images digitales sont analysées par plusieurs experts *a posteriori*, nous nous interrogeons sur le gain du digital par rapport au visuel.

Il y a très clairement des difficultés à détecter quand les conditions météo sont difficiles.

Il y a une saisonnalité des espèces dans la zone d’intérêt, mais aussi une variabilité d’un jour à l’autre. Avec une session par mois, il est possible que le jour choisi aucun individu ne soit observé. Comment cela est-il géré ?

Il faudra préciser les horaires des vols.

7 Compartiment « Phytoplancton »

L'identification et le décompte du phytoplancton sous microscope inversé ne permettent que de suivre le micro-phytoplancton. Ainsi, le compartiment du pico et du nano-phytoplancton n'est pas couvert par le protocole actuel. Il serait donc préférable de réaliser au minimum des mesures de chlorophylle-a fractionnées par classes de tailles. L'échantillon d'eau peut être filtré 1) à travers un seul filtre en fibre de verre (GF/F, taille nominale des pores 0,7 µm) pour obtenir une mesure globale des concentrations de chlorophylle et de phéopigments du phytoplancton, et 2) à travers une pile de filtres (filtres en polycarbonate GF/F, 3 µm et 20 µm) pour estimer les concentrations de chlorophylle et de phéopigments du pico, du nano et du micro-phytoplancton, respectivement.

De plus, pour une analyse plus précise des changements dans les communautés phytoplanctoniques, il serait pertinent de réaliser des mesures HPLC des pigments accessoires et d'estimer par la suite la composition des grands groupes taxonomiques par chemotaxonomie. La liste suivante de pigments peut être utilisée à cette fin : chl c3, chl c2, péridinine, 19'-butanoïloxyfucoxanthine, fucoxanthine, 19'-hexanoïloxyfucoxanthine, alloxanthine, zéaxanthine, chl b, prasinoxanthine et divinyl chl a.

En ce qui concerne les méthodes de traitement et d'analyse des données (section 3.2.2.3), une analyse des indices de diversité a été proposée, comprenant la richesse spécifique, l'indice de diversité de Shannon et de Simpson, ainsi que l'indice d'équitabilité de Pielou. Cependant, il convient de noter que ces indices ne permettent pas de détecter les changements dans la composition des communautés, car deux communautés différentes peuvent présenter les mêmes indices de diversité alpha.

Par conséquent, il serait judicieux de compléter ces analyses par un inventaire des espèces/groupes dominants dans chaque station. Cela permettrait d'identifier les espèces ou groupes qui ont une influence prédominante sur la structure de la communauté dans chaque station. En procédant à cet inventaire, il serait possible de mieux comprendre les variations dans la composition des communautés et d'obtenir une vision plus complète des changements qui se produisent.

En résumé, en plus des indices de diversité, il est recommandé d'effectuer un inventaire des espèces/groupes dominants dans chaque station afin d'obtenir une perspective plus complète sur la composition des communautés étudiées.

7.1 Protocole dans la partie parc

Pour les mesures de biomasse, il est attendu des clarifications car il semble qu'il y ait des mesures *in situ* et au laboratoire. Ceci est à mettre en cohérence avec le chapitre sur la qualité de l'eau.

Il est attendu des précisions :

- Sur la méthode d'étude de la composition taxonomique (volume prélevé, volume aliquoté, méthode d'observation) ;
- Sur l'équipe de taxonomiste en charge des déterminations, à savoir si ce sera la même équipe tout au long de l'étude, quelles sont leurs méthodes d'inter-comparaison ;
- Sur les protocoles d'analyses de MES et pigments (comme indiqué pour la qualité de l'eau).

Pour l'interprétation des données, il faudrait préciser s'il est prévu des analyses statistiques de communautés et si oui, lesquelles. Il conviendrait également de préciser si une approche par groupes fonctionnels est envisagée.

7.2 Protocole dans la partie raccordement

Il faudrait expliquer pourquoi le suivi est de 12 mois dans la zone de raccordement alors qu'il est de 24 mois dans la zone de parc. Il conviendrait également de justifier le choix de ne pas suivre la recommandation de suivi de la variabilité saisonnière (un prélèvement par mois et deux fois par mois en période productive).

8 Compartiment « Zooplancton »

Concernant l'équipement, il serait nécessaire de préciser le diamètre du WP2 qui sera utilisé (serait-ce un diamètre de 57 cm, similaire aux campagnes PELMED ?). De plus, il serait important de savoir si le débitmètre sera équipé d'une bille anti-retour. Cette information est essentielle, surtout pour l'échantillonnage vertical, où seule la phase de virage est utilisée pour la capture du zooplancton.

L'utilisation d'un filet WP2 pour l'échantillonnage vertical (impliquant de faibles volumes d'eau filtrés et une vitesse de filage lente) avec une maille de 200 μm n'est pas adaptée à l'échantillonnage de l'ichtyoplancton. Pour une analyse quantitative de l'ichtyoplancton, l'utilisation d'un filet bongo avec une maille de 500 μm serait plus appropriée. Il conviendrait donc de préciser que l'analyse de l'ichtyoplancton avec le filet WP2 sera de type qualitatif.

Ainsi, le filet WP2 utilisé permettra d'obtenir des informations sur la présence et la composition de l'ichtyoplancton, mais ne permettra pas de quantifier de manière précise les populations d'ichtyoplancton.

Par ailleurs, il est précisé que l'identification du zooplancton sera effectuée jusqu'aux groupes d'intérêt tels que les copépodes, les chaetognathes, les larves de décapodes, les larves de cirripèdes, les œufs et les larves de poissons (ichtyoplancton) et les larves de polychètes. Cependant, qu'en est-il des autres groupes qui composent le méso-zooplancton tels que les amphipodes, les appendiculaires, les salpes, les siphonophores, les cténophores, les euphausiacés et les ptéropodes ? Cette liste est-elle exhaustive ?

Il serait nécessaire de préciser si tous les organismes du zooplancton seront identifiés au niveau de l'espèce lorsque les critères pertinents sont observables au microscope optique. Étant donné que les copépodes constituent le groupe le plus diversifié du méso-zooplancton, il serait approprié de spécifier qu'une analyse détaillée de la composition des copépodes sera réalisée, y compris des informations sur les stades de développement et le sexe lorsque cela est possible. Cela permettrait d'obtenir une meilleure compréhension de la diversité et de la structure des populations de copépodes dans l'échantillon étudié.

En ce qui concerne les méthodes de traitement et d'analyse des données (section 4.2.2.2), une analyse des indices de diversité a été proposée, incluant la richesse spécifique, l'indice de diversité de Shannon et de Simpson, ainsi que l'indice d'équitabilité de Pielou. Cependant, il convient de noter que ces indices ne permettent pas de prendre en compte les changements dans la composition des communautés, car deux communautés peuvent présenter les mêmes indices de diversité alpha tout en ayant des structures différentes.

Par conséquent, il serait pertinent de compléter ces analyses par un inventaire des espèces/groupes dominants dans chaque station. Cela permettrait d'identifier les espèces ou groupes qui ont une influence prédominante sur la structure de la communauté dans chaque station. En réalisant cet inventaire, il serait possible de mieux comprendre les variations dans la composition des communautés.

De plus, il est recommandé de calculer les indices de diversité en considérant l'ensemble de la communauté zooplanctonique, puis de les calculer spécifiquement pour les copépodes dans un deuxième temps. Les copépodes étant un groupe zooplanctonique très diversifié, cela permettrait d'obtenir des informations plus détaillées sur ce groupe en particulier.

Il conviendrait de remplacer le terme « abondance » par « densité » dans ce contexte, car l'abondance se réfère au nombre total d'individus dans une zone donnée, tandis que la densité représente le nombre d'individus par unité de surface ou de volume. Dans ce cas, les résultats obtenus seront exprimés en nombre d'individus par m³, ce qui correspond à des mesures de densité plutôt qu'à des mesures d'abondance.

8.1 Protocole dans la partie parc

Comme pour le phytoplancton, il conviendrait de préciser la composition de l'équipe de taxonomistes ainsi que la procédure d'inter-comparaison dans l'éventualité de l'intervention de plusieurs personnes.

Pour l'interprétation des données, il faudrait préciser si des analyses statistiques de communautés sont prévues et si oui lesquelles. Il conviendrait également de préciser si une approche par groupes fonctionnels est envisagée.

8.2 Protocole dans la partie raccordement

Il faudrait expliquer pourquoi le suivi est de 12 mois dans la zone de raccordement alors qu'il est de 24 mois dans la zone de parc.