



Distribution des oiseaux marins non nicheurs au large – Région marine Méditerranée



© A. Chabrolle

Descripteur D1 – Biodiversité - Oiseaux

Critère D1C4 – Distribution spatiale des populations (*Secondaire, Etat*)

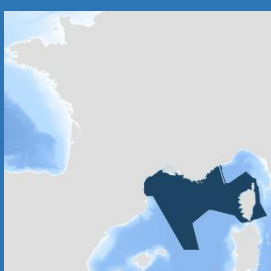
Attributs correspondants : Oiseaux marins de surface ; Oiseaux marins plongeurs pélagiques

Evaluation DCSMM BEE : cycle 3

Période d'évaluation : 2016-2021

Zones d'évaluation : France (FR) ; Région marine Méditerranée

1 Sous-Région Marine (SRM) : Méditerranée Occidentale



Thème INSPIRE : Répartition des espèces

Pays contributeurs : France, FR

Citation : Distribution des oiseaux marins non nicheurs au large – Région marine Méditerranée

Messages clés de l'évaluation

Les suivis des oiseaux marins non nicheurs au large visent à renseigner la distribution d'oiseaux marins hivernants en mer, et à comparer les séries temporelles afin d'évaluer les tendances démographiques. Pour la Méditerranée, seules les données issues des deux campagnes hivernales de Suivi Aérien de la Mégafaune Marine (SAMM) sont considérées pour l'évaluation, et permettent une comparaison des effectifs d'oiseaux marins pélagiques entre 2012 (période de référence) et 2019 (période actuelle).

Compte tenu d'incertitudes sur les interprétations en termes de perturbations du milieu naturel que peuvent traduire les évolutions de la distribution spatiale des oiseaux en mer, aucune évaluation du Bon Etat Ecologique ne peut être fournie de manière pertinente pour cet indicateur de « distribution des oiseaux marins non nicheurs au large ».

En revanche, un état des lieux de ces changements de distribution spatiale peut tout de même être fourni.

En Région Méditerranée, l'indicateur Distribution des oiseaux marins non nicheurs au large relatif au critère D1C4 est renseigné pour l'Unité Marine de Rapportage (UMR) suivante : Méditerranée Occidentale (SRM – MO).

Les résultats de l'analyse de la distribution spatiale des oiseaux marins au large montrent que :

- ✓ Pour la **SRM Méditerranée Occidentale (MO)**, sur 11 espèces évaluées au total (8 espèces de 'surface' et 3 espèces 'plongeurs pélagiques'), le critère D1C4 montrent une **stabilité ou augmentation pour 6 espèces** (*Fou de Bassan*, *Goéland leucopnée*, *Mouette mélanocéphale*, *Mouette pygmée*, *Océanite tempête*, *Puffin de Scopoli*) et une **diminution pour 3 espèces** (*Puffin yelkouan*, *Puffin des Baléares*, *Sterne caugek*), de la distribution spatiale dans la proportion de l'aire occupée à l'échelle de la SRM. Par ailleurs, l'évolution de la distribution spatiale n'a pas été renseignée pour **2 espèces** (*Macareux moine*, *Pingouin torda*) qui ne présentent **pas ou pas suffisamment de données**.

1 Contexte / Introduction

Description générale de la fiche indicateur BEE grand public :

Le **descripteur Biodiversité** constitue le premier (**D1**) des 11 descripteurs définis pour évaluer le Bon Etat Ecologique (BEE) des eaux marines, i.e. leurs **capacités à conserver la diversité écologique, le fonctionnement et le dynamisme des océans et des mers**. Ce descripteur **D1 – Biodiversité** est subdivisé en plusieurs composantes dont celle consacrée aux **oiseaux marins (D1 – Biodiversité – Oiseaux)**. Le BEE des oiseaux marins est atteint lorsque la diversité biologique de cette composante écosystémique est conservée et que la qualité des habitats et leur nombre, ainsi que la distribution et l'abondance des espèces sont adaptés aux conditions physiographiques, géographiques et climatiques existantes.

Cinq critères existent pour évaluer ce BEE « Oiseaux marins » : **le taux de mortalité par captures accidentelles (D1C1), l'abondance des populations (D1C2), les caractéristiques démographiques (D1C3), la distribution spatiale des populations (D1C4) et l'habitat (D1C5)**. Ces différents critères sont répartis en critères **primaires (D1C1, D1C2, D1C6) et secondaires (D1C3, D1C4, D1C5)**.

Cette fiche indicateur est consacrée au critère **D1C4 – Distribution spatiale des populations**, qui s'assure que l'aire de répartition des espèces et, le cas échéant, leur schéma de répartition dans ladite aire, est conforme aux conditions physiographiques, géographiques et climatique dominantes.

Les indicateurs qui renseignent ce critères D1C4 sont au nombre de 2 : **Distribution des oiseaux marins non nicheurs au large ; Distribution des oiseaux marins nicheurs**. Dans cette fiche nous présentons les résultats de l'évaluation BEE selon l'indicateur **Distribution des oiseaux marins non nicheurs au large**.

Justification et pertinence de chaque indicateur :

L'évaluation de la distribution des oiseaux marins (critère D1C4 – Distribution des populations) pourrait constituer un bon indicateur de l'évolution des conditions environnementales, et notamment de l'évolution des paramètres physiographiques du milieu, des conditions climatiques ou encore de la disponibilité des ressources trophiques. En revanche, un tel indicateur pose problème car il apparaît difficile de tirer un message clair des changements de distribution des espèces en lien avec leur statut de conservation. En effet, bien qu'un déplacement de l'aire de distribution d'une espèce permette de supposer un déplacement des ressources (habitats, ressources alimentaires) dont elle dépend, il est difficile de conclure sur une évaluation du bon état écologique pour le maintien des populations de l'espèce. De plus, l'évolution de la proportion d'aire occupée par une espèce n'apparaît pas non plus évidente à interpréter, puisqu'une restriction de l'aire de répartition pourrait à la fois refléter une raréfaction des habitats disponibles pour l'espèce, expliquant la concentration des individus sur certaines localités, ou être synonyme d'une augmentation locale de la disponibilité des proies, permettant au milieu de supporter une plus grande densité d'oiseaux. Il n'est donc pas certain qu'un tel indicateur de distribution apporte davantage d'informations que l'indicateur d'abondance pour ce qui est de l'évaluation du bon état écologique. Dans cette fiche nous présentons donc un état des lieux de l'évolution de la distribution des populations d'oiseaux marins au large, sans pour autant fournir une interprétation au titre de l'évaluation du bon état écologique dans le cadre de la DCSMM.

2 Méthode

2.1 Echelles spatiales (zones de rapportage ; zones d'évaluation)

UMR :

Les Unités Marines de Rapportages (UMR) définissent l'échelle géographique d'intégration des critères et sont donc importantes pour l'évaluation du descripteur.

Pour les oiseaux observés en mer, l'unité marine de rapportage (UMR) correspond à la sous-région marine (SRM). En méditerranée, l'UMR correspond à la partie française de la seule sous-région marine existante :

- la partie française de la sous-région marine **Méditerranée Occidentale (MWE-FR-MS-MO)**.

Echelle géographique d'évaluation :

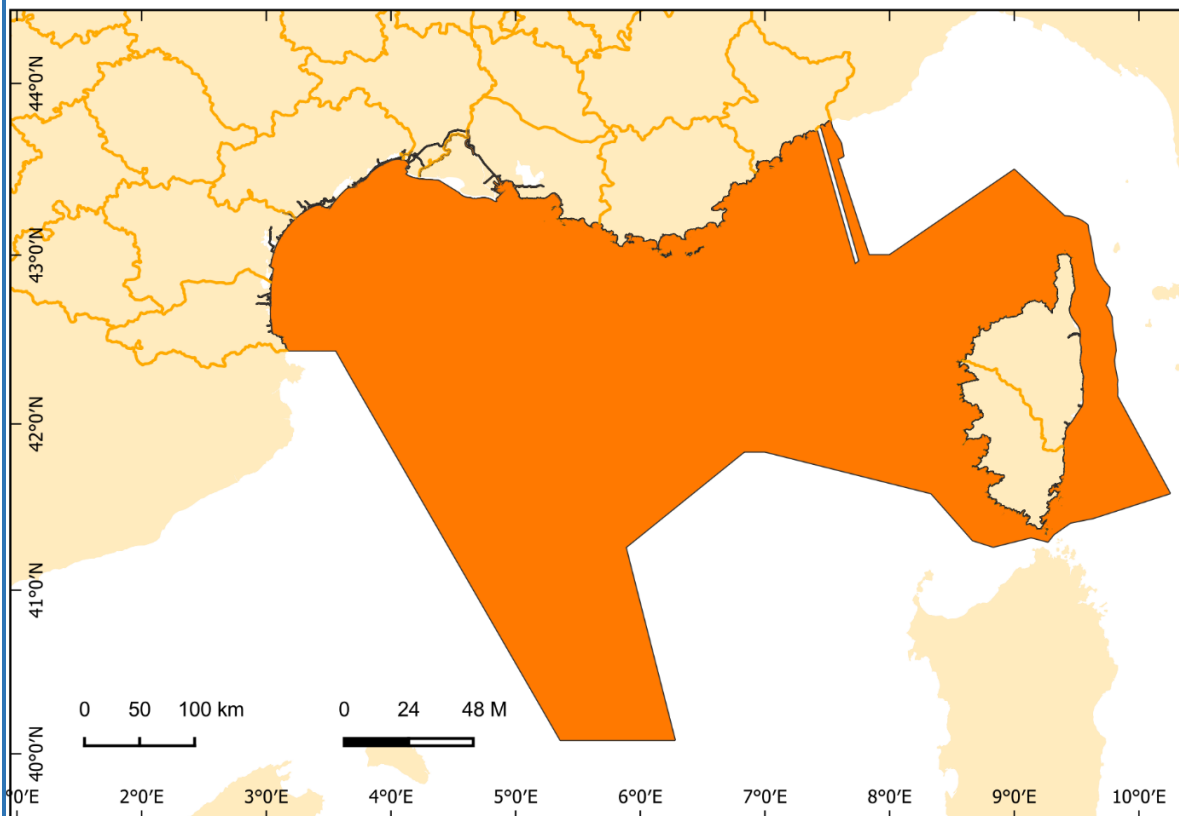
Le caractère mobile des oiseaux marins, leurs faibles abondances pour certaines espèces, ainsi que la résolution spatiale et temporelle des dispositifs de suivis imposent des unités géographiques d'évaluation (UGE) de très grande taille pour qu'elles soient écologiquement cohérentes et quantitativement évaluables pour ces espèces. Par ailleurs, l'UGE dépend également de l'indicateur considéré. Ici, l'évaluation de l'indicateur « distribution des oiseaux marins non nicheurs au large » est réalisée à l'échelle des UMR précédemment listées.

Autre unité géographique :

La méthode de traitement des données suivie pour l'évaluation de cet indicateur de distribution des oiseaux marins non nicheurs au large conduit à une unité géographique élémentaire de ~4km x 4km pour les données d'observations aériennes en méditerranée. A noter que cette unité géographique élémentaire diffère de celle présentée pour l'évaluation en Région Manche-Atlantique à partir des observations aériennes, du fait d'un changement de méthode de traitement des données par PELAGIS entre les deux campagnes Méditerranée et Manche-Atlantique.

Description de la zone d'évaluation :

Le suivi des oiseaux marins pour renseigner l'indicateur « distribution » est mené sur l'ensemble des eaux françaises, avec une couverture complète de la Zone Economique Exclusive (ZEE) métropolitaine étendue aux eaux anglaises et anglo-normandes de la Manche, à une partie des eaux espagnoles dans le sud du golfe de Gascogne et à une partie des eaux italiennes permettant d'englober l'ensemble du sanctuaire Pelagos (Serre, 2019). L'évaluation de l'indicateur se fait à l'échelle des sous-régions marines (SRM), et dans cette « fiche indicateur » dédiée à la région Méditerranée, seuls les résultats pour la SRM Méditerranée Occidentale sont présentés.



Zone d'évaluation : partie française de la sous-région marine

SRM Méditerranée Occidentale

Sources des données : Ifremer

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB
Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 05/2022

Figure 1 : Carte de France métropolitaine illustrant les délimitations de l'UMR considérée pour l'évaluation de l'indicateur sur la façade Méditerranée Occidentale.

2.2 Méthode de surveillance

Méthode de suivi/surveillance :

Les moyens mis en œuvre pour la surveillance des oiseaux marins en mer se composent de campagnes de suivi aérien et de campagnes d'observations par bateau.

- **Dispositif de suivi aérien :**

Les campagnes d’observations aériennes font référence aux dispositifs de type A du PdS, et correspondent aux Suivis Aériens de la Mégafaune Marine (SAMM) dans les eaux marines métropolitaines, réalisés par l’Observatoire PELAGIS en hiver et en été afin de tenir compte des variabilités saisonnières. Le plan d’échantillonnage de ces campagnes SAMM comprend notamment la quasi-totalité de la ZEE française méditerranéenne, les eaux limitrophes espagnoles au nord des Baléares, ainsi que les eaux monégasques et italiennes du Sanctuaire Pelagos (Laran *et al.* 2021, Figure 2). Pour le premier cycle de survol SAMM, un effort plus important avait été donné dans des habitats où les cétacés étaient moins présents (strate néritique) afin de s’assurer de la bonne modélisation de leur habitat. Pour le second cycle de survol, un premier plan d’échantillonnage avait été défini pour l’été 2018 (ACCOBAMS 2021) sur lequel s’est également basé la campagne d’hiver (2019), avec un effort d’échantillonnage légèrement renforcé en vue de collecter suffisamment de données pour les espèces plus rares (et ainsi augmenter la robustesse des estimations) (Laran *et al.* 2021, Figure 2). Les transects linéaires sont réalisés à bord d’un avion bimoteur à ailes hautes et équipé de hublots bulle, qui embarque deux observateurs et un scribe qui reportent le nombre d’individus de chacune des espèces d’oiseaux observées (ou ensemble d’espèces/groupe d’espèces) selon un protocole de strip-transect (bande d’observation de 400 m de large, i.e. 200 m de chaque côté de l’avion – Figure 3 & 4 ; Laran *et al.* 2021, Pettex *et al.* 2014). L’avion effectue le survol à vitesse (167 km/h) et altitude (183 m) constantes sur la base du protocole défini par Hammond *et al.* (2013). En plus des observations d’oiseaux, les conditions environnementales (état de mer, turbidité, transparence de l’eau, etc.) sont également relevées par les observateurs et serviront pour le développement de modèle de prédictions de distribution des espèces.

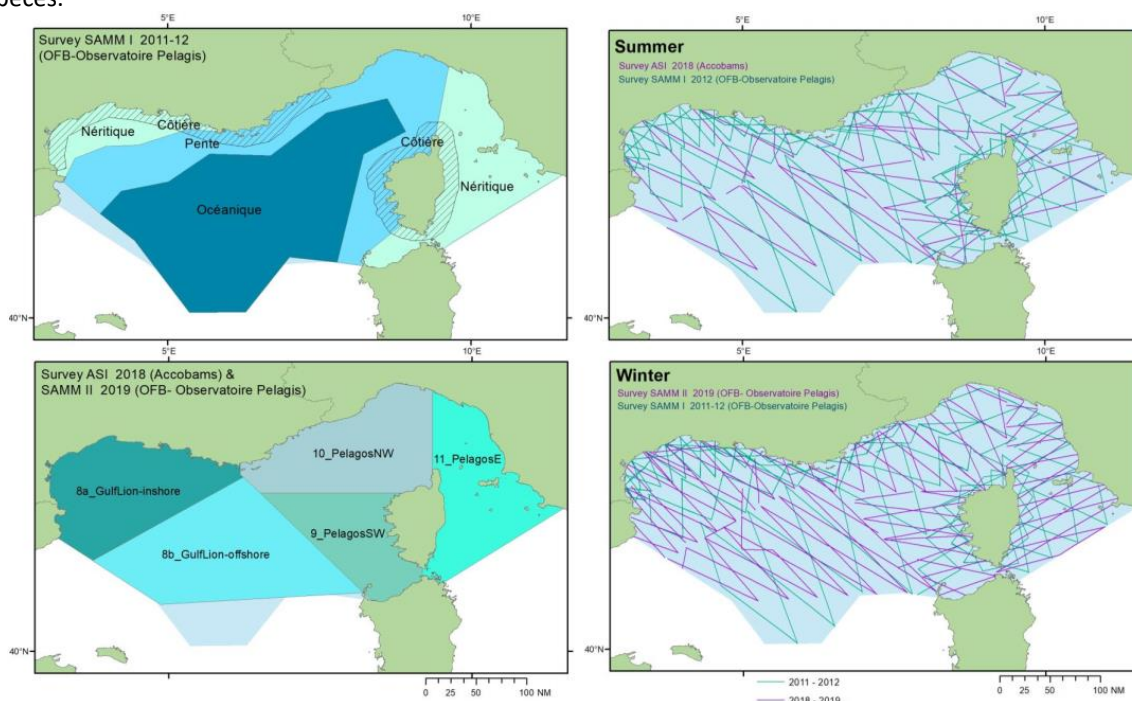


Figure 2 : Stratification de l’échantillonnage de SAMM I (en haut à gauche) et de ASI et SAMM II (en bas à gauche) et effort d’échantillonnage réalisé par saison au cours des deux cycles 2011-12 et 2018-19 en été (en haut à droite) et en hiver (en bas à droite) (source : Laran *et al.* 2021).

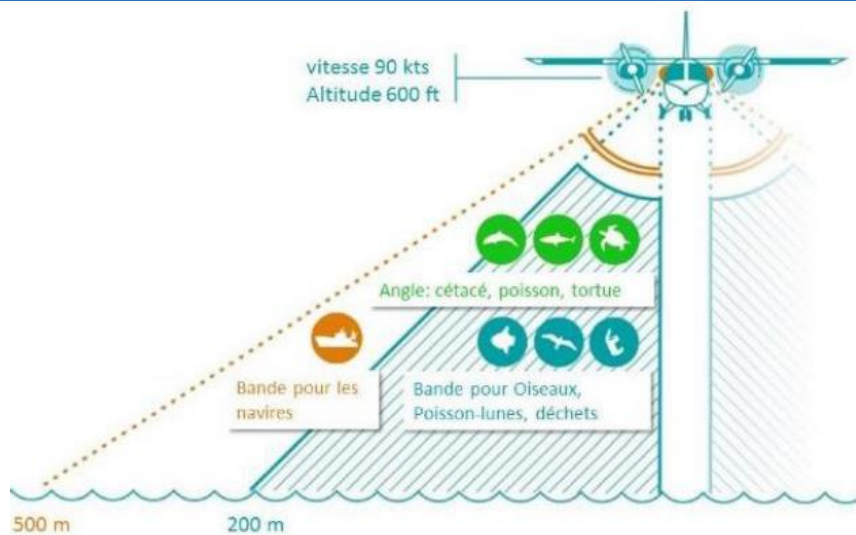


Figure 3 : Illustration du dispositif de suivi aérien SAMM (Source : Laran et al. 2021).

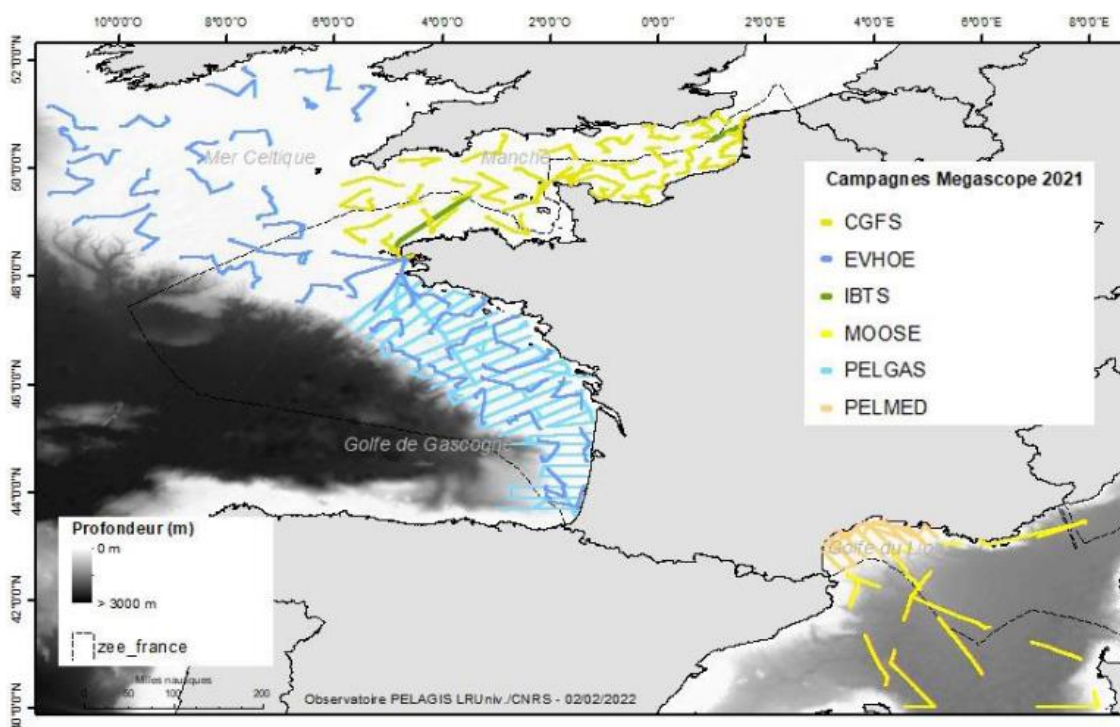


Figure 5 : Exemple des trajets des campagnes MEGASCOPE pour l'année 2021 (source : Dorémus 2022).

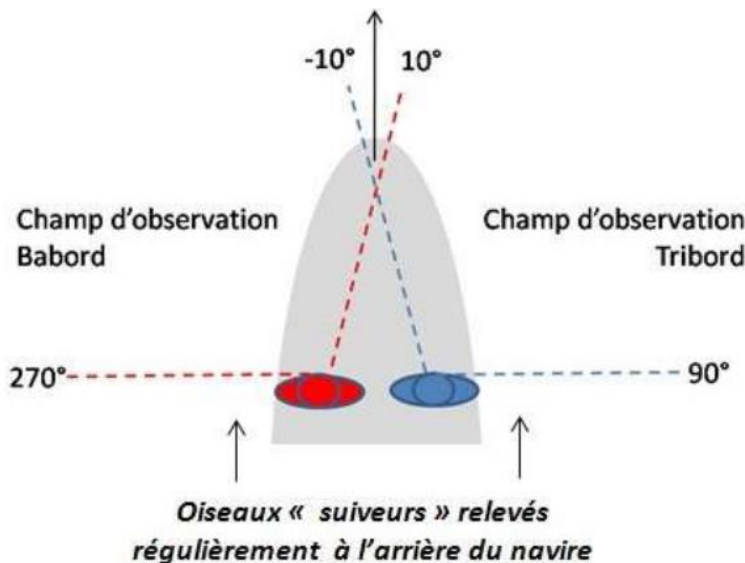


Figure 6 : Méthode d'observation appliquée et positionnement des observateurs au pont supérieur (Source : Dorémus 2020).

Le protocole MEGASCOPE en Méditerranée est mis en place via la campagne PELMED, qui s'effectue sur un navire plus petit que les campagnes réalisées en Atlantique-Manche-Mer du Nord et avec un seul observateur à bord, et pour laquelle une adaptation du protocole a donc été nécessaire. Le seul observateur est positionné sur le pont avant du navire, avec un champ de vision de 130° incluant les 90° du côté où les conditions (éblouissement, vents...) sont les plus favorables (Figure 7). Au vu de la faible hauteur de la plateforme d'observation (4 m), les distances d'observation mesurées ne vont généralement pas au-delà de 300m.

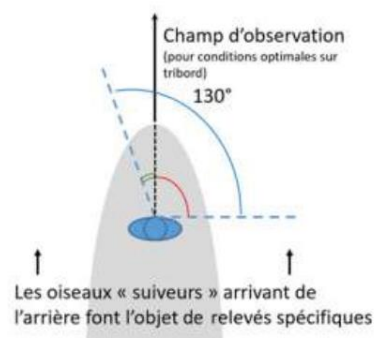


Figure 7 : Champ d'observation pour l'observateur unique sur PELMED (source : Dorémus 2020).

2.3 Méthode d'évaluation

Description de la méthode d'évaluation :

Jeux de données à disposition et exploitables pour l'évaluation BEE

Les campagnes de suivi aérien (SAMM) et de suivi par bateau (MEGASCOPE) de la mégafaune marine fournissent des données d'observations mobilisables pour une estimation de la distribution des oiseaux marins sur l'ensemble de l'unité de rapportage, par le biais de modèles de prédictions. Idéalement, l'ensemble de ces observations (avion + bateau) devraient pouvoir être couplées dans des modèles communs, mais le temps nécessaire au développement d'une telle approche ne nous permet pas de la proposer pour l'évaluation BEE du cycle en cours (cycle 3). De plus, bien qu'au total 2 campagnes SAMM (2011/12 et 2018/2019), chacune réalisée en Hiver et en Eté, et 5 campagnes PELMED (exclusivement menée en été : 2017, 2018, 2019, 2020) aient pu être réalisées, seules les observations en dehors de la période de reproduction (hivernage) nous intéressent pour l'indicateur **Distribution des oiseaux marins au large**. L'évaluation de cet indicateur sera donc uniquement basée sur les données d'observations issues des **campagnes hivernales du suivi aérien SAMM (hiver 2011/12 et 2018/19 – Figure 9)**.

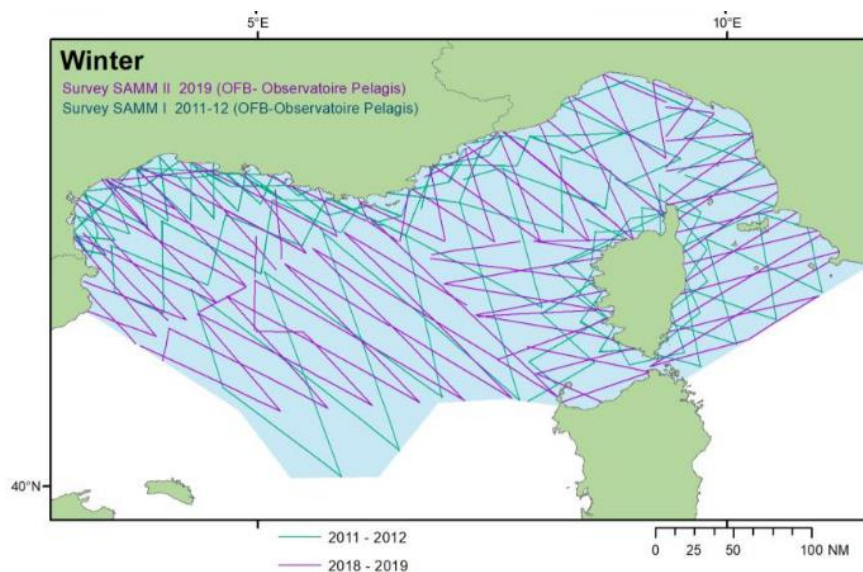


Figure 8 : Effort d'échantillonnage réalisé au cours des deux cycles SMM I (2011-12) et SMM II (2018-19) en Hiver (source : Laran *et al.* 2021).

Afin de pouvoir mieux comparer les données issues des différentes campagnes, l'Observatoire PELAGIS a effectué une post-stratification pour des estimations de densité/abondance sur des strates identiques.

Modélisation d'habitat (Density Surface Modelling) – données Avion

Les données d'observations d'oiseaux marins issues des suivis SMM ont, pour une part, pu être renseignées jusqu'à l'espèce, ou à un niveau taxonomique supérieur lorsque l'identification n'était pas certaine ou la distinction spécifique n'était pas possible. Plus exactement, des regroupements d'espèces ont été effectués, sur la base de critères morphologiques, écologiques, ou taxonomiques. Après vérification, puis correction et validation du jeu de données (effort de recherche + observations collectées), l'Observatoire PELAGIS a finalement développé un modèle de densité spatiale visant à mettre en lien les observations d'oiseaux marins avec l'environnement (bathymétrie, distance à la côte, concentration en Chlorophylle, température de surface, etc...) et étendre les prédictions d'abondance aux zones non échantillonnées. Pour cela, des modèles additifs généralisés (GAMs) ont été utilisés, et permettent de prendre en compte des relations non-linéaires entre la distribution des oiseaux et les conditions environnementales (Laran *et al.* 2021). Cette modélisation spatiale est dite de 'Density Surface Modelling' (DSM, Miller *et al.* 2013), et nécessite la segmentation des transects d'échantillonnage en 'segments' d'effort d'environ 10km auxquels seront rattachées, via le centroid (centre du segment), les valeurs des variables environnementales d'intérêt (Laran *et al.* 2021).

L'ensemble des analyses a été réalisé via le logiciel R (version 4.0.2 - R Core Team 2020), à partir du groupe de packages 'Pelaverse' développé par l'observatoire PELAGIS, et faisant notamment appel aux packages Distance (Miller 2016) et dsm (Miller *et al.*, 2016). Afin de prendre en compte la sur-dispersion propre aux données de comptages en écologie, une distribution négative binomiale a été utilisée pour l'ajustement du DSM aux données (Laran *et al.* 2021). En vue de limiter la complexité des modèles et faciliter leur interprétation, le nombre de covariables environnementales considérées a été limité à 3 (Authier *et al.* 2017). La sélection du modèle pour inférer l'habitat s'est faite sur la base du meilleur compromis entre complexité et ajustement aux données mis en évidence par la plus faible valeur du critère 'looic' (leave-one-out information criterion) (Laran *et al.* 2021).

Pour l'estimation de l'abondance et la représentation de la distribution dans l'espace, une approche par 'stacking' (Yao *et al.* 2018), consistant en la combinaison des prédictions de plusieurs DSMs (les 5 meilleurs dans notre cas) en les moyennant (bibliothèque *loo* – Vehtari *et al.* 2020), a été choisie afin de limiter l'effet sur les résultats du choix d'un modèle particulier.

Agrégation des données pour le renseignement des espèces :

Notre évaluation BEE porte donc sur les données d'observation des 2 campagnes de suivi aérien 'SAMM' réalisées en Hiver 2011 et 2019. Une partie des observations a permis d'identifier les oiseaux jusqu'à l'espèce, et dans des quantités satisfaisantes (>10 observations) pour pouvoir produire des estimations de distribution et produire une évaluation de l'indicateur de distribution des oiseaux non nicheurs au large. C'est notamment le cas pour le *Fou de Bassan*, la *Mouette mélanocéphale*, la *Mouette pygmée*, la *Mouette rieuse* et la *Sterne caugek*. Au-delà de ces données d'observations renseignées jusqu'à l'espèce, les autres observations ont pu être renseignées au niveau taxonomique supérieur quand l'identification n'était pas certaine ou la distinction spécifique pas possible. C'est le cas par exemple pour les procellariidés ou les observations de puffins ont été renseignées sous 'petits puffins indéterminés', regroupant le *Puffin des baléares* et le *Puffin yelkouan*. L'évaluation pour ces deux espèces se fera donc à partir du jeu de données global 'petits puffins indéterminés'. Pour le groupe 'grands puffins indéterminés', regroupant le *Puffin boréal* ainsi que le *Puffin de Scopoli*, nous considérerons, au vu des connaissances de répartition de ces deux espèces, que la quasi-totalité de ces observations sont des *Puffins de Scopoli* et nous produirons donc l'évaluation pour cette espèce. De la même manière, le groupe 'sternes indéterminées' regroupent la *Sterne caugek*, la *Sterne pierregarin* et la *Sterne naine*, mais la présence occasionnelle à rare de ces 2 dernières nous pousse à ne rattacher que la *Sterne caugek* à l'évaluation que nous produirons à partir des données collectées. Les hydrobatidés sont également regroupés sans distinction d'espèces dans les données d'observations, mais l'*Océanite tempête* étant quasiment la seule présente dans la zone, nous n'évaluerons que cette espèce d'océanite pour la SRM Méditerranée Occidentale.

Concepts et méthodes pour l'établissement de valeurs seuils :**Estimation de la proportion d'aire occupée**

Les estimations de la proportion d'aire occupée sont produites à partir de la probabilité pour une espèce d'oiseaux marin d'être présente dans chacune des cellules de taille 4km x 4km pour les données bateau, et 20km x 20km pour les données avion.

Sous une loi de Poisson, la probabilité d'une observation à 0 est :

$$\Pr(X=0) = \exp(-\lambda), \text{ où}$$

λ correspond à la prédiction dans une cellule obtenue en sortie du modèle de densité, ou du modèle de krigeage.

La probabilité de présence (observation >0) est alors :

$$\Pr(X>0) = 1 - \Pr(X=0) = 1 - \exp(-\lambda)$$

Cette probabilité de présence calculée à l'échelle de la cellule est ensuite sommée à l'échelle de la sous-région marine pour obtenir la proportion d'aire occupée par l'espèce, pour chacune des années de suivi, dans la SRM considérée. Le paramètre d'intérêt pour l'évaluation BEE est la différence de proportion d'aire occupée entre la période de référence et la période d'évaluation (actuelle).

Pour la SRM Méditerranée Occidentale, seules les données issues des suivis par avion sont utilisées pour les analyses. La période de référence correspond donc à la première campagne hivernale (SAMM 1) de 2011/12, et la période d'évaluation correspond à la seconde campagne hivernale (SAMM 2) de 2018/19.

Calcul de l'indicateur

Pour chaque année de suivi, on dispose d'une estimation de la proportion d'aire occupée (PAO) et d'une erreur standard d'estimation associée. Une simulation par la méthode de *Markov chain Monte Carlo*, à partir des valeurs moyennes \pm erreurs standards des deux périodes d'intérêt, permet de générer 10 000 valeurs de PAO pour la période de référence et pour la période d'évaluation. Un différentiel est alors calculé entre la PAO de référence et la PAO actuelle, sur le jeu de données de 10 000 valeurs :

$$\Delta = 100 \times \frac{(\text{PAO réf} - \text{PAO éval})}{n \text{ year}}$$

Cette étape donne donc lieu à 10 000 valeurs de ce différentiel, ce qui permet d'estimer l'erreur standard associée puis un intervalle de confiance à 80% (seuil de risque alpha de 20%) :

$$IC_{80\%}^{\Delta} = \Delta \pm 1.28 \times \text{Erreur Standard}_{\Delta}$$

Le seuil utilisé pour évaluer les changements annuels moyens de la proportion de l'aire occupée (PAO) pour chacun des espèces est fixé à un différentiel de PAO (Δ) qui ne doit pas être négatif : la borne supérieure de l'intervalle de confiance à 80% du différentiel doit être supérieure à 0% (Simian *et al.* 2018).

Règle d'intégration paramètres/critère :

- Règle d'intégration choisie :

Non pertinent

Règle d'intégration critères/élément :

- Règle d'intégration choisie :

Non pertinent pour la fiche

Tableau 1 : Outils d'évaluation utilisés pour renseigner l'indicateur « Distribution des oiseaux marins non nicheurs au large » dans le cadre de l'évaluation cycle 3 pour la Région Marine Méditerranée

Indicateur	Distribution des oiseaux marins non nicheurs au large
Critère associé	D1C4 - Distribution spatiale des populations
Source de l'évaluation de l'indicateur	Nationale.
Éléments considérés	Espèces représentatives des groupes d'espèces Oiseaux marins de surface et Oiseaux plongeurs pélagiques
Unité marine de rapportage	SRM MO Partie française de la Sous-Région Marine Méditerranée Occidentale (SRM MO) MWE-FR-MS-MO
Echelle géographique d'évaluation	SRM Méditerranée Occidentale (SRM MO).
Métrique	Pour chaque espèce ou ensemble d'espèces : estimation de l'évolution de la proportion d'aire occupée entre la période de référence et la période d'évaluation à partir des données de suivi par : <ul style="list-style-type: none"> • Avion Ref : hiver 2011/2012 Eval : hiver 2018-2019
Paramètre	DIST-S-Distribution (spatiale)
Unité de mesure	Pourcentage de changement
Sources des seuils	non pertinent

SRM MO	
Seuils fixés pour le paramètre	A définir
	<p><i>A titre qualitatif</i> : Le maintien ou augmentation de la proportion d’aire occupée par l’espèce est significatif si la borne supérieure de l’intervalle de confiance à 80% du différentiel de distribution entre la période de référence et la période d’évaluation est supérieur à 0%</p> <p>Ref : Simian G., Artero C., Cadiou B., Authier M., Bon C. & Caillot E. 2018. Évaluation de l’état écologique des oiseaux marins en France métropolitaine. Rapport scientifique pour l’évaluation 2018 au titre de la DCSMM. Muséum National d’Histoire Naturelle, Service des stations marines de Dinard, 161 p</p>
Jeux de données sources	Campagnes aériennes de suivi de la mégafaune marine
Dispositifs de suivi associés	Dispositif de Suivi Aérien de la Mégafaune Marine (SAMM)
Années considérées	2011-2019

2.4 Incertitude sur les résultats

Confiance dans les données :

Pour les données issues des campagnes SAMM, l’identification des oiseaux depuis l’avion (altitude de vol de 183 m) est compliquée, et la fiabilité de l’identification dépend de facteurs multiples liés aux conditions d’observations (météo, état de la mer) ou encore à l’observateur. L’identification des individus jusqu’à l’espèce est donc souvent difficile, ce qui nécessite de faire des regroupements d’espèces sur la base de critères morphologiques. C’est par exemple le cas chez les alcidés (*Guillemot de Troil* et *Pingouin torda*), groupe pour lequel il est impossible d’envisager une approche spécifique (espèces trop petites pour être en capacité de les différencier depuis l’avion), mais l’approche à l’échelle du regroupement d’espèces (« Alcidés ») reste cohérente. Par ailleurs, aucun traitement de données n’a été retenu lorsque le nombre d’observation par espèce était trop limité pour permettre des extrapolations fiables. Seuls les résultats jugés cohérents sont présentés dans ce document. De plus, la méthodologie utilisée pour ce rapportage repose sur l’utilisation d’un modèle de densité spatiale (DSM) qui permet de prendre en compte des covariables environnementales pour prédire la densité spatiale. Cette méthode de prédictions de densité, à partir de laquelle on extrait ensuite la probabilité de présence, est plus complexe et plus fiable que la méthode de krigeage.

Confiance dans chaque indicateur :

Le Tableau 2 présente le niveau de confiance évalué au regard de la qualité des données d’une part, et de la maturité scientifique de la méthodologie d’autre part.

Tableau 2 : Niveau de confiance associé à l’indicateur « Distribution des oiseaux marins non nicheurs au large » en SRM Méditerranée Occidentale.

Indicateur évalué	Qualité des données	Maturité de la méthodologie
Distribution des oiseaux marins non nicheurs au large	Moyenne	Bonne

3 Résultats de l’évaluation

3.1 Etat

Résumé des résultats :

Compte tenu d’incertitudes sur les interprétations en termes de perturbations du milieu naturel que peuvent traduire les évolutions de la distribution spatiale des oiseaux en mer, aucune évaluation du Bon Etat

Ecologique ne peut être fournie de manière pertinente pour cet indicateur de « distribution des oiseaux marins non nicheurs au large ».

En revanche, un état des lieux de ces changements de distribution spatiale peut tout de même être fourni.

- SRM Méditerranée Occidentale (MO) :

Pour la SRM MO, **9 espèces d’oiseaux marins** (8 espèces d’oiseaux de surface et 1 espèce de plongeurs pélagiques) présentent suffisamment de données pour que l’indicateur d’abondance soit évalué à partir des données des suivis aériens.

Les résultats montrent que **3 espèces présentent une diminution de la proportion de l’aire occupée** : le *Puffin yelkouan*, le *Puffin des Baléares* et la *Sterne caugek*.

Pour les **6 autres espèces**, à savoir le *Fou de Bassan*, le *Puffin de Scopoli*, l’*Océanite tempête*, le *Goéland leucophée*, la *Mouette mélanocéphale* et la *Mouette pygmée*, les résultats mettent en évidence une stabilité/augmentation de la proportion de l’aire occupée, et donc un **maintien ou augmentation de la distribution spatiale**.

Bien que ces résultats ne permettent pas de fournir une évaluation, ils permettent de faire un état des lieux de l’évolution de la distribution spatiale des espèces.

Enfin, 2 espèces non nicheuses en mer (*Macareux moine* et *Pingouin torda*) connues pour être présentes en SRM Méditerranée Occidentale ne présentent pas/trop peu de données d’observations pour évaluer l’évolution de leur distribution spatiale.

Tableau 3 : Changement annuel moyen (%) de la proportion de l’aire occupée (PAO) par les oiseaux marins dans la SRM Méditerranée Occidentale entre 2012 (référence) et 2019 (évaluation), sur la base des campagnes aériennes de suivi SAMM. L’évolution de la proportion de l’aire occupée est matérialisée par les symboles ↔/↑ pour une situation stable ou à l’augmentation, et par le symbole ↓ pour une diminution. Un fond de couleur gris clair est utilisé en cas de données incomplètes/absence de données ; un fond de couleur gris foncé est utilisé lorsque les données sont non conclusives (ex : espèces avec des effectifs reproducteurs <10 couples, non pertinent pour une évaluation BEE). Dans les deux cas, les fonds de couleurs gris indiquent des espèces potentielles à évaluer, mais pour lesquelles aucune évaluation pertinente ne peut être fournie pour ce cycle.

Groupe fonctionnel	Données initiales	Espèces renseignées	Différentiel de PAO			Seuil	Evolution de la PAO
			Borne inf.	Moyenne	Borne sup.		
Plongeurs pélagiques	Fou de Bassan	Fou de Bassan	-0,1	0,0	0,0	0,0	↔/↑
	Alcidés	Macareux moine	-	-	-	0,0	*
		Pingouin torda	-	-	-	0,0	*
Surface	Grands puffins	Puffin de Scopoli	0,1	0,1	0,1	0,0	↔/↑
	Petits puffins	Puffin yelkouan	-0,2	-0,2	-0,1	0,0	↓
		Puffin des Baléares				0,0	↓
	Hydrobatidés	Océanite tempête	0,0	0,0	0,0	0,0	↔/↑
	Goélands gris	Goéland leucophée	1,2	1,3	1,4	0,0	↔/↑
	Mouette mélanocéphale	Mouette mélanocéphale	3,5	3,6	3,7	0,0	↔/↑
	Mouette pygmée	Mouette pygmée	0,1	0,4	0,6	0,0	↔/↑
Sternidés	Sterne caugek	-0,2	-0,2	-0,2	0,0	↓	

« * » : Résultat de l’évaluation non pertinent en raison effectifs reproducteurs (<10 couples).

3.2 Tendances

Tendance :

Seules deux campagnes de suivis aériens des oiseaux marins au large ont été réalisées actuellement, limitant la série temporelle à deux 'images' des populations en 2011/12 et 2018/19. Ainsi, aucune tendance sur l'évolution de l'état des populations d'oiseaux marins au large ne peut donc être décrite aujourd'hui, hormis la tendance présentée comme résultats de l'évaluation du BEE (comparaison état actuel VS état de référence).

4 Comparaison avec la précédente évaluation

Evolution générale par rapport au cycle précédent :

- *Evolution de l'état : inconnue*

Une comparaison avec la précédente évaluation n'est pas possible puisqu'aucune évaluation du bon état écologique n'avait pu être produite lors du précédent rapportage (cycle 2, 2018). En effet, une seule campagne de suivi aérien SAMM avait été menée au moment du précédent rapportage BEE. Un état des lieux de la distribution des populations d'oiseaux au large avait pu être donné, mais sans possibilité de comparaison à un état initial de référence. L'évaluation actuelle permet de fournir une première analyse de l'évolution des populations d'oiseaux marins au large entre la campagne « SAMM I » (2012), considérée comme état de référence, et la campagne « SAMM II » (2019), qui renseigne l'état actuel (période d'évaluation).

5 Références bibliographiques

ACCOBAMS. 2021. Estimates of abundance and distribution of cetaceans, marine mega-fauna and marine litter in the Mediterranean Sea from 2018-2019 surveys. By S. Panigada, O. Boisseau, A. Canadas, C. Lambert, S. Laran, R. McLanaghan, A. Moscrop. Ed. ACCOBAMS - ACCOBAMS Survey Initiative Project, Monaco, 111 pp.

Authier M., Saraux C. & Péron C. 2017. Variable Selection and Accurate Predictions in Habitat Modelling: a Shrinkage Approach. *Ecography*, 40, 549-560.

Buckland S. T., Rexstad E. A., Marques T. A., & Oedekoven C. S. 2015. *Distance sampling: methods and applications* (Vol. 431). New York, NY, USA: Springer.

Dorémus G. 2020. MEGASCOPE : Suivi de la distribution de la mégafaune marine en Manche, Atlantique et Méditerranée en 2019. Rapport scientifique de l'Observatoire PELAGIS. 45 p.

Dorémus G., Blanchard A., Sanchez T., Peltier H., Van Canneyt O. & Chabrolle A. 2022. MEGASCOPE : Suivi de la distribution de la mégafaune marine en Manche, Atlantique et Méditerranée en 2021. Rapport scientifique de l'Observatoire PELAGIS. 69 p.

Hammond P.S., Macleod K., Berggren P., Borchers D.L., Burt L., Cañadas A., Desportes G., Donovan G.P., Gilles A., Gillespie D., Gordon J., Hiby L., Kuklik I., Leaper R., Lehnert K., Leopold M., Lovell P., Øien N., Paxton C.G.M., Ridoux V., Rogan E., Samarra F., Scheidat M., Sequeira M., Siebert U., Skov H., Swift R., Tasker M.L., Teilmann J., Van Canneyt O. & Vázquez J.A. 2013. Cetacean abundance and distribution in European Atlantic shelf waters to inform conservation and management. *Biological Conservation*, 164, 107-122.

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

Miller D. L., Burt M. L., Rexstad E. A. & Thomas L. 2013. Spatial models for distance sampling data: recent developments and future directions. *Methods in Ecology and Evolution*, 4(11), 1001-1010.

Miller D. L. 2016. Distance: Distance Sampling Detection Function and Abundance Estimation. In R package version 0.9.6.: <https://CRAN.R-project.org/package=Distance>.

Miller D. L., Rexstad E., Burt L., Bravington M. V. & Hedley S. L. 2016. dsm: Density Surface Modelling of Distance Sampling Data. In R package version 2.2.12. : <https://CRAN.R-project.org/package=dsm>

Pettex E., Lambert C., Laran S., Ricart A., Virgili A., Falchetto H., Authier M., Monestiez P., Van Canneyt O., Dorémus G., Blanck A., Toison V. & Ridoux V. 2014. Suivi Aérien de la Mégafaune Marine en France métropolitaine. Observatoire Pelagis (UMS 3462, La Rochelle Université / CNRS) & Agences des Aires Marines Protégées.

R Core Team. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>

Serre S., David L., Di-Méglio N., Dorémus G., Laran S., Spitz J. & Van Canneyt O. 2019. Distribution et abondance de la mégafaune marine en France métropolitaine. Rapport de campagne SAMM -II Méditerranée Hiver - 2019. Observatoire Pelagis (UMS 3462, Université de La Rochelle / CNRS) & Agence française pour la Biodiversité. 52 pp.

Simian G., Artero C., Cadiou B., Authier M., Bon C. & Caillot E. 2018. Évaluation de l'état écologique des oiseaux marins en France métropolitaine. Rapport scientifique pour l'évaluation 2018 au titre de la DCSMM. Muséum National d'Histoire Naturelle, Service des stations marines de Dinard, 161 p.

Vehtari A., Gabry J., Magnusson M., Yao Y., Bürkner P., Paananen T., Gelman A. 2020. "loo: Efficient leave-one-out cross-validation and WAIC for Bayesian models." R package version 2.3.1, <URL:<https://mc-stan.org/loo>>.

Yao Y., Vehtari A., Simpson D. & Gelman A. 2018. Using Stacking to Average Bayesian Predictive Distributions (with Discussion). *Bayesian Analysis*, 13, 917-1007.

6 Droits, copyright et politique d'utilisation des données

Limitation d'utilisation : CC-BY

Contraintes d'accès : Licence

Contraintes d'utilisation : Droit d'auteur / Droit moral (copyright)

Pour en savoir plus

[Lien URL vers fiche métadonnées sextant de chaque jeu de données source](#) :

- Campagnes aériennes de suivi de la mégafaune marine : <https://dcsmm.milieumarinfrance.fr/Acces-aux-donnees-cartographiques/Catalogue#/metadata/9c3e7610-6d04-4483-bca5-dff40e439e7d>