RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

OFB
OFFICE FRANÇAIS DE LA BIODIVERSITÉ

Note

Compléments de discussion : apports et limites des données d'observations de la mégafaune marine analysées dans l'Etude bibliographique environnementale du Projet d'éoliennes flottantes en Méditerranée, MTES, juin 2021, 82 pp. + annexes

19/10/2021

Sommaire

I. Mise en contexte 2
I.1 Avantages et limitations des données d'observation de la mégafaune marine par avion et bateau 2
I.2 Rappel des données analysées dans le cadre de l'étude bibliographique 4
II. Distribution spatiale de l'effort d'observation dans le golfe du Lion 5
II.1 Caractéristiques spatiales des données analysées 5
II.2 Éléments de discussion 7
III. Distribution temporelle de l'effort d'observation dans le golfe du Lion 11
III.1 Caractéristiques temporelles des données analysées 11
III.2 Éléments de discussion 12
IV. Discussion générale 13
Références 15

Liste des acronymes

ASI	ACCOBAMS Survey Initiative
EFGL	Projet pilote de ferme éolienne « les Eoliennes Flottantes du Golfe du Lion »
GDEGeM	Projet Grand Dauphin Etude et Gestion en Méditerranée
PGL	Projet pilote de ferme éolienne « Provence Grand Large »
PNMGL	Parc naturel marin du golfe du Lion

La présente note a pour objectif d'apporter des éléments de discussion complémentaires, nécessaires à l'interprétation des cartes de risques d'effets produites dans le cadre de l'étude bibliographique environnementale du projet de parcs commerciaux d'éoliennes flottantes en Méditerranée.
Plus particulièrement, cette note vise, dans sa première partie, à apporter des compléments d'information à l'étude bibliographique sur les **avantages et limites des données d'observation de la mégafaune marine** (ici restreinte aux cétacés et oiseaux marins) qui ont été analysées, et pour lesquelles les auteur.e.s ont déjà formulé des précautions à prendre quant à leur interprétation. En deuxième et troisième parties, ces éléments permettent notamment la discussion des **taux de rencontres** calculés à partir des données de campagnes d'observation en mer, au regard des emprises spatiales et temporelles de ces dernières.
Certains paragraphes, extraits directement de l'étude bibliographique, sont rapportés en bleu dans le corps du texte.

I. Mise en contexte

I.1 Avantages et limites des données d'observation de la mégafaune marine par avion et bateau

La collecte d'informations relatives à la distribution spatiale et temporelle de la mégafaune marine (notamment oiseaux et mammifères marins), à l'échelle de la communauté, repose sur l'acquisition de données à la fois :

- sur une grande surface, en lien avec le caractère mobile de ces espèces ;
- dans un temps suffisamment court pour garantir la cohérence des observations acquises au sein d'une même zone (conditions météorologiques homogènes, mêmes saison et année, évitement de comptages répétés d'individus mobiles, etc., e.g. Forcada et al. 2004, Dorémus et al. 2020) ;
- sur des périodes représentatives de l'utilisation de l'habitat – en surface - par chaque espèce (ex : variations saisonnières, phénologie, etc.) ;
- à un niveau de précision permettant de renseigner au mieux et de façon exhaustive le taxon observé (groupe ou famille d'espèces voire espèce), la taille des groupes détectés, ou encore le comportement des individus en mer.

Pour répondre à cela, diverses campagnes d'acquisition de données en mer ont été conduites par bateau et avion, selon le protocole standardisé de transects de ligne (*line transect*, souvent associé à du *distance sampling*: toutes les observations réalisées sont recueillies, de pair avec une estimation de la distance de l'observation au transect, Buckland et al. 2001).

Potentiels d'analyse
Ces protocoles d'observation standardisés ont permis une homogénéisation croissante des données acquises et offrent plusieurs possibilités d'analyses, renseignant entre autres le taux de rencontre (nombre d'observations -ou d'individus observés- par unité de longueur ; e.g. Étude bibliographique environnementale EOS, 2021), la densité relative (nombre d'individus par unité de surface ; e.g. Laran et al. 2017) ou encore permettant le développement de modèles d'habitat et l'estimation de densités (densités prédites en fonction des caractéristiques et conditions environnementales, en-dehors des zones effectivement prospectées ; e.g. Lambert et al. 2017, Cañadas et al. 2018, Laran et al. 2021).
Lorsque les directions de déplacement, les comportements, les classes d'âges des individus observés peuvent être renseignés, ces données offrent de nombreuses possibilités d'analyse nous informant ainsi sur l'utilisation de l'habitat et ses fonctionnalités par/pour les espèces observées (e.g. Di-Méglio et al. 2015).

Représentativité des données – vision écologique
Les observations en mer (campagnes aériennes ou maritimes) sont exploitables lorsqu'elles sont acquises en bonnes conditions de détection (luminosité, état de mer, météo, caractéristiques de la plateforme d'observation, etc.). En ce sens, les observations acquises ne permettent pas de renseigner la présence et distribution des oiseaux et mammifères la nuit, ou encore en conditions météorologiques défavorables. Il existe donc une information partielle sur la distribution des individus en mer, sur base unique des données de campagnes visuelles.

Les acquisitions de données visuelles en mer sont soumises à la probabilité de rencontre d'individus, qui est

relativement faible pour certaines espèces peu communes, ou dont le comportement engendre une probabilité de rencontre faible. Ceci est le cas des espèces de cétacés grands plongeurs (e.g. cachalot *Physeter macrocephalus*, baleine à bec de Cuvier *Ziphius cavirostris* ; Soto et al. 2006), peu présentes (et détectables) en surface - relativement au temps passé en plongée. Ainsi, les observations visuelles issues des campagnes maritimes et aériennes sont reconnues comme biaisées et sous-représentatives de la présence et distribution des espèces de grands plongeurs (Dorémus et al. 2020), et ce d'autant plus pour les campagnes aériennes du fait de la vitesse de déplacement plus élevée de la plateforme d'observation. Par ailleurs, le nombre limité d'observations de cétacés grands plongeurs restreint les possibilités d'analyse. Enfin, les observations en surface ne renseignent donc que partiellement l'utilisation de l'habitat par ces espèces.

Lors des campagnes aériennes notamment, il est parfois impossible d'identifier un ou plusieurs individus au niveau de l'espèce (par exemple pour les petits delphininés ou les petits puffins). L'analyse des données et les cartes qui en découlent peuvent alors regrouper des espèces au statut de conservation différent, pour lesquelles une approche par espèce serait particulièrement pertinente, et engendre ainsi des limitations d'interprétation (Pettex et al. 2017a, Dorémus et al. 2020).

Les campagnes aériennes présentent l'avantage de couvrir de grandes surfaces en un temps limité ; en cela, les observations consistent en une vision « instantanée » (Dorémus et al. 2020) de la distribution des individus en mer. De façon générale, une même campagne maritime ou aérienne est menée à une échelle temporelle qui ne permet pas de rendre compte de l'activité diurne des espèces observées, alors que cette dernière peut varier au fil des heures, comme par exemple la recherche de nourriture en mer chez les oiseaux marins (Comm. pers. 2021).

Les limites relatives à la distribution spatiale et temporelle des campagnes d'acquisition maritimes et aériennes sont décrites plus en détail dans les parties II et III de cette note.

I.2 Rappel des données analysées dans le cadre de l'étude bibliographique[1]

Les campagnes dont sont issus les jeux de données utilisés pour la production des cartes de taux de rencontre des oiseaux marins et mammifères marins (annexe 5 de l'étude bibliographique environnementale ; Ministère de la Transition écologique, 2021) sont rappelées dans le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1: Provenance des jeux de données utilisés pour le calcul des taux de rencontre des oiseaux marins et mammifères marins dans l'étude bibliographique environnementale (Ministère de la Transition écologique, 2021).

Composante écologique	Jeu de données – organisme(s) référent(s)	Emprise spatiale dans la partie marine de la zone du débat[2]	Emprise temporelle
Mammifères et oiseaux marins	Campagnes aériennes SAMM1 – Observatoire PELAGIS - UMS3462 (Université de La Rochelle – CNRS) / OFB	Plateau continental du golfe du Lion et talus	Hiver 2011/12 et été 2012
	Campagnes aériennes SAMM2 - Observatoire PELAGIS – UMS 3462 (Université de La Rochelle – CNRS) / OFB	Plateau continental du golfe du Lion et talus	Hiver 2019
	Campagne aérienne ACCOBAMS Survey Initiative – ACCOBAMS	Plateau continental du golfe du Lion et talus	Été 2018
	Campagnes aériennes du parc éolien pilote Eolmed-Gruissan – Quadran et du parc éolien pilote les Eoliennes Flottantes du Golfe du Lion - ENGIE	Zone élargie du site des futures fermes pilote, nord-ouest du golfe du Lion sur le plateau continental	2017, hiver 2017-2018
	Campagnes maritimes du parc éolien pilote Eolmed-Gruissan - Quadran	Site de la future ferme pilote, nord-ouest du golfe du Lion sur le plateau continental	2017
	Campagnes maritimes du parc éolien pilote les Eoliennes Flottantes du Golfe du Lion - ENGIE	Site de la future ferme pilote, ouest du golfe du Lion sur le plateau continental	Printemps à automne 2017, et hiver 2017-2018
	Campagnes aériennes du parc éolien pilote Provence Grand Large – EDF Renouvelables	Zone élargie du site de la future ferme pilote, ouest du golfe du Lion sur le plateau continental	Hiver 2013
	Campagnes maritimes du parc éolien pilote Provence Grand Large – EDF Renouvelables	Site de la future ferme pilote, nord-est du golfe du Lion sur le plateau continental	2013
	Suivis bisannuels (campagnes maritimes) du Parc naturel marin du golfe du Lion	Périmètre du Parc naturel marin du golfe du Lion	Printemps et automne 2018
	Suivis bisannuels (campagnes maritimes) du Parc naturel marin du golfe du Lion	Bande 0 –20 MN au sein du périmètre du Parc naturel marin du golfe du Lion	2019 – 2020 ; Printemps et automne
	Campagne PELMED – EcoOcéan Institut / Ifremer	Plateau continental et talus du golfe du Lion	Eté 2011
Mammifères marins	Projet GDEGeM - Grand Dauphin Étude et Gestion en Méditerranée – GIS3M / EcoOcéan Institut / Breach	Plateau continental du golfe du Lion	2013 - 2015
	Campagne TURSMED – MIRACETI	Nord et Est du golfe du lion, zone côtière	2020

[1] Données listées p.26 (oiseaux marins) et p.41 (mammifères marins) de l'étude bibliographique environnementale.
[2] Certains jeux de données ayant une emprise plus large que la zone du débat, nous ferons mention uniquement de leur emprise spatiale au sein de la zone d'intérêt (partie marine de la zone du débat, présentée p.4 de l'étude bibliographique environnementale.

II. Distribution spatiale de l'effort d'observation dans le golfe du Lion

II.1 Caractéristiques spatiales des données analysées

Les figures 1 à 4 représentent les transects en effort des campagnes maritimes (figures 1 et 3) et aériennes (figures 2 et 4), distinctement en deux périodes de 5 ans afin de permettre une meilleure lisibilité des cartes (soit 2011-2015 / figures 1 et 2, et 2016-2020 / figures 3 et 4).
Ces représentations permettent une visualisation globale de l'effort d'observation dans la zone, dont la répartition spatiale et temporelle est discutée dans les paragraphes suivants. Notons que les campagnes aériennes offrent une large couverture spatiale du plateau continental et du talus dans les deux périodes considérées, et que les suivis aériens sur les zones élargies des sites d'éoliennes pilotes informent respectivement la partie Est (période 2011-2015) et Ouest (période 2016-2020) du golfe du Lion. L'effort des campagnes maritimes est majoritairement porté dans les zones côtières, et ne renseigne pas le centre du plateau continental dans la période 2016-2020.

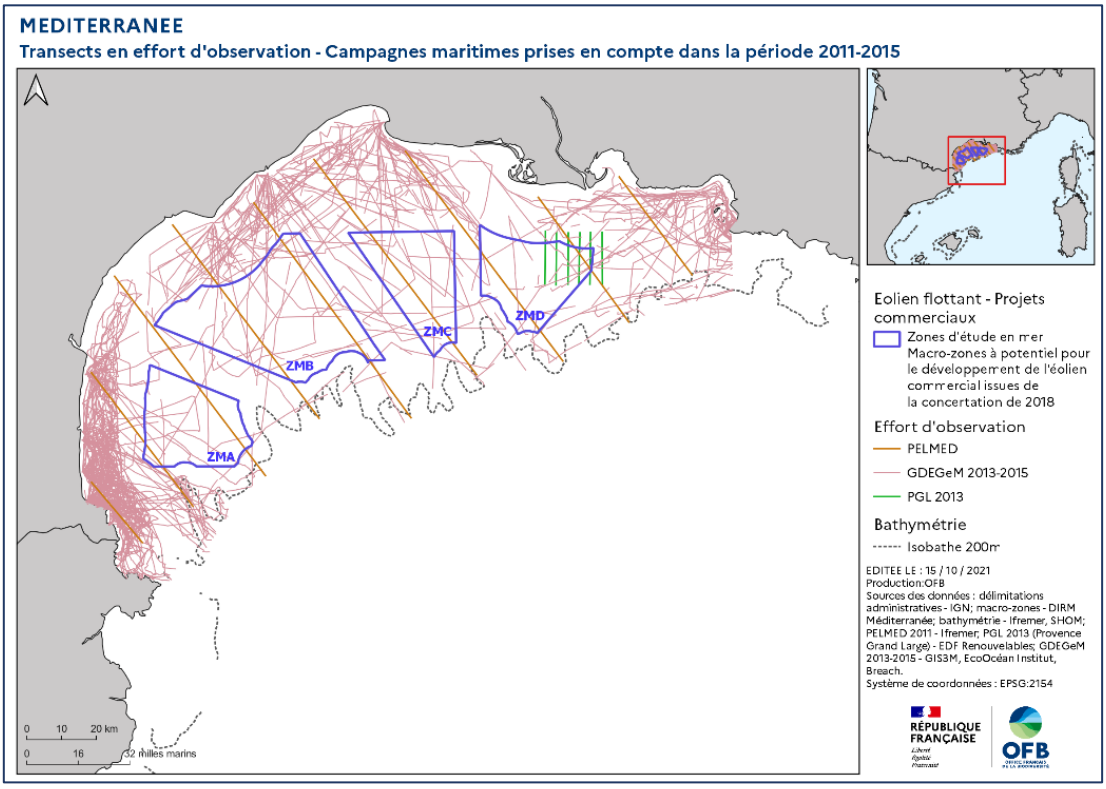

Figure 1 : Carte des transects en effort des campagnes maritimes utilisées dans l'étude bibliographique environnementale, menées entre 2011 et 2015.

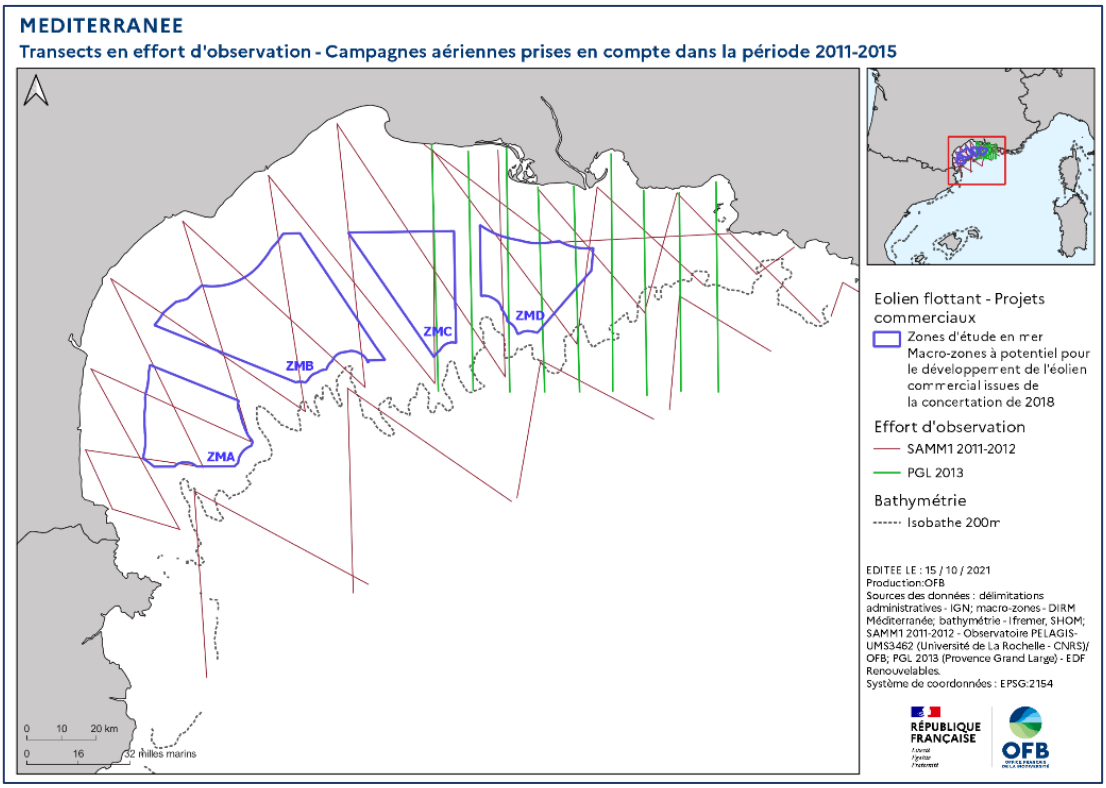

Figure 2 : Carte des transects en effort des campagnes aériennes utilisées dans l'étude bibliographique environnementale, menées entre 2011 et 2015.

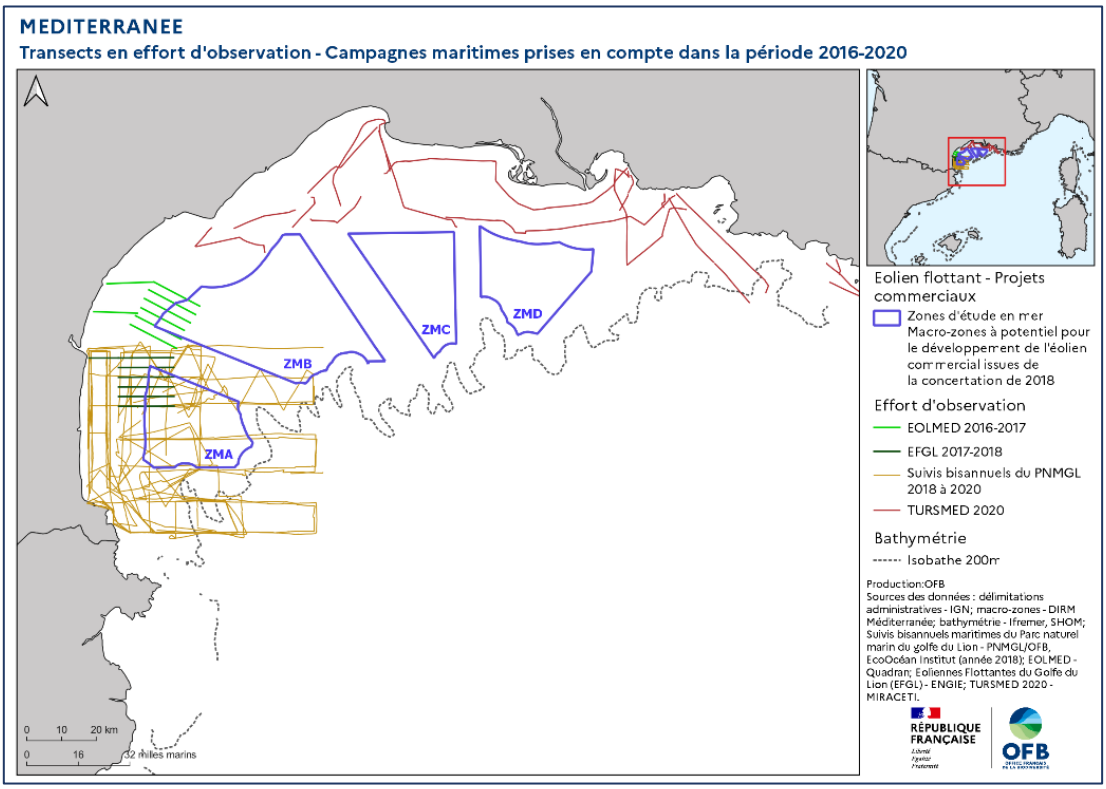

Figure 3 : Carte des transects en effort des campagnes maritimes utilisées dans l'étude bibliographique environnementale, menées entre 2016 et 2020.

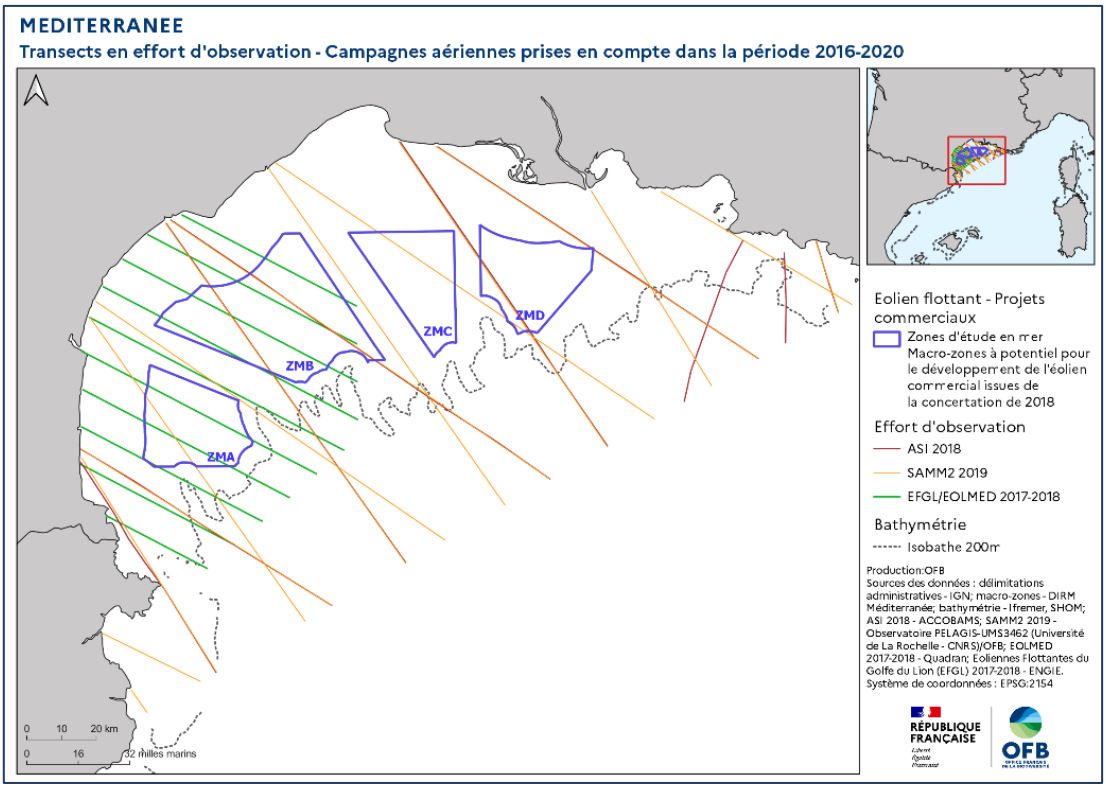

Figure 4 : Carte des transects en effort des campagnes aériennes utilisées dans l'étude bibliographique environnementale, menées entre 2016 et 2020.

II.2 Éléments de discussion

- Extrait pp. 99, 103 de l'étude bibliographique environnementale :
  Les données d'observations de mammifères et d'oiseaux marins issues des campagnes en mer ont été agrégées à partir de jeux de données indépendants, produits à partir de plateformes et de plans d'échantillonnages différents. Si les protocoles sont standardisés et permettent de réunir ces jeux de données, il faut noter que l'effort d'observation (nombre de kilomètres parcourus) qui résulte de l'agrégation est hétérogène, à la fois spatialement et temporellement, sur la zone d'étude. Certains secteurs côtiers ont ainsi été échantillonnés régulièrement, sur plusieurs années et à fine échelle, dans ce cas l'effort d'observation est élevé. Par contre, les secteurs les plus océaniques du golfe du Lion ont été échantillonnés lors de campagnes à grande échelle avec peu de répétition, l'effort d'observation est plus faible. L'indice de confiance des cartes d'enjeux et de risques d'effets peut donc s'exprimer en nombre de kilomètres d'effort réalisés au sein de chaque maille dans la carte d'incertitude présentée ci-dessous. Plus l'effort est important, plus le taux de rencontre calculé est robuste et proche de la réalité.

L'étude bibliographique rapporte en annexes 4 et 5 (pp. 99 et 104) les cartes d'incertitude liée à l'effort d'observation, pour les oiseaux marins (figure 5), mammifères marins (figure 6) et Grand dauphin (figure 7). L'effort d'observation cumulé par cellule (maille de 3 km x 3 km) est catégorisé en 9 ou 10 classes.

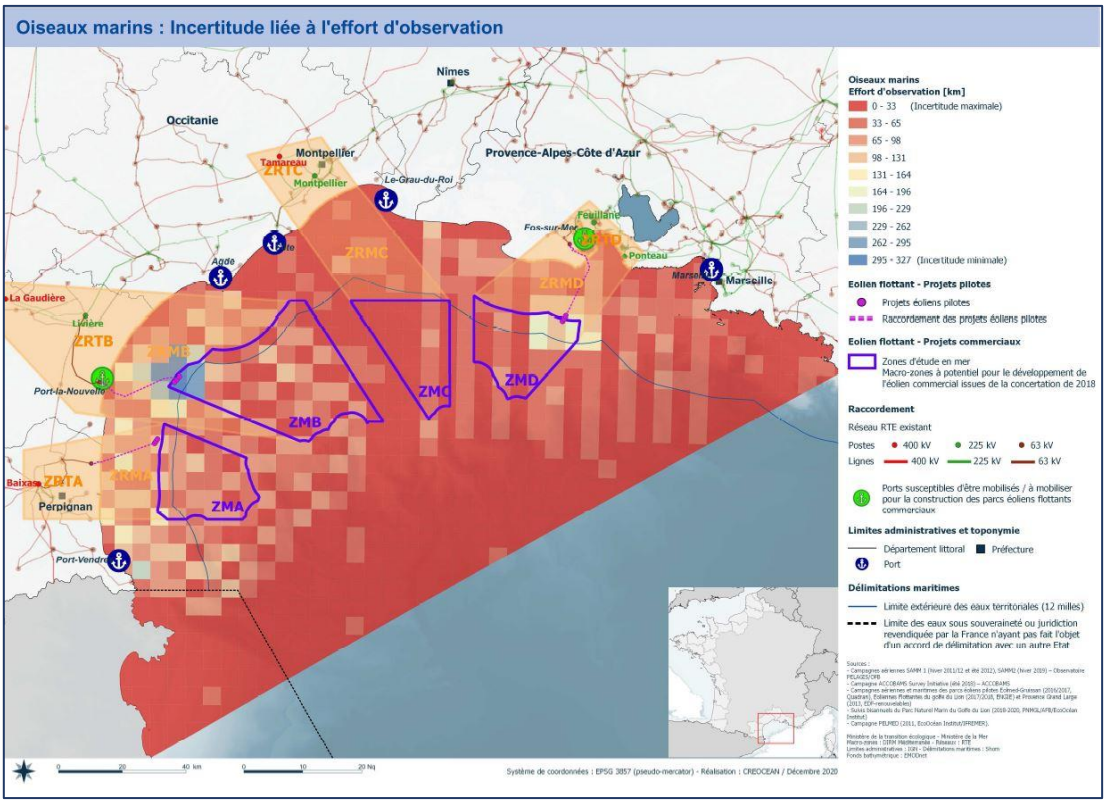

Figure 5 : Carte d'incertitude liée à l'effort d'observation pour les oiseaux marins, extraite de l'étude bibliographique environnementale (Ministère de la Transition écologique, 2021, annexe 4 p.99).

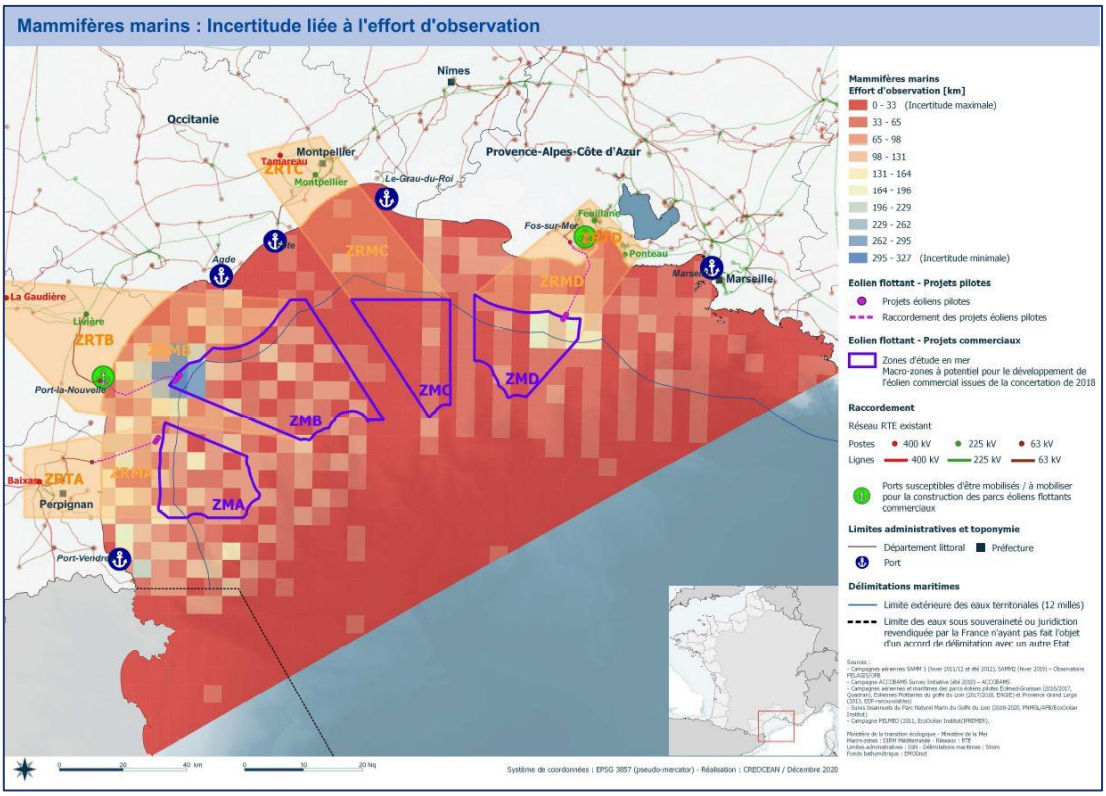

Figure 6 : Carte d'incertitude liée à l'effort d'observation pour les mammifères marins, extraite de l'étude bibliographique environnementale (Ministère de la Transition écologique, 2021, annexe 5 p.104).

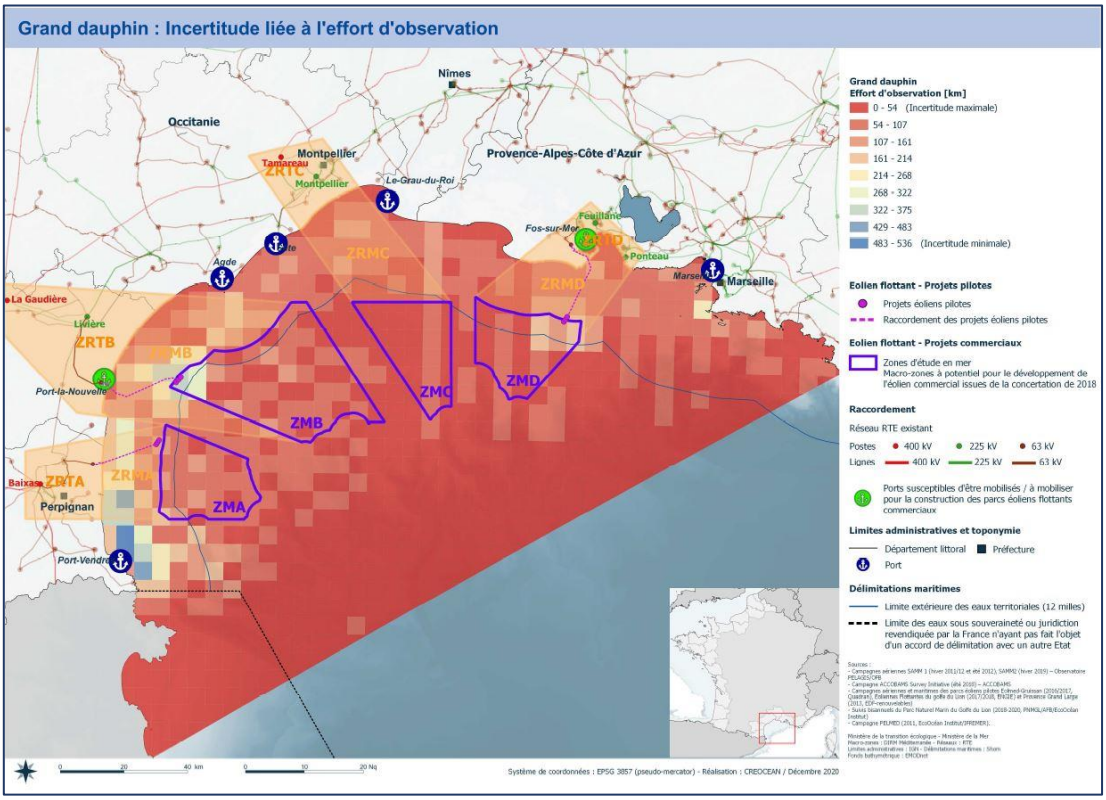

Figure 7 : Carte d'incertitude liée à l'effort d'observation pour le Grand dauphin, extraite de l'étude bibliographique environnementale (Ministère de la Transition écologique, 2021, annexe 5 p.104).

L'effort d'observation linéaire par cellule (maille de 3 km x 3 km), représenté dans ces cartes, est traduit dans les tableaux 2 à 4 en couverture spatiale cumulée de la cellule (unité de surface et pourcentage). Ces résultats sont à considérer à **titre indicatif**, car ne sont pas pris en compte :

- le potentiel recoupement spatial des transects (issus d'une même campagne ou de campagnes différentes ; il s'agit donc bien d'un effort cumulé) ;
- les largeurs effectives (distance à la plateforme d'observation pour laquelle la probabilité de détection des individus présents est de 50%, Dorémus et al. 2020) propres à chaque campagne (plateforme d'observation, observateur, etc.) et espèce (comportement, taille, etc.).

Ainsi, les largeurs effectives considérées sont par convention 200 m pour les oiseaux marins (ACCOBAMS 2018, Dorémus et al. 2020) et 500 m pour les cétacés (ACCOBAMS 2018), soit une bande d'observation le long des transects, respectivement de 400 m et 1 km.

Ainsi, les deux premières classes inférieures de l'effort linéaire en km correspondent approximativement, pour les oiseaux marins, à une couverture par cellule inférieure à 2,9%. La première classe inférieure de l'effort linéaire pour les mammifères marins et Grand dauphin correspond, respectivement, à moins de 3,7% et 6,0% de couverture.

Les cellules et zones les plus couvertes par les campagnes d'observation correspondent donc : à large échelle, au plateau continental ; à méso-échelle, aux zones élargies des fermes éoliennes pilotes ; et à fine échelle, aux suivis du Parc naturel marin du golfe du Lion et des sites des fermes pilotes (campagnes maritimes).

Les classes d'incertitude minimale, qui correspondent aux classes supérieures d'effort linéaire, sont traduites en des pourcentages de couverture supérieurs à 10% pour les oiseaux marins, et à 30% pour l'ensemble des mammifères marins, voire 50% pour le Grand dauphin. Ces zones les mieux renseignées (en bleu foncé) sont très peu nombreuses.

La zone centrale du plateau continental ainsi que la zone du talus du golfe du Lion sont les moins renseignées par les campagnes d'observations, quelles que soient les composantes étudiées (oiseaux marins, mammifères marins ou Grand dauphin).

Tableau 2 : Estimation de l'effort surfacique et du pourcentage de couverture de la carte d'incertitude liée à l'effort d'observation pour les oiseaux marins, rapportée dans l'étude bibliographique (Annexe 4, p.99). Ces estimations sont basées sur le choix arbitraire d'une largeur de prospection de 200 m de part et d'autre de la plateforme d'observation (ex : protocole d'observation des oiseaux marins – ASI, ACCOBAMS 2021), soit une bande de 0,4 km le long des transects réalisés. Les cellules des cartes d'incertitude sont de dimension 3 km x 3 km, soit 9 km².

Oiseaux marins – Effort d'observation linéaire [3] (km)	**Effort surfacique estimé (km²)**	**Pourcentage de couverture de chaque cellule en effort (%)**
0 - 33 (Incertitude maximale)	0 - 13,2	0 - 1,5
33 - 65	13,2 - 26,0	1,5 - 2,9
65 – 98	26,0 - 39,2	2,9 - 4,4
98 – 131	39, 2 - 52,4	4,4 - 5,8
131 - 164	52,4 - 65,6	5,8 - 7,3
164 – 196	65,6 - 78,4	7,3 - 8,7
196 – 229	78,4 - 91,6	8,7 - 10,2
229 – 262	91,6 - 104,8	10,2 -11,6
262 – 295	104,8 - 118,0	11,6 - 13,1
295 – 327 (Incertitude minimale)	118,0 - 130,8	13,1 - 14,5

Tableau 3 : Estimation de l'effort surfacique et du pourcentage de couverture des cellules de la carte d'incertitude liée à l'effort d'observation pour les mammifères marins, rapportée dans l'étude bibliographique (Annexe 4, p.104). Ces estimations sont basées sur le choix par convention d'une largeur efficace de détection de 500 m de part et d'autre de la plateforme d'observation (ex : protocole d'observation des mammifères marins – ASI, ACCOBAMS 2021), soit une bande de 1 km le long des transects réalisés. Les cellules des cartes d'incertitude sont de dimension 3 km x 3 km, soit 9 km².

Mammifères marins – Effort d'observation[4] (km)	**Effort surfacique estimé (km²)**	**Pourcentage de couverture de chaque cellule en effort (%)**
0 - 33 (Incertitude maximale)	0 - 33	0 - 3,7
33 - 65	33 - 65	3,7 - 7,2
65 – 98	65 – 98	7,2 - 10,9
98 – 131	98 – 131	10,9 - 14,6
131 - 164	131 - 164	14,6 - 18,2
164 – 196	164 – 196	18,2 - 21,8
196 – 229	196 – 229	21,8 - 25,4
229 – 262	229 – 262	25,4 - 29,1
262 – 295	262 – 295	29,1 - 32,8
295 – 327 (Incertitude minimale)	295 – 327	32,8 - 36,3

[3] Issu de la légende de la carte « Oiseaux marins : Incertitude liée à l'effort d'observation » p.99 de l'étude bibliographique environnementale.
[4] Issu de la légende de la carte « Mammifères marins : Incertitude liée à l'effort d'observation » p.104 de l'étude bibliographique environnementale.

Tableau 4: Estimation de l'effort surfacique et du pourcentage de couverture des cellules de la carte d'incertitude liée à l'effort d'observation pour le Grand dauphin, rapportée dans l'étude bibliographique (Annexe 4, p.104). Ces estimations sont basées sur le choix par convention d'une largeur efficace de détection de 500 m de part et d'autre de la plateforme d'observation (ex : protocole d'observation des mammifères marins – ASI, ACCOBAMS 2021), soit une bande de 1 km le long des transects réalisés. Les cellules des cartes d'incertitude sont de dimension 3 km x 3 km, soit 9 km².

Grand dauphin – Effort d'observation[5] (km)	Effort surfacique estimé (km²)	Pourcentage de couverture de chaque cellule en effort (%)
0 - 54 (Incertitude maximale)	0 - 54	0 - 6,0
54 – 107	54 – 107	6,0 - 11,9
107 – 161	107 – 161	11,9 - 17,9
161 – 214	161 – 214	17,9 - 23,8
214 – 268	214 – 268	23,8 - 29,8
268 – 322	268 – 322	29,8 - 35,8
322 – 375	322 – 375	35,8 - 41,7
429 – 483	429 – 483	41,7 - 53,7
483 – 536 (Incertitude minimale)	483 – 536	53,7 - 59,6

III. Distribution temporelle de l'effort d'observation dans le golfe du Lion

III.1 Caractéristiques temporelles des données analysées

Le tableau 5 répertorie la répartition temporelle de l'effort d'observation au cours des campagnes prises en compte dans les analyses de l'étude bibliographique environnementale.
Les campagnes elles-mêmes s'échelonnent annuellement de 2011 à 2020. Le nombre total de campagnes (aériennes et maritimes confondues) par mois est de 8 en moyenne (écart-type : 1,5). La répartition temporelle des campagnes tout au long de l'année est relativement homogène (coefficient de variation : 0,2), avec cependant le nombre le plus élevé en juin (tableau 5) et minimal en avril, octobre et décembre (6 campagnes). Les campagnes maritimes contribuent à l'effort d'observation de façon moindre en hiver (5), mais davantage en juin (9). Les mois d'avril, puis de septembre à décembre n'ont été renseigné qu'une seule fois par une campagne aérienne.

[5] Issu de la légende de la carte « Grand dauphin : Incertitude liée à l'effort d'observation » p.104 de l'étude bibliographique environnementale.

Tableau 5: Mois en effort par campagne (aérienne ou maritime) dans le golfe du Lion : en bleu, les mois au cours desquels un effort d'observation a été fourni ; en blanc, les mois pour lesquels il n'y a pas eu d'effort d'observation, relativement à chaque campagne.

		Emprise temporelle (année, mois)											
Jeu de données	**Année**	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Campagne PELMED	2011						■	■					
Campagnes aériennes SAMM 1	2011											■	■
Campagnes aériennes SAMM 1	2012	■	■	■		■	■	■	■				
Projet GDEGeM	2013		■			■	■	■	■	■	■	■	■
Campagnes maritimes PGL	2013	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Campagnes aériennes PGL	2013	■	■	■									
Projet GDEGeM	2014	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Projet GDEGeM	2015		■	■		■	■						
Campagnes maritimes EOLMED	2016									■	■	■	■
Campagnes maritimes EOLMED	2017	■	■	■	■	■	■	■	■				
Campagnes maritimes EFGL	2017				■	■	■	■	■	■	■	■	■
Campagnes aériennes EOLMED et EFGL	2017			■	■	■	■	■	■	■	■		
Campagnes aériennes EOLMED et EFGL	2018	■	■										
Campagnes maritimes EFGL	2018	■		■									
Campagne aérienne ASI	2018							■	■				
Suivis bisannuels maritimes du PNMGL	2018				■							■	
Campagnes aériennes SAMM2	2019	■	■										
Suivis bisannuels maritimes du PNMGL	2019					■	■					■	
Suivis bisannuels maritimes du PNMGL	2020	■					■						
Campagne TURSMED	2020									■			
Nombre par mois de campagnes maritimes avec effort		5	5	5	5	7	9	6	5	6	5	7	5
Nombre par mois de campagnes aériennes avec effort		4	4	3	1	2	2	3	3	1	1	1	1
Nombre total par mois de campagnes avec effort		**9**	**9**	**8**	**6**	**9**	**11**	**9**	**8**	**7**	**6**	**8**	**6**

III.2 Éléments de discussion

- Extrait pp. 32, 50 de l'étude bibliographique environnementale :

La couverture temporelle est également variable (mois de l'année, années) sur la zone d'étude, les données proches spatialement ont pu être collectées à des années différentes. Il est connu que les distributions en mer évoluent en fonction des conditions océanographiques et varient donc d'une année sur l'autre. Les biais liés à la plateforme (avion ou bateau), aux observateurs et aux conditions environnementales n'ont pas pu être pris en compte dans notre analyse, cependant la sélection des meilleures conditions d'observation pour la majorité des jeux de données en limite l'importance.

Tel que rappelé dans l'étude bibliographique (cf. extrait ci-dessus), la distribution temporelle des observations est soumise aux conditions environnementales (sélection des données acquises en conditions d'observation favorables). Inversement, cela signifie que les observations réalisées reflètent uniquement la **présence et distribution des individus en mer sous conditions météorologiques favorables**, ce qui induit une **lacune de données en conditions météorologiques défavorables** (e.g. vent supérieur à 3 sur l'échelle de Beaufort), et par conséquent un **sous-échantillonnage sous certaines conditions océanographiques** (ce qui peut être très important, en particulier vis-à-vis du comportement de l'avifaune). Ce dernier point a été mis en évidence à l'échelle méditerranéenne par Mannocci et al. 2018, d'après l'analyse de diverses données de campagnes mises à disposition des auteurs (dont SAMM1, GDEGeM, pour le golfe du Lion). Les conclusions de cette étude suggèrent la réalisation d'un effort additionnel en Méditerranée Nord durant les mois hors période estivale, notamment dans le golfe du Lion en avril, mois au cours duquel les eaux sont particulièrement froides par rapport à d'autres régions méditerranéennes.
La distribution en mer des oiseaux et mammifères marins est ainsi méconnue sous certaines conditions environnementales (météorologiques et océanographiques) qu'ils rencontrent au cours de l'année.

- Extrait pp. 32, 50 de l'étude bibliographique environnementale :
  La migration est essentiellement nocturne, les oiseaux terrestres migrateurs s'engageant en mer à la tombée de la nuit. Les données utilisées pour les cartes de risque d'effet proviennent de campagnes avions et bateau menées en journée et pas nécessairement aux périodes de migration.

Les campagnes aériennes et maritimes portent ici sur la détection visuelle des individus en mer, et sont donc acquises le jour. Par conséquent, elles ne renseignent pas les observations (i) d'individus en migration (oiseaux terrestres ou marins) de nuit, (ii) d'oiseaux marins en activité la nuit (dont le Puffin de Scopoli, le goéland d'Audouin, etc. ; Arcos Pros 2001, Rufray et al. 2015).

Les campagnes aériennes à l'emprise spatiale la plus grande (plateau continental et talus : SAMM 1 et 2, ASI) ont été menées en été et en hiver, documentant ainsi la variabilité saisonnière des distributions d'oiseaux et mammifères marins, mais ne renseignent pas les mois d'avril, septembre et octobre, qui correspondent à des périodes de migration pour de nombreuses espèces d'oiseaux terrestres mais aussi marins (ex : puffins, Rufray et al. 2015).
Les campagnes maritimes du projet GDEGeM présentent à la fois une grande étendue spatiale et une grande couverture temporelle intra- et inter-annuelles (2013-2015), mais n'ont permis de renseigner que la composante « mammifères marins » de l'étude bibliographique et sont principalement acquises en zone côtière.
Les campagnes maritimes menées sur les sites des futures fermes éoliennes pilotes (EFGL, EOLMED, PGL) sont très localisées et sont les plus exhaustives en matière de couverture mensuelle en permettant de renseigner les deux composantes oiseaux et mammifères marins dans le cadre de l'étude bibliographique. Les campagnes aériennes des projets pilotes EFGL et EOLMED, aux transects identiques, permettent une couverture large du nord-ouest du golfe du Lion de mars à octobre, documentant ainsi la distribution des oiseaux et mammifères marins dans la zone sur une majeure partie de l'année, hiver exclu.
Enfin, les campagnes bisannuelles menées par bateau dans le périmètre du Parc naturel marin du golfe du Lion renseignent la variabilité inter-annuelle (2018, 2019, 2020) des distributions d'oiseaux et mammifères marins, ainsi que la variabilité saisonnière printemps-automne, mais sur une zone relativement « restreinte ».

IV. Discussion générale

Nous reportons ici les principaux points soulignés dans la présente note, au regard des avantages et limites des données de campagnes aériennes et maritimes utilisées dans les analyses de l'étude bibliographique :

- Les données utilisées ont été acquises selon des protocoles standardisés, ce qui a permis leur analyse conjointe. Ceci représente une réelle plus-value par rapport à l'utilisation d'un jeu de données unique (augmentation de l'effort – réduction de l'incertitude).
- Les campagnes considérées offrent une bonne couverture spatiale à large échelle (golfe du Lion), mais sous-représentent, à méso-échelle, le centre du golfe du Lion ainsi que les zones plus au large (bord du plateau et talus), que ce soit pour les oiseaux marins ou les mammifères marins.

- La couverture temporelle annuelle est exhaustive de 2011 à 2020 (toutes les années ont été renseignées) mais l'acquisition de données est hétérogène spatialement d'une année à l'autre.
- Les campagnes ont été menées de façon relativement homogène d'un point de vue saisonnier/mensuel, bien que les mois d'été soient davantage représentés, ce qui est typique des campagnes de détection visuelle soumises aux conditions météorologiques.
- Les observations acquises ne permettent pas de renseigner la présence et la distribution des oiseaux et mammifères la nuit, ou encore en conditions météorologiques défavorables ; une méconnaissance demeure sur l'utilisation du golfe du Lion par ces espèces dans ces contextes (l'utilisation de données acquises à travers d'autres dispositifs, notamment de télémétrie, pourraient apporter des réponses complémentaires).
- Les campagnes maritimes et aériennes fournissent une vision globale et instantanée des distributions d'oiseaux marins et mammifères marins, par conséquent, ne sont pas représentatives des individus difficilement détectables du fait de leur comportement (e.g. cétacés grands plongeurs), ou absents dans les plages horaires d'observation (e.g. activité diurne et nocturne variable chez les oiseaux marins notamment).

Il existe de nombreux autres jeux de données acquis via des protocoles non standardisés ou d'autres technologies, ne permettant pas leur utilisation pour réaliser des cartes intégratrices et qui n'ont par conséquent pas pu être utilisés dans le cadre de l'étude bibliographique environnementale. Cependant, ces données complémentaires peuvent renseigner sur la présence ou le comportement des individus dans telle ou telle zone, à un moment de l'année (intéressant pour les espèces discrètes ou rares).

Ces différents éléments permettent la discussion et interprétation des résultats des taux de rencontres des oiseaux marins et mammifères marins (annexe 5 de l'étude bibliographique environnementale ; Ministère de la Transition écologique, 2021), et par conséquent des cartes de risque d'effet produites, à un bon niveau d'information.

Références

ACCOBAMS, 2021. Estimates of abundance and distribution of cetaceans, marine mega-fauna and marine litter in the Mediterranean Sea from 2018-2019 surveys. By Panigada S., Boisseau O., Canadas A., Lambert C., Laran S., McLanaghan R., Moscrop A. Ed. ACCOBAMS - ACCOBAMS Survey Initiative Project, Monaco, 177 pp.

ARCOS PROS, José Manuel. Foraging Ecology of Seabirds at Sea: Significance of Commercial Fisheries in the NW Mediterranean. Universitat de Barcelona, 2001.

CAÑADAS, A., DE SOTO, N. Aguilar, AISSI, M., et al. The challenge of habitat modelling for threatened low density species using heterogeneous data: the case of Cuvier's beaked whales in the Mediterranean. Ecological Indicators, 2018, vol. 85, p. 128-136.

Communications personnelles : informations recueillies lors d'ateliers d'experts français et espagnols tenus en juin 2021 dans le cadre de l'étude de cas « golfe du Lion » du projet MSPMED, www.mspmed.eu; à paraître en février 2022.

DI-MÉGLIO N., ROUL M., DAVID L., GIMENEZ O., AZZINARI C., JOURDAN J., BARBIER M. et LABACH H. 2015. Abondance et répartition spatio-temporelle et fonctionnelle du Grand dauphin dans le Golfe du Lion. Projet GDEGeM Grand dauphin Etude et Gestion en Méditerranée 2013-2015. Rapport GIS3M, fait par EcoOcéan Institut, BREACH et le GECEM. 79 p.+ 9p annexes.

DORÉMUS G., LARAN S., VAN CANNEYT O. 2020. Guide méthodologique des campagnes d'observation aérienne de la mégafaune marine. Cahier technique de l'observatoire PELAGIS sur le suivi de la mégafaune marine. La Rochelle Université et CNRS, 59 pages.

FORCADA J., GAZO M., AGUILAR A., et al. Bottlenose dolphin abundance in the NW Mediterranean: addressing heterogeneity in distribution. Marine Ecology Progress Series, 2004, vol. 275, p. 275-287.

LAMBERT C., LARAN S., DAVID, L., et al. How does ocean seasonality drive habitat preferences of highly mobile top predators? Part I: the north-western Mediterranean Sea. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 2017, vol. 141, p. 115-132.

LARAN, Sophie, PETTEX, Emeline, AUTHIER, Matthieu, et al. Seasonal distribution and abundance of cetaceans within French waters-Part I: The North-Western Mediterranean, including the Pelagos sanctuary. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 2017, vol. 141, p. 20-30.

LARAN S., NIVIÈRE M., GENU M., DORÉMUS G., SERRE S., SPITZ J., VAN CANNEYT O. et AUTHIER M. 2021. Distribution et abondance de la mégafaune marine lors des campagnes SAMM cycle I et II en Méditerranée. Rapport final. Observatoire Pelagis (UMS 3462, La Rochelle Université / CNRS) & OFB. 76 pp.

MANNOCCI, Laura, ROBERTS, Jason J., HALPIN, Patrick N., et al. Assessing cetacean surveys throughout the Mediterranean Sea: a gap analysis in environmental space. Scientific reports, 2018, vol. 8, no 1, p. 1-14.

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE, Projet d'éoliennes flottantes en Méditerranée, Etude bibliographique environnementale, juin 2021, 143 pp. Consultable et téléchargeable : https://eos.debatpublic.fr/wp-content/uploads/EOS-DMO-Etude-bibliographique-Environnement-Maritime.pdf

PETTEX E., DAVID L., AUTHIER M., et al. Using large scale surveys to investigate seasonal variations in seabird distribution and abundance. Part I: The North Western Mediterranean Sea. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 2017, vol. 141, p. 74-85.

RUFRAY X., GARBÉ R., DAVID L. & DI-MÉGLIO N., 2014. Etat des lieux des connaissances du patrimoine ornithologique du Golfe du Lion. Agence des Aires Marines Protégées. 325 p.

SOTO, Natacha Aguilar, JOHNSON, Mark, MADSEN, Peter T., *et al.* Does intense ship noise disrupt foraging in deep-diving Cuvier's beaked whales (*Ziphius cavirostris*) ? *Marine Mammal Science*, 2006, vol. 22, no 3, p. 690-699.