



2024

# Distribution des oiseaux marins non nicheurs au large – Région marine Manche-Atlantique



© A. Chabrolle

## Descripteur D1 – Biodiversité - Oiseaux

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

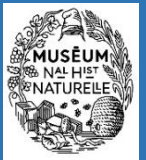
Attributs correspondants : Oiseaux marins de surface ; Oiseaux marins plongeurs pélagiques

Evaluation DCSMM BEE : cycle 3

Période d'évaluation : 2016-2021

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

3 Sous-Régions Marines (SRM) : Manche-Mer du Nord, Mers Celtiques, Golfe de Gascogne



Thème INSPIRE : Répartition des espèces

Pays contributeurs : France, FR

Citation : Distribution des oiseaux marins non nicheurs au large – Région marine Manche-Atlantique

## 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 changements de distribution. Pour la Manche et l'Atlantique, les données proviennent des campagnes aériennes de suivi de la mégafaune marine (SAMM et SCANS) et des campagnes halieutiques (IBTS, PELGAS, CGFS, EVHOE).

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 Manche-Atlantique, l'indicateur Distribution des oiseaux marins non nicheurs au large, relatif au critère D1C4 – est évalué pour les Unités Marines de Rapportage (UMR) suivantes : sous-régions marines (SRM) **Manche-Mer du Nord (SRM MMN)**, **Mers Celtiques (SRM MC)**, **subdivision Nord de la SRM Golfe de Gascogne (Nord-SRM GdG)** et **subdivision Sud de la SRM Golfe de Gascogne Sud (Sud-SRM GdG)**.

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

- ✓ Pour la **SRM MMN**, sur les 23 espèces évaluées au total (18 espèces de 'surface' et 5 espèces 'plongeurs pélagiques'), le critère D1C4 montre une **stabilité ou augmentation pour 14 espèces** (*Cormoran huppé, Fou de Bassan, Grand cormoran, Pingouin torda, Goéland argenté, Goéland brun, Goéland marin, Mouette pygmée, Puffin des Anglais, Puffin des Baléares, Puffin fuligineux, Puffin majeur, Sterne caugek, Sterne pierregarin*) et une **diminution pour 6 espèces** (*Guillemot de Troil, Fulmar boréal, Grand labbe, Mouette tridactyle, Océanite culblanc, Océanite tempête*), de la distribution spatiale dans la proportion de l'aire occupée à l'échelle de la SRM. Par ailleurs,



## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

l'évolution de la distribution spatiale n'a pas été renseignée pour **3 espèces** (*Goéland cendré*, *Mouette mélanocéphale*, *Mouette rieuse*) qui ne présentent **pas ou pas suffisamment de données**.

- ✓ Pour la **SRM MC**, sur 25 espèces évaluées au total (19 espèces de 'surface' et 6 espèces 'plongeurs pélagiques'), le critère D1C4 montre une **stabilité ou augmentation pour 19 espèces** (*Cormoran huppé*, *Fou de Bassan*, *Grand cormoran*, *Guillemot de Troil*, *Pingouin torda*, *Fulmar boréal*, *Goéland argenté*, *Goéland brun*, *Goéland marin*, *Grand labbe*, *Mouette pygmée*, *Océanite culblanc*, *Océanite tempete*, *Puffin des Anglais*, *Puffin des Baléares*, *Puffin fuligineux*, *Puffin majeur*, *Sterne caugek*, *Sterne pierregarin*) et une **diminution pour 1 espèce** (*Mouette tridactyle*), 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 **5 espèces** (*Macareux moine*, *Goéland cendré*, *Mouette mélanocéphale*, *Mouette rieuse*, *Puffin cendré*) qui ne présentent **pas ou pas suffisamment de données**.
- ✓ Pour la subdivision Nord de la **SRM GdG (Nord SRM GdG)**, sur les 25 espèces évaluées au total (19 espèces de 'surface' et 6 espèces 'plongeurs pélagiques'), le critère D1C4 montre une **stabilité ou augmentation pour 14 espèces** (*Cormoran huppé*, *Fou de Bassan*, *Grand cormoran*, *Guillemot de Troil*, *Pingouin torda*, *Goéland marin*, *Mouette pygmée*, *Mouette tridactyle*, *Océanite culblanc*, *Océanite tempete*, *Puffin des Anglais*, *Puffin majeur*, *Sterne caugek*, *Sterne pierregarin*) et une **diminution pour 9 espèces** (*Macareux moine*, *Fulmar boréal*, *Goéland argenté*, *Goéland brun*, *Goéland leucopnée*, *Grand labbe*, *Mouette mélanocéphale*, *Puffin des Baléares*, *Puffin fuligineux*), 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** (*Mouette rieuse*, *Puffin cendré*) qui ne présentent **pas ou pas suffisamment de données**.
- ✓ Pour la subdivision Sud de la **SRM GdG (Sud SRM GdG)**, sur les 25 espèces évaluées au total (19 espèces de 'surface' et 6 espèces 'plongeurs pélagiques'), le critère D1C4 montre une **stabilité ou augmentation pour 15 espèces** (*Cormoran huppé*, *Fou de Bassan*, *Grand cormoran*, *Guillemot de Troil*, *Pingouin torda*, *Goéland argenté*, *Mouette mélanocéphale*, *Mouette pygmée*, *Océanite culblanc*, *Océanite tempete*, *Puffin des Anglais*, *Puffin fuligineux*, *Puffin majeur*, *Sterne caugek*, *Sterne pierregarin*) et une **diminution pour 8 espèces** (*Macareux moine*, *Fulmar boréal*, *Goéland brun*, *Goéland leucopnée*, *Goéland marin*, *Grand labbe*, *Mouette tridactyle*, *Puffin des Baléares*), 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** (*Mouette rieuse*, *Puffin cendré*) 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 permet 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 le cas de l'abondance des oiseaux marins non nicheur au large, l'évaluation se fait à l'échelle des 4 UMR suivantes :

- Partie française de la sous-région marine **Manche-Mer du Nord** (ANS-FR-MS-MMN)
- Partie française de la sous-région marine **Mers Celtiques** (ACS-FR-MS-MC)
- Subdivision **Nord** de la partie française **du Golfe de Gascogne** (ABI-FR-MS-GDG-NORD)
- Subdivision **Sud** de la partie française **du Golfe de Gascogne** (ABI-FR-MS-GDG-SUD).

#### Echelle géographique d'évaluation :

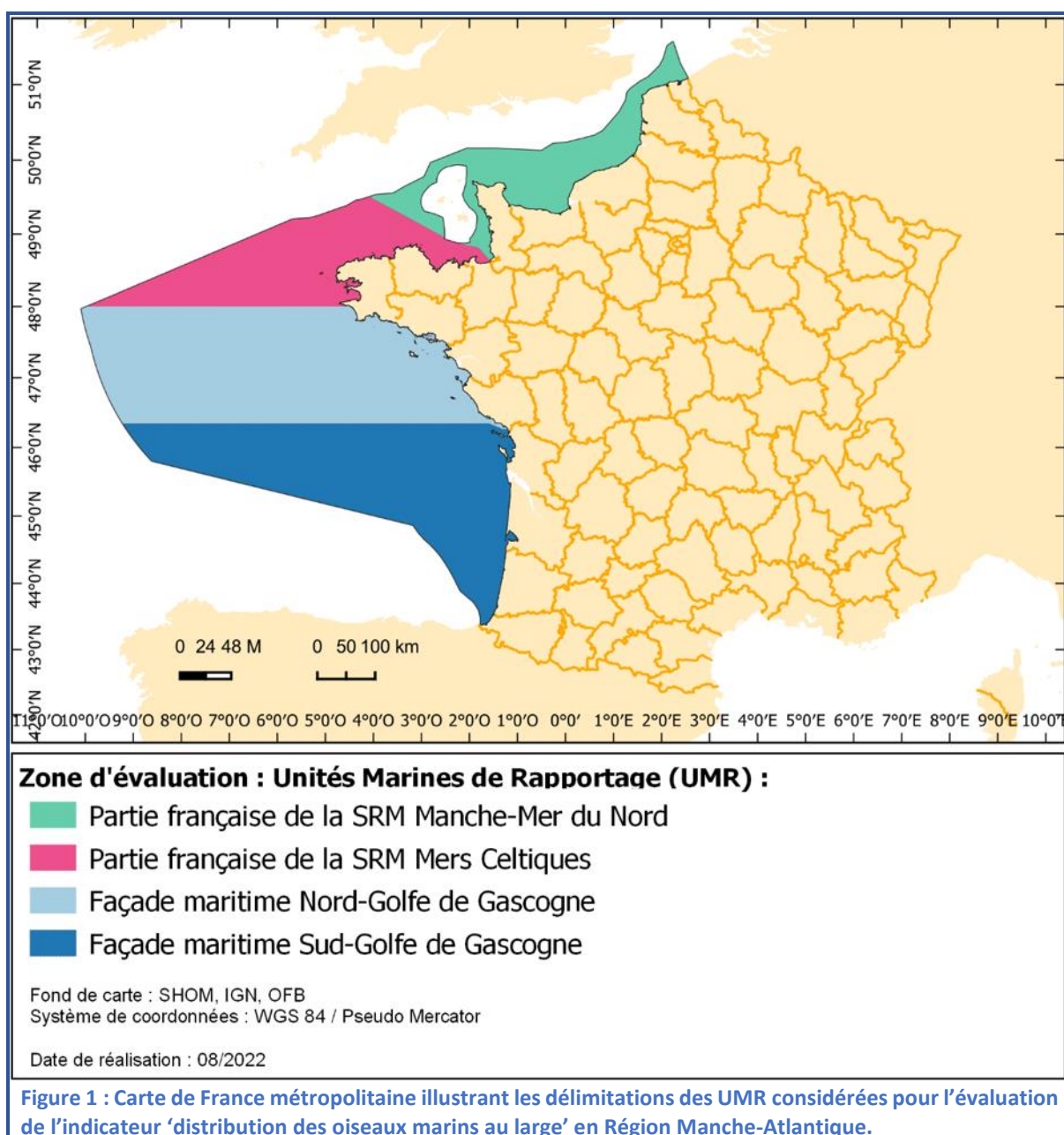
Le caractère mobile des oiseaux marins, leurs faibles abondances pour certaines espèces, ainsi que la résolution spatiale et temporelle des dispositifs de suivis imposent des unités géographiques d'évaluation (UGE) de très grande taille pour qu'elles soient écologiquement cohérentes et quantitativement 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 nicheur au large » est réalisée à l'échelle des UMR précédemment listées.

#### Autre unité géographique :

La méthode de traitement de 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'observation par Bateau, et de 20km x 20km pour les données d'observations aériennes.

#### Description de la zone d'évaluation :

Le suivi des oiseaux marins pour renseigner l'indicateur « distribution des oiseaux marins non nicheurs au large » 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. L'évaluation de l'indicateur se fait à l'échelle des sous-régions marines (SRM), et cette « fiche indicateur », dédiée à la région Manche-Atlantique, présente uniquement les résultats pour les SRM Manche-Mer du Nord, Mers Celtiques et Golfe de Gascogne (subdivisions Nord et Sud).



## 2.2 Méthode de surveillance

### Méthode de suivi/surveillance :

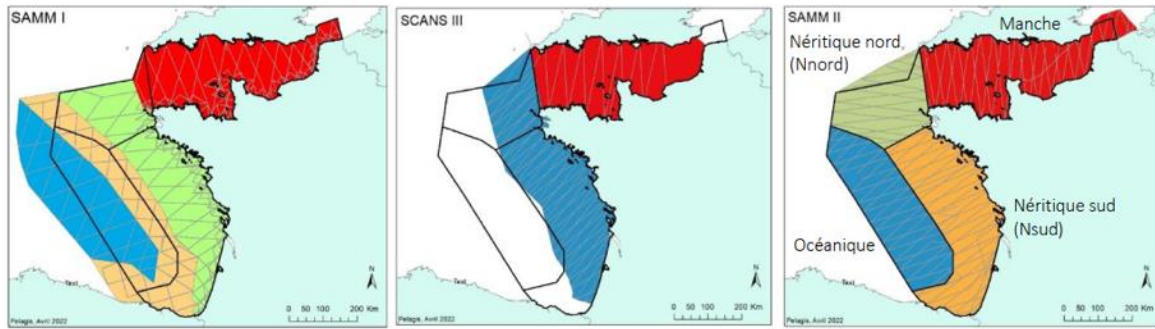
Les moyens mis en œuvre pour la surveillance de l'indicateur **Distribution des oiseaux marins non nicheurs au large** se composent de campagnes de suivi aérien et de campagnes de suivi par bateau.

- **Dispositif de suivi aérien :**

Les campagnes d'observations aériennes font référence aux dispositifs de type A du PdS, et correspondent aux suivis SAMM (Suivis Aériens de la Mégafaune Marine) et SCANS (Small Cetaceans in European Atlantic waters and the North Sea) dans les eaux marines métropolitaines, réalisés à deux saisons (hiver, été) afin de tenir compte des variabilités saisonnières. Un premier cycle SAMM (SAMM I) a eu lieu en hiver 2011/12 et été 2012, avec un plan d'échantillonnage pour la Région Manche-Atlantique comprenant l'ensemble de la ZEE métropolitaine étendue aux eaux anglaises et anglo-normandes de la Manche et à une partie des eaux espagnoles dans le sud du golfe de Gascogne (Pettex *et al.* 2014, Figure 2). Le second cycle de survol SAMM (SAMM II) a été réalisé en hiver 2021 (janvier à mars), avec un effort d'échantillonnage très proche de celui de SAMM I Hiver (Laran *et al.* 2021). La campagne d'été de ce second cycle de survol étant prévue dans le cadre des survols SCANS IV (juillet 2022), la campagne SCANS III de juillet 2016 peut être considérée comme

une campagne d’été pour le cycle d’évaluation en cours, bien que seul le plateau continental, incluant une partie du talus, a pu être couverte selon le même dispositif/protocole (Figure 2).

Figure 2 : Emprises spatiales des 3 campagnes : SAMM-I (hiver et été 2011-12), SCANS-III (été 2016 au centre) et SAMM-II (hiver 2021 à droite) (source : Laran *et al.* 2022)



Les transects linéaires réalisés lors des suivis sont menés 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.

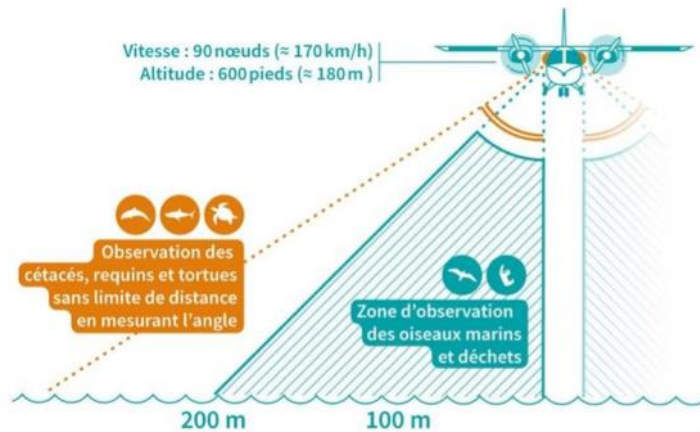


Figure 3 : Illustration du dispositif de suivi aérien SAMM (source : Laran *et al.* 2021).



Figure 4 : (a) Avion à ailes hautes ; (b) hublot-bulle (source : Pettex *et al.* 2014).

- Dispositif de suivi par bateau :

Les campagnes d’observations par bateau font référence aux dispositifs de type B du PdS, et correspondent au protocole d’observation MEGASCOPE mené pour la collecte de données en mer en vue de connaître la distribution des espèces et estimer les densités des espèces/groupes d’espèces les plus rencontrés, notamment les oiseaux marins. Deux observateurs sont positionnés sur le pont supérieur du navire et scannent à l’œil nu la surface de l’eau, chacun de part et d’autre de la route de sorte à couvrir les 180° avant du navire (Figure 5). Pour chacune des observations, la distance et l’angle sont mesurés afin de construire les modèles de détection selon la méthode de « distance sampling » (Buckland *et al.* 2015). Par ailleurs, l’effort d’observation est relevé et comprend le positionnement des observateurs et leur temps dédié à l’observation, ainsi que les conditions d’observations (visibilité, état de mer, éblouissement). Le protocole d’observation MEGASCOPE se compose de différentes campagnes dont 4 menées dans la région Manche-Atlantique (IBTS, PELGAS, CGFS, EVHOE), et qui se distinguent par leurs zones d’échantillonnages et leur période de suivi. La campagne IBTS est menée en Manche - mer du Nord au cours du mois de janvier ; la campagne PELGAS se déroule au printemps, généralement entre avril et juin ; la campagne CGFS est réalisée à l’automne en Manche – Mer du Nord ; et la campagne EVHOE est menée à l’automne en Golfe de Gascogne et Mers Celtiques (Figure 6). Ces différentes campagnes n’ont pas toutes débutées en même temps, ce qui donne lieu à des jeux de données variables d’observations des oiseaux marins pélagiques selon la Sous-Région Marine considérée. On note notamment que la première campagne sur laquelle le protocole MEGASCOPE a été appliqué est PELGAS, qui fournit des données depuis 2005. Les campagnes IBTS et EVHOE fournissent également des données depuis un certain nombre d’années, respectivement depuis 2007 et 2009. Enfin, la campagne CGFS présente une série temporelle limitée, avec des données suivant le protocole MEGASCOPE recueillies depuis 2015 seulement.

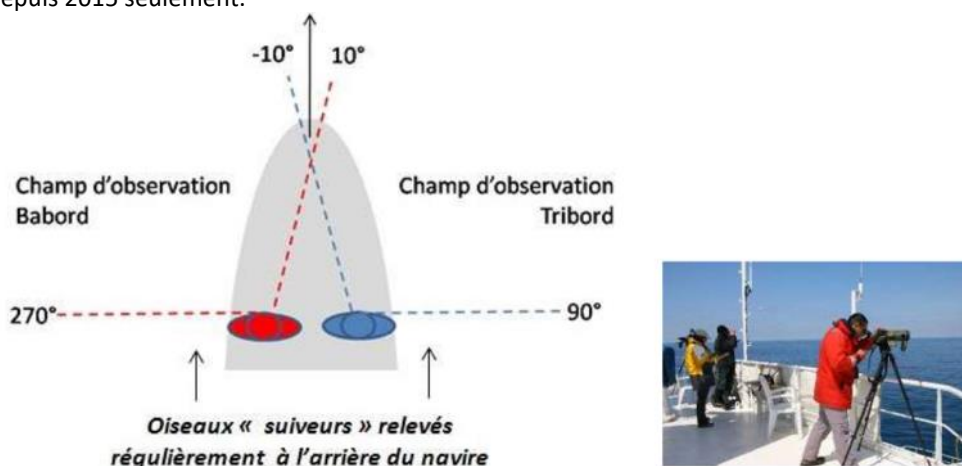


Figure 5 : Méthode d’observation appliquée et positionnement des observateurs au pont supérieur (Source : Dorémus 2020).

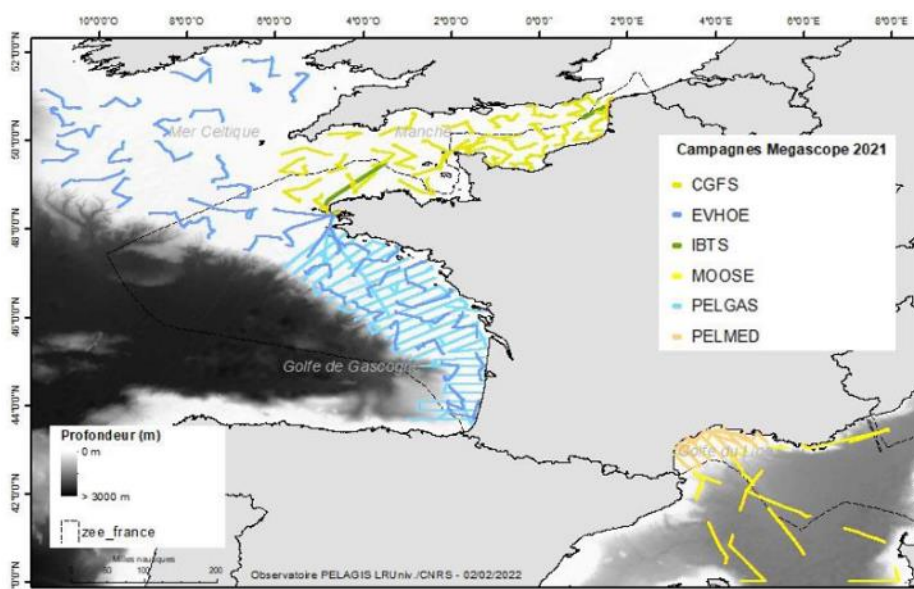


Figure Exemple des trajets des campagnes MEGASCOPE pour l’année 2021 (source : Dorémus 2022).

## 2.3 Méthode d'évaluation

### Description de la méthode d'évaluation :

L'indicateur de distribution renseigne la proportion de l'aire occupée par les oiseaux marins. L'aire occupée est estimée à partir des prédictions de densité/abondance obtenues à l'aide de modèles de 'Density Surface Modelling' (DSM) pour ce qui est des données aériennes (SAMM et SCANS), et de modèles de krigeage pour ce qui est des données bateau (MEGASCOPE). Les détails méthodologiques de ces estimations (également présentées dans la fiche indicateur 'Abondance des oiseaux marins non nicheurs au large') sont réprécisés avant la description du calcul de l'indicateur 'Distribution'.

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

Les données d'observations d'oiseaux marins issues des suivis SAMM 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 elle 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 'loaic' (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* – Vethari *et al.* 2020), a été choisie afin de limiter l'effet sur les résultats du choix d'un modèle particulier.

#### **Estimation de densité par krigeage – données Bateau**

L'estimation de l'abondance relative à partir des données issues des suivis Bateau est estimée à l'aide d'une analyse de krigeage de type « Poisson », développée pour l'analyse de données de comptage (Monestiez *et al.* 2006). Cette méthode de géostatistique se base uniquement sur la distance entre les observations pour faire une prédiction de densité dans les espaces qui n'ont pas été échantillonnés. Cette approche considère que la distance ou la direction liant les observations reflète une corrélation spatiale à l'origine des variations observées. Ainsi, l'outil de krigeage suppose que des points proches géographiquement se ressemblent davantage que des points éloignés. L'approche géostatistique utilisée permet de corriger l'autocorrélation spatiale entre les observations et les transects, ainsi que le caractère hétérogène de la distribution des transects (Pettex *et al.* 2014 ; Van der Meer and Leopold 1995 ; Strindberg and Buckland 2004). L'analyse de krigeage a été réalisée à l'aide du Logiciel R (version 4.0.2 - R Core Team 2020), et du package « *pelaKrig* » développé par l'Observatoire PELAGIS. L'analyse se découpe en 3 étapes clés : - construction du variogramme, qui modélise la relation de dépendance spatiale entre les données d'observation ; - ajustement d'une fonction à la distribution de la semi-variance obtenu par le variogramme ; - interpolation spatiale des observations/détection à l'aide du « Krigeage Poisson » et prédiction de la densité d'individus sur l'ensemble de la zone d'étude. La prédiction de densité peut ensuite être traduite en abondance.

**Agrégation des données pour le renseignement des espèces :**

Bien que les campagnes PELGAS soient réalisées en avril-mai, et que certaines espèces d'oiseaux marins peuvent déjà être considérées comme en période de reproduction à cette période de l'année, nous avons considéré que les oiseaux observés au large étaient encore largement issus de populations hivernantes. De plus, la quantité de données issues des campagnes PELGAS est conséquente, et il nous est important de valoriser ces campagnes qui pour certaines espèces représentaient une part non négligeable des données disponibles (notamment pour le Puffin des Baléares, non nicheur en Atlantique mais largement observé au large au printemps et à l'automne). Ces données seront donc bien prises en compte, tout comme les autres campagnes de suivi bateau qui ont lieu à l'automne/hiver, pour l'évaluation de l'indicateur Abondance des oiseaux marins au large (i.e. non reproducteurs). Pour ce qui est des données issues des campagnes aériennes, nous écarterons les données issues des campagnes d'été (SAMM1 Été et SCANS 3 Été) qui ne correspondent pas à la période d'intérêt. En revanche nous baserons nos analyses sur les données des campagnes aériennes hivernales conduites en 2011/2012 (SAMM1 Hiver) et en 2020/2021 (SAMM2 Hiver). Les suivis aériens et par bateau peuvent s'avérer complémentaires pour le suivi des oiseaux marins au large, du fait de la différence de proximité et de vitesse d'évolution de chacun de ces deux dispositifs. L'avantage du suivi aérien est qu'il est possible de couvrir une grande partie de la ZEE avec un effort d'échantillonnage plus dense, plus maillé, dans un temps relativement court comparé à ce qui est envisageable avec un bateau. En revanche, l'altitude de vol (183 m) de l'avion et sa vitesse de déplacement (163 km/h) réduit considérablement les possibilités d'identifications à l'espèce des observations d'oiseaux marins, comparé à une approche par bateau qui permet une meilleure proximité et à vitesse réduite pour une identification jusqu'à l'espèce plus aisée.

Pour les données Avion, bien que des observations jusqu'à l'espèce aient pu être faites lors des suivis aériens, leur quantité n'était pas toujours suffisante pour produire des modèles d'habitat suffisamment robustes à l'échelle spécifique. Dans ce cas, des modèles d'habitats à l'échelle du groupe d'espèces ont donc été produits par PELAGIS. Ce sont sur ces modèles d'habitats fournis par PELAGIS que nous basons notre évaluation de l'abondance des oiseaux marins au large issues des observations aériennes. Les modèles fournis sont les suivants : Alcides, Grand labbe, Goéland gris, Goéland noir, Grands goélands, *Mouette pygmée*, Laridés, Hydrobatidés, Procellaridés, Sternidés et *Fou de Bassan*. Nous avons écarté les modèles Laridés, Procellaridés et Grands Goélands de nos analyses car nous ne trouvons pas pertinent de renseigner l'ensemble des espèces de chacun de ces groupes avec une même évaluation BEE au vu des connaissances sur leurs taille et dynamique de population. Pour les autres modèles générés à l'échelle du groupe d'espèces et retenus pour nos analyses (exemple : Alcides), nous avons renseigné les espèces du groupe les plus pertinentes pour la SRM considérée (ex : Alcides -> *Guillemot de Troil* et *Pingouin torda* pour la SRM Mers Celtiques ; Goélands gris -> *Goéland argenté* pour la SRM Mers Celtiques) avec une même valeur d'évaluation BEE.

Pour les données Bateau, l'approche par krigeage, qui est moins poussée qu'un modèle d'habitat type DSM mais reste pertinente, nous a permis de valoriser davantage de données spécifiques et produire un certain nombre d'évaluation BEE à l'échelle de l'espèce. En revanche, dans le cas d'analyses produites à l'échelle du groupe d'espèces, la même évaluation BEE a, là encore, été attribuée à chacune des espèces composant le groupe.

Vu les différences de niveau de détermination entre les observations par bateau et par avion, une règle de décision a été appliquée dans le cas où les évaluations BEE ne concordent pas entre les deux dispositifs (Avion et Bateau). Cette règle de décision est détaillée dans la partie résultats, au niveau du tableau de synthèse des évaluations BEE.

**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 :

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

$\lambda$  correspond à la prédiction dans une cellule obtenue par le modèle de densité, ou par le 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 les données Avion, la période de référence correspond à la première campagne hivernale (SAMM 1) de 2011/12, et la période d'évaluation correspond à la seconde campagne hivernale (SAMM 2) de 2020/21.

Pour les données Bateau, la **période d'évaluation correspond aux 6 dernières années de suivi (2015-2020)**, et la période de référence correspond à toutes les années de suivi datant d'avant 2015. La **période de référence dépendra donc de la SRM considérée**, en fonction de l'historique des campagnes bateau menées dans la SRM :

- SRM Manche-Mer du Nord : **2007-2014**
- SRM Mers Celtiques : **2007-2014**
- SRM Golfe de Gascogne Nord : **2005-2014**
- SRM Golfe de Gascogne Nord : **2005-2014**

#### 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. Ces PAO annuelles permettent de calculer une PAO moyenne ( $\pm$  erreur standard) pour chacune des deux périodes d'intérêt : la **période de référence (historique)** et la **période d'évaluation (actuelle)**. 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 chacune des espèces est fixé à un différentiel de PAO ( $\Delta$ ) 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 Manche-Atlantique**

Indicateur	Distribution des oiseaux marins au large			
Critère associé	D1C4 – Distribution spatiale des populations			
Source de l'évaluation de l'indicateur	Nationale			
Élément (s) considéré (s)	Espèces représentatives des groupes d'espèces Oiseaux marins de surface et Oiseaux plongeurs pélagiques			
Unités marines de rapportage	SRM MMN	SRM MC	SRM GdG-Nord	SRM GdG-Sud
	Partie française de la Sous-Région Marine Manche - Mer du Nord (SRM MMN) ANS-FR-MS-MMN	Partie française de la Sous-Région Marine Mers Celtiques (SRM MC) ACS-FR-MS-MC	Subdivision nord de la partie française de la Sous-Région Marine Manche – Golfe de Gascogne (SRM GdG) ABI-FR-MS-GDG-NORD	Subdivision sud de la partie française de la Sous-Région Marine Manche – Golfe de Gascogne (SRM GdG) ABI-FR-MS-GDG-SUD
Echelle géographique d'évaluation	SRM Manche – Mer du Nord (SRM MMN), SRM Mers Celtiques (SRM MC), de la subdivision nord de la SRM Golfe de Gascogne (Nord SRM GdG) et de la subdivision sud de la SRM Golfe de Gascogne (Sud SRM GdG)			
Métrique	<p>Pour chaque espèce ou ensemble d'espèces : modélisation de l'abondance relative entre la période de référence et la période d'évaluation à partir des données de suivi par :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Avion</b> Ref : hiver 2011/2012 Eval : hiver 2021</li> <li>• <b>Bateau</b> Ref : 2007-2014 Eval : 2015-2020</li> </ul>			
Paramètre	DIST-S-Distribution (spatiale)			
Unité de mesure	Pourcentage de changement			
Sources des seuils	non pertinent			
Seuils fixés pour le paramètre	SRM MMN	SRM MC	SRM GdG-Nord	SRM GdG-Sud
	<p>A définir</p> <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. &amp; 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 Campagnes halieutiques DCF optimisées			
Dispositifs de suivi associés	Dispositif de suivi aérien SAMM, et dispositif de suivi par bateau MEGASCOPE			

Années  
considérées

2015-2021

## 2.4 Incertitude sur les résultats

### Confiance dans les données :

Concernant 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 différenciées 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.

D'autre part, bien que la détection des oiseaux dans le milieu naturel soit également imparfaite lors des suivis par bateau, la plus grande proximité permet généralement de plus facilement identifier les oiseaux jusqu'à l'espèce. En revanche, les conditions d'observations et notamment l'état de la mer, peut largement contraindre les observations. Par ailleurs, la méthodologie de krigeage utilisée pour estimer la densité d'individus, et en déduire l'abondance globale, est une approche largement utilisée et reconnue pour modéliser la densité dans l'espace, bien qu'elle ne tienne pas compte de facteurs environnementaux comme les nouvelles approche type DSM. Un des problèmes avec la méthode de krigeage est que dans certains cas le lissage des données peut être insuffisant, donnant lieu à une prédiction « mouchetée » dans l'espace, alors que le modèle DSM réalise un lissage plus fort pour une prédiction spatiale plus réaliste (Simian *et al.* 2018).

### 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 Manche-Mer du Nord, Mers Celtiques, Golfe de Gascogne -Nord et Golfe de Gascogne-Sud.**

Indicateur	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 MANCHE-MER DU NORD (MMN)

- **Evolution de la distribution des oiseaux marins non nicheurs au large à partir des suivis bateau (CGFS, IBTS)**

Pour la SRM MMN, **15 espèces d'oiseaux marins** (10 espèces d'oiseaux de surface et 5 espèces de plongeurs pélagiques) présentent suffisamment de données pour analyser l'évolution de leur distribution par le biais de la proportion de l'aire occupée, à partir des données des suivis en bateau.

Les résultats montrent que **3 espèces présentent une diminution de la proportion de l'aire occupée** : *Guillemot de Troïl*, *Fulmar boréal* et *Mouette tridactyle*.

Pour les **12 autres espèces**, à savoir le *Fou de Bassan*, le *Cormoran huppé*, le *Grand cormoran*, le *Pingouin torda*, le *Puffin majeur*, le *Puffin fuligineux*, le *Puffin des Anglais*, le *Puffin des Baléares*, le *Grand labbe*, le *Goéland argenté*, le *Goéland brun* et le *Goéland marin*, 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.

**Table 3 : Changement annuel moyen (%) dans la proportion de l'aire occupée (PAO) par les oiseaux marins, entre la période de référence (2007-2014) et la période d'évaluation (2015-2020), dans la SRM Manche – Mer du Nord (MMN) sur la base des campagnes de suivi par bateau CGFS et IBTS.** L'évolution de la PAO est matérialisée par les symboles ↔/↑ pour une situation stable ou à l'augmentation, et par le symbole ↓ pour une diminution.

Groupe fonctionnel	Espèces	Différentiel de PAO			Seuil	Evaluation de la PAO
		Borne inf.	Moyenne	Borne sup.		
Plongeurs pélagiques	Fou de Bassan	3,5	3,7	3,8	0,0	↔/↑
	Cormoran huppé	1,2	1,2	1,3	0,0	↔/↑
	Grand cormoran	2,7	2,8	2,9	0,0	↔/↑
	Guillemot de Troïl	-0,5	-0,4	-0,2	0,0	↓
	Pingouin torda	0,8	0,9	1,0	0,0	↔/↑
Surface	Fulmar boréal	-0,3	-0,2	-0,1	0,0	↓
	Puffin majeur	0,8	0,8	0,8	0,0	↔/↑
	Puffin fuligineux	1,6	1,7	1,7	0,0	↔/↑
	Puffin des Anglais	1,5	1,6	1,7	0,0	↔/↑
	Puffin des Baléares	2,0	2,0	2,1	0,0	↔/↑
	Grand labbe	1,9	2,0	2,0	0,0	↔/↑
	Goéland argenté	2,2	2,4	2,5	0,0	↔/↑
	Goéland brun	3,3	3,4	3,5	0,0	↔/↑

	Goéland marin	3,7	3,8	3,9	0,0	↔/↑
	Mouette tridactyle	-0,8	-0,6	-0,4	0,0	↓

- **Evolution de la distribution des oiseaux marins non nicheurs au large à partir des suivis aériens (SAMM, SCANS)**

D'autre part, **12 espèces d'oiseaux marins** (9 espèces d'oiseaux de surface et 3 espèces de plongeurs pélagiques) présentent suffisamment de données pour analyser l'évolution de leur distribution par le biais de la proportion de l'aire occupée, à partir des données des suivis en avion.

Les résultats montrent que **3 espèces présentent une diminution de la proportion de l'aire occupée** : *Océanite tempête*, *Océanite culblanc* et *Grand labbe*.

Pour les **9 autres espèces**, à savoir le *Fou de Bassan*, le *Guillemot de Troil*, le *Pingouin torda*, le *Goéland argenté*, le *Goéland brun*, le *Goéland marin*, la *Mouette pygmée*, la *Sterne pierregarin* et la *Sterne caugek*, 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.

**Table 4 : Changement annuel moyen (%) de la proportion de l'aire occupée (PAO) par les oiseaux marins dans la SRM Manche-Mer du Nord entre 2012 (référence) et 2021 (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.

Groupe fonctionnel	Données initiales	Espèces renseignées	Différentiel de PAO			Seuil	Evolution de la PAO
			Borne inf.	Moyenne	Borne sup.		
Plongeurs pélagiques	Fou de Bassan	<b>Fou de Bassan</b>	-0,2	0,1	0,3	0,0	↔/↑
	Alcidés	<b>Guillemot de Troil</b>	-0,3	-0,1	0,2	0,0	↔/↑
		<b>Pingouin torda</b>				0,0	↔/↑
Surface	Hydrobatidés	<b>Océanite tempête</b>	-0,9	-0,9	-0,9	0,0	↓
		<b>Océanite culblanc</b>				0,0	↓
	Grand labbe	<b>Grand labbe</b>	-1,4	-1,2	-1,0	0,0	↓
	Goélands gris	<b>Goéland argenté</b>	-0,1	0,1	0,4	0,0	↔/↑
	Goélands noirs	<b>Goéland brun</b>	-0,1	0,1	0,4	0,0	↔/↑
		<b>Goéland marin</b>				0,0	↔/↑
	Mouette pygmée	<b>Mouette pygmée</b>	1,2	1,4	1,6	0,0	↔/↑
	Sternidés	<b>Sterne pierregarin</b>	0,1	0,3	0,4	0,0	↔/↑
		<b>Sterne caugek</b>				0,0	↔/↑

**SRM MERS CELTIQUES (MC)**

- **Evolution de la distribution des oiseaux marins non nicheurs au large à partir des suivis bateau (CGFS, IBTS)**

Pour la SRM MC, **15 espèces d’oiseaux marins** (10 espèces d’oiseaux de surface et 5 espèces de plongeurs pélagiques) présentent suffisamment de données pour analyser l’évolution de leur distribution par le biais de la proportion de l’aire occupée, à partir des données des suivis en bateau.

Les résultats montrent que **2 espèces présentent une diminution de la proportion de l’aire occupée** : *Grand labbe* et *Mouette tridactyle*.

Pour les **13 autres espèces** évaluées, à savoir le *Fou de Bassan*, le *Cormoran huppé*, le *Grand cormoran*, le *Guillemot de Troïl*, le *Puffin majeur*, le *Puffin fuligineux*, le *Puffin des Anglais*, le *Puffin des Baléares*, le *Goéland argenté*, le *Goéland brun* et le *Goéland marin*, 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 BEE, ils permettent de faire un état des lieux de l’évolution de la distribution spatiale des espèces.

**Table 5 : Changement annuel moyen (%) dans la proportion de l’aire occupée par les oiseaux marins, entre la période de référence (2007-2014) et la période d’évaluation (2015-2020), dans la SRM Mers Celtiques (SRM MC) sur la base des campagnes de suivi par bateau CGFS et IBTS.** 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.

Groupe fonctionnel	Espèces	Différentiel de PAO			Seuil	BEE
		Borne inf.	Moyenne	Borne sup.		
Plongeurs pélagiques	Fou de Bassan	4,7	4,9	5,1	0.0	↔/↑
	Cormoran huppé	0,7	0,8	0,9	0.0	↔/↑
	Grand cormoran	2,8	2,9	3,0	0.0	↔/↑
	Guillemot de Troïl	0,3	0,5	0,7	0.0	↔/↑
	Pingouin torda	0,0	0,1	0,2	0.0	↔/↑
Surface	Fulmar boréal	0,5	0,6	0,7	0.0	↔/↑
	Puffin majeur	1,4	1,4	1,5	0.0	↔/↑
	Puffin fuligineux	1,9	1,9	2,0	0.0	↔/↑
	Puffins des Anglais	3,6	3,7	3,8	0.0	↔/↑
	Puffin des Baléares	1,7	1,8	1,9	0.0	↔/↑
	Grand labbe	-0,6	-0,5	-0,4	0.0	↓
	Goéland argenté	2,6	2,7	2,8	0.0	↔/↑
	Goéland brun	1,4	1,5	1,6	0.0	↔/↑
	Goéland marin	4,2	4,3	4,4	0.0	↔/↑
	Mouette tridactyle	-1,0	-0,8	-0,6	0.0	↓

- **Evolution de la distribution des oiseaux marins non nicheurs au large à partir des suivis aériens (SAMM, SCANS)**

Toujours pour la SRM MC, **12 espèces d’oiseaux marins** (9 espèces d’oiseaux de surface et 3 espèces de plongeurs pélagiques) ont également pu être considérées pour les analyses d’évolution de la proportion de l’aire occupée à partir des données aériennes.

Les résultats montrent que **2 espèces présentent une diminution de la proportion de l’aire occupée** : *Guillemot de Troïl* et *Pingouin torda*.

Pour les **10 autres espèces** évaluées, à savoir le *Fou de Bassan*, l’*Océanite tempête*, l’*Océanite culblanc*, le *Grand labbe*, le *Goéland argenté*, le *Goéland brun*, le *Goéland marin*, la *Mouette pygmée*, la *Sterne pierregarin* et la *Sterne caugek*, les résultats mettent en évidence une stabilité/augmentation de la proportion de l’aire occupée, et donc un **maintien voire augmentation de leur 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.

**Table 6 : Changement annuel moyen (%) de la proportion de l’aire occupée par les oiseaux marins dans la SRM Mers-Celtiques entre 2012 (référence) et 2021 (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.

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	-0,4	-0,1	0,2	0,0	↔/↑
	Alcidés	Guillemot de Troïl	-0,9	-0,6	-0,4	0,0	↓
		Pingouin torda				0,0	↓
Surface	Hydrobatidés	Océanite tempête	0,8	0,9	0,9	0,0	↔/↑
		Océanite culblanc				0,0	↔/↑
	Grand labbe	Grand labbe	0,1	0,3	0,6	0,0	↔/↑
	Goélands gris	Goéland argenté	1,3	1,6	1,8	0,0	↔/↑
	Goélands noirs	Goéland brun	0,0	0,2	0,4	0,0	↔/↑
		Goéland marin				0,0	↔/↑
	Mouette pygmée	Mouette pygmée	5,7	5,8	5,9	0,0	↔/↑
	Sternidés	Sterne pierregarin	0,3	0,4	0,5	0,0	↔/↑
		Sterne caugek				0,0	↔/↑

**Subdivision Nord GOLFE DE GASCOGNE (Nord SRM GdG)**

- Distribution des oiseaux marins non nicheurs au large à partir des suivis bateau (EVHOE, PELGAS)**

Pour l'UMR Nord SRM GdG, **22 espèces d'oiseaux marins** (16 espèces d'oiseaux de surface et 6 espèces de plongeurs pélagiques) présentent suffisamment de données pour analyser l'évolution de leur distribution par le biais de la proportion de l'aire occupée, à partir des données des suivis en bateau.

Les résultats montrent que **8 espèces présentent une diminution de la proportion de l'aire occupée** : *Macareux moine*, *Fulmar boréal*, *Puffin fuligineux*, *Puffin des Baléares*, *Goéland argenté*, *Goéland leucophée*, *Goéland brun*, et *Mouette mélanocéphale*.

Pour les **14 autres espèces** évaluées, à savoir le *Fou de Bassan*, le *Cormoran huppé*, le *Grand cormoran*, le *Guillemot de Troil*, le *Pingouin torda*, le *Puffin majeur*, le *Puffin des Anglais*, l'*Océanite tempête*, le *Grand labbe*, le *Goéland marin*, la *Mouette tridactyle*, la *Mouette pygmée*, la *Sterne pierregarin* et la *Sterne caugek*, les résultats mettent en évidence une stabilité/augmentation de la proportion de l'aire occupée, et donc un **maintien voire augmentation de leur 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.

**Table 7 : Changement annuel moyen (%) dans la proportion de l'aire occupée par les oiseaux marins, entre la période de référence (2005-2014) et la période d'évaluation (2015-2020), dans l'UMR Nord-SRM Golfe de Gascogne (SRM GdG\_N) sur la base des campagnes de suivi par bateau EVHOE et PELGAS.** 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.

Groupe fonctionnel	Espèces	Différentiel de PAO			Seuil	Evolution de la PAO
		Borne inf.	Moyenne	Borne sup.		
Plongeurs pélagiques	Fou de Bassan	2,2	2,4	2,6	0,0	↔/↑
	Cormoran huppé	0,4	0,4	0,5	0,0	↔/↑
	Grand cormoran	0,5	0,5	0,6	0,0	↔/↑
	Guillemot de Troil	1,0	1,1	1,1	0,0	↔/↑
	Pingouin torda	0,9	0,9	1,0	0,0	↔/↑
	Macareux moine	-1,0	-0,9	-0,9	0,0	↓
Surface	Fulmar boréal	-2,5	-2,4	-2,3	0,0	↓
	Puffin majeur	1,1	1,3	1,4	0,0	↔/↑
	Puffin fuligineux	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	↓
	Puffins des Anglais	0,4	0,5	0,5	0,0	↔/↑
	Puffin des Baléares	-0,8	-0,7	-0,7	0,0	↓
	Océanite tempête	0,1	0,2	0,3	0,0	↔/↑
	Grand labbe	1,7	1,8	1,8	0,0	↔/↑
	Goéland argenté	-0,3	-0,2	-0,1	0,0	↓
	Goéland leucophée	-1,8	-1,6	-1,5	0,0	↓
	Goéland brun	-0,9	-0,7	-0,6	0,0	↓
	Goéland marin	0,0	0,1	0,1	0,0	↔/↑
	Mouette tridactyle	0,5	0,6	0,6	0,0	↔/↑
	Mouette mélanocéphale	-0,2	-0,2	-0,2	0,0	↓
	Mouette pygmée	0,4	0,4	0,5	0,0	↔/↑
	Sterne pierregarin	1,3	1,4	1,5	0,0	↔/↑
Sterne caugek	0,1	0,1	0,2	0,0	↔/↑	

• **Distribution des oiseaux marins non nicheurs au large à partir des suivis aériens (SAMM, SCANS)**

Pour l'UMR Nord SRM GdG, les données issues des campagnes de suivis aériens permettent d'évaluer **13 espèces d'oiseaux marins** (10 espèces d'oiseaux de surface et 3 espèces de plongeurs pélagiques).

Les résultats montrent que **3 espèces présentent une diminution de la proportion de l'aire occupée** : *Grand labbe*, *Sterne pierregarin* et *Sterne caugek*.

Pour les **9 autres espèces évaluées**, à savoir le *Fou de Bassan*, le *Guillemot de Troil*, le *Pingouin torda*, l'*Océanite tempête*, l'*Océanite culblanc*, le *Goéland argenté*, le *Goéland brun*, le *Goéland marin* et la *Mouette pygmée*, les résultats mettent en évidence une stabilité/augmentation de la proportion de l'aire occupée, et donc un **maintien voire augmentation de leur 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 leur distribution spatiale.

**Table 8 : Changement annuel moyen (%) de la proportion de l'aire occupée par les oiseaux marins dans l'UMR Nord-SRM Golfe de Gascogne entre 2012 (référence) et 2021 (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.

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	-0,5	-0,2	0,0	0,0	↔/↑
	Alcidés	Guillemot de Troil	1,8	2,0	2,3	0,0	↔/↑
		Pingouin torda				0,0	↔/↑
Surface	Hydrobatidés	Océanite tempête	2,1	2,2	2,2	0,0	↔/↑
		Océanite culblanc				0,0	↔/↑
	Grand labbe	Grand labbe	-1,4	-1,2	-1,0	0,0	↓
	Goélands gris	Goéland argenté	2,7	2,9	3,0	0,0	↔/↑
	Goélands noirs	Goéland brun	0,9	1,1	1,3	0,0	↔/↑
		Goéland marin				0,0	↔/↑
	Mouette pygmée	Mouette pygmée	3,5	3,7	3,8	0,0	↔/↑
	Sternidés	Sterne pierregarin	-1,5	-1,4	-1,3	0,0	↓
		Sterne caugek				0,0	↓

**Subdivision Sud GOLFE DE GASCOGNE (Sud SRM GdG)**

• **Distribution des oiseaux marins non nicheurs au large à partir des suivis bateau (EVHOE, PELGAS)**

Pour l'UMR Sud SRM GdG, **22 espèces d'oiseaux marins** (16 espèces d'oiseaux de surface et 6 espèces de plongeurs pélagiques) présentent suffisamment de données pour analyser l'évolution de leur distribution par le biais de la proportion de l'aire occupée.

Les résultats montrent que **8 espèces présentent une diminution de la proportion de l'aire occupée** : *Macareux moine*, *Fulmar boréal*, *Puffin des Baléares*, *Océanite tempête*, *Goéland leucophée*, *Goéland brun*, *Goéland marin* et *Mouette tridactyle*.

Pour les **14 autres espèces** évaluées, à savoir le *Fou de Bassan*, le *Cormoran huppé*, le *Grand cormoran*, le *Guillemot de Troil*, le *Pingouin torda*, le *Puffin majeur*, le *Puffin fuligineux*, le *Puffin des Anglais*, le *Grand labbe*, le *Goéland argenté*, la *Mouette mélanocéphale*, la *Mouette pygmée*, la *Sterne pierregarin* et la *Sterne caugek*, les résultats mettent en évidence une stabilité/augmentation de la proportion de l'aire occupée, et donc un **maintien ou augmentation de la distribution des espèces**.

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.

**Table 9 : Changement annuel moyen (%) dans la proportion de l'aire occupée par les oiseaux marins, entre la période de référence (2005-2014) et la période d'évaluation (2015-2020), dans l'UMR Sud-SRM Golfe de Gascogne (SRM GdG\_S) sur la base des campagnes de suivi par bateau EVHOE et PELGAS.** 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.

Groupe fonctionnel	Espèces	Différentiel de PAO			Seuil	Evolution de la PAO
		Borne inf.	Moyenne	Borne sup.		
Plongeurs pélagiques	Fou de Bassan	0,6	0,8	0,9	0,0	↔/↑
	Cormoran huppé	0,4	0,4	0,5	0,0	↔/↑
	Grand cormoran	0,6	0,6	0,6	0,0	↔/↑
	Guillemot de Troil	0,1	0,2	0,3	0,0	↔/↑
	Pingouin torda	1,0	1,1	1,1	0,0	↔/↑
	Macareux moine	-0,2	-0,2	-0,1	0,0	↓
Surface	Fulmar boréal	-2,2	-2,1	-2,0	0,0	↓
	Puffin majeur	0,5	0,6	0,7	0,0	↔/↑
	Puffin fuligineux	-0,1	-0,1	0,0	0,0	↔/↑
	Puffins des Anglais	0,3	0,3	0,3	0,0	↔/↑
	Puffin des Baléares	-1,7	-1,6	-1,5	0,0	↓
	Océanite tempête	-0,3	-0,2	-0,2	0,0	↓
	Grand labbe	0,3	0,4	0,4	0,0	↔/↑
	Goéland argenté	-0,2	-0,1	0,0	0,0	↔/↑
	Goéland leucophée	-3,4	-3,2	-3,0	0,0	↓
	Goéland brun	-1,8	-1,7	-1,5	0,0	↓
	Goéland marin	-0,3	-0,2	-0,2	0,0	↓
	Mouette tridactyle	-0,3	-0,2	-0,2	0,0	↓
	Mouette mélanocéphale	0,1	0,1	0,2	0,0	↔/↑
	Mouette pygmée	1,4	1,4	1,4	0,0	↔/↑
	Sterne pierregarin	1,8	1,9	2,0	0,0	↔/↑
Sterne caugek	0,0	0,0	0,1	0,0	↔/↑	

• **Distribution des oiseaux marins non nicheurs au large à partir des suivis aériens (SAMM, SCANS)**

Pour l'UMR Sud SRM GdG, les données issues des campagnes de suivis aériens permettent d'évaluer **12 espèces d'oiseaux marins** (9 espèces d'oiseaux de surface et 3 espèces de plongeurs pélagiques).

Les résultats montrent que **3 espèces présentent une diminution de la proportion de l'aire occupée** : *Grand labbe*, *Sterne pierregarin* et *Sterne caugek*.

Pour les **9 autres espèces évaluées**, à savoir le *Fou de Bassan*, le *Guillemot de Troil*, le *Pingouin torda*, l'*Océanite tempête*, l'*Océanite culblanc*, le *Goéland argenté*, le *Goéland brun*, le *Goéland marin* et la *Mouette pygmée*, les résultats mettent en évidence une stabilité/augmentation de la proportion de l'aire occupée, et donc un maintien voire augmentation de leurs distributions spatiales.

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

**Table 10 : Changement annuel moyen (%) de la proportion de l'aire occupée par les oiseaux marins dans l'UMR Sud-SRM Golfe de Gascogne entre 2012 (référence) et 2021 (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.

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	0,1	0,4	0,0	↔/↑
	Alcidés	Guillemot de Troil	3,9	4,2	4,4	0,0	↔/↑
		Pingouin torda				0,0	↔/↑
Surface	Hydrobatidés	Océanite tempête	2,7	2,9	3,1	0,0	↔/↑
		Océanite culblanc				0,0	↔/↑
	Grand labbe	Grand labbe	-1,1	-0,9	-0,7	0,0	↓
	Goélands gris	Goéland argenté	0,9	1,1	1,3	0,0	↔/↑
	Goélands noirs	Goéland brun	5,6	5,7	5,9	0,0	↔/↑
		Goéland marin				0,0	↔/↑
	Mouette pygmée	Mouette pygmée	0,4	0,6	0,9	0,0	↔/↑
	Sternidés	Sterne pierregarin	-3,2	-3,1	-2,9	0,0	↓
Sterne caugek		-3,2	-3,1	-2,9	0,0	↓	

Tableau des résultats :

**Table 11 : Synthèse des résultats de l'évolution de la Proportion de l'Aire Occupée des oiseaux marins au large en Région Manche-Atlantique d'après les données de suivi par bateau (Bat.), de suivi par avion (Av.), et par combinaison des deux dispositifs (Global).** 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). 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	Espèces	MMN			MC			GdG-Nord			GdG-Sud		
		Bat.	Av.	Global	Bat.	Av.	Global	Bat.	Av.	Global	Bat.	Av.	Global
Plongeurs pélagiques	Fou de Bassan	↔/↑	↔/↑	↔/↑	↔/↑	↔/↑	↔/↑	↔/↑	↔/↑	↔/↑	↔/↑	↔/↑	↔/↑
	Cormoran huppé	↔/↑		↔/↑	↔/↑		↔/↑	↔/↑		↔/↑	↔/↑		↔/↑
	Grand cormoran	↔/↑		↔/↑	↔/↑		↔/↑	↔/↑		↔/↑	↔/↑		↔/↑
	Guillemot de Troil	↓	↔/↑	*↓	↔/↑	↓	*↔/↑	↔/↑	↔/↑	↔/↑	↔/↑	↔/↑	↔/↑
	Pingouin torda	↔/↑		*↔/↑	↔/↑		*↔/↑	↔/↑		↔/↑	↔/↑		↔/↑
	Macareux moine							↓		↓	↓		↓
Surface	Fulmar boréal	↓		↓	↔/↑		↔/↑	↓		↓	↓		↓
	Puffin majeur	↔/↑		↔/↑	↔/↑		↔/↑	↔/↑		↔/↑	↔/↑		↔/↑
	Puffin fuligineux	↔/↑		↔/↑	↔/↑		↔/↑	↓		↓	↔/↑		↔/↑
	Puffin des Anglais	↔/↑		↔/↑	↔/↑		↔/↑	↔/↑		↔/↑	↔/↑		↔/↑
	Puffin des Baléares	↔/↑		↔/↑	↔/↑		↔/↑	↓		↓	↓		↓
	Puffin cendré						*			*			*
	Océanite tempête		↓	↓	↔/↑		↔/↑	↔/↑	↔/↑	↔/↑	↓	↔/↑	*↔/↑
	Océanite culblanc			↓			↔/↑		↔/↑	↔/↑		↔/↑	↔/↑
	Grand labbe	↔/↑	↓	*↓	↓	↔/↑	*↔/↑	↔/↑	↓	*↓	↔/↑	↓	*↓
	Goéland argenté	↔/↑	↔/↑	↔/↑	↔/↑	↔/↑	↔/↑	↓	↔/↑	*↓	↔/↑	↔/↑	↔/↑
	Goéland leucopnée							↓		↓	↓		↓
	Goéland brun	↔/↑	↔/↑	↔/↑	↔/↑	↔/↑	↔/↑	↓	↔/↑	*↓	↓	↔/↑	*↓
	Goéland marin	↔/↑		↔/↑	↔/↑		↔/↑	↔/↑	↔/↑	*↔/↑	↓	↔/↑	*↓
	Goéland cendré			*			*						
	Mouette tridactyle	↓		↓	↓		↓	↔/↑		↔/↑	↓		↓
	Mouette mélanocéphale			*			*	↓		↓	↔/↑		↔/↑
	Mouette pygmée		↔/↑	↔/↑		↔/↑	↔/↑	↔/↑	↔/↑	↔/↑	↔/↑	↔/↑	↔/↑
	Mouette rieuse			*			*			*			*
	Sterne pierregarin		↔/↑	↔/↑		↔/↑	↔/↑	↔/↑	↓	*↔/↑	↔/↑	↓	*↔/↑
	Sterne caugek			↔/↑			↔/↑	↔/↑		*↔/↑	↔/↑		*↔/↑

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

Chaîne de décision générique :

L'évaluation globale tient compte des deux évaluations 'Bateau' et 'Avion' de sorte que :

- si l'évolution est jugée ' $\leftrightarrow/\uparrow$ ' par les deux dispositifs, alors l'évolution globale considérée est ' $\leftrightarrow/\uparrow$ ' ;
- si l'évolution est jugée ' $\downarrow$ ' par les deux dispositifs, alors l'évolution globale considérée est ' $\downarrow$ ' ;
- si l'évolution est jugée ' $\leftrightarrow/\uparrow$ ' pour un des deux dispositifs, et ' $\downarrow$ ' pour l'autre, alors une chaîne de décision spécifique est appliquée\*.

\*Chaîne de décision spécifique :

Pour les espèces dont le niveau de détermination est similaire entre les deux dispositifs de suivis (i.e. données d'observations renseignées à l'espèce en Bateau comme en Avion ; ou données renseignées à l'échelle du groupe en Bateau comme en Avion), alors un poids supérieur est donné au dispositif 'Avion' du fait de la meilleure couverture spatiale du suivi. L'évolution globale considérée est donc celle mise en évidence par le dispositif 'Avion'.

En revanche, si le niveau de détermination est différent entre les deux dispositifs, avec par exemple un résultat issu de données renseignées à l'espèce (ex : *Guillemot de Troil*) pour le suivi 'Bateau', contre des données renseignées à l'échelle du groupe (ex : Alcidés) pour le suivi 'Avion', un poids supérieur est donné aux observations renseignées à l'espèce (dans l'ex : évaluation *Guillemot de Troil* issues du suivi Bateau).

Par ailleurs, 7 espèces non-nicheuses en mer (*Macareux moine*, *Puffin cendré*, *Goéland cendré*, *Mouette mélanocéphale*, *Mouette rieuse*, *Sterne de Dougall*, *Sterne naine*), connues pour être présentes dans une ou plusieurs des sous-régions marines de la façade Manche-Atlantique, ne présentent pas ou trop peu de données d'observations pour produire une comparaison de leur distribution spatiale entre 2011/12 et 2020/21. Aucune évaluation de l'évolution de la Proportion d'Aire Occupée (PAO) ne sera produite pour ces espèces, mais un **fond de couleur gris** matérialise la pertinence d'une évaluation lorsque suffisamment de données seront disponibles dans les sous-régions marines où elles sont présentes.

### 3.2 Tendances

#### Tendance :

Non pertinent
---------------

## 4 Comparaison avec la précédente évaluation

#### Evolution générale par rapport au cycle précédent :

- Evolution de l'état : inconnue

Pas de comparaison possible avec la précédente évaluation car seul un état des lieux de la densité spatiale des espèces avait pu être fait au cycle précédent, à partir de la seule campagne de suivi aérien menée à l'époque, sans évaluation BEE possible pour la plupart des Sous-régions marines. Une évaluation de la proportion de l'aire occupée avait pu être produite pour la SRM Golfe de Gascogne à partir des données de suivi par Bateau, mais pour l'ensemble de la SRM, alors que nous présentons ici une évaluation en distinguant les subdivisions Nord et Sud de la SRM Golfe de Gascogne. De plus, dans l'évaluation en cours, nous avons fait en sorte de valoriser les données issues des deux dispositifs de suivis (bateau et avion), il ne serait donc pas judicieux de comparer l'évaluation actuelle de la SRM Golfe de Gascogne avec l'évaluation précédente qui tient uniquement compte des données Bateau. Une comparaison pourra être faite lors du prochain cycle de rapportage avec les résultats présentés ici.
--

## 5 Références bibliographiques

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.

Laran S., Genu M., Authier M., Blanchard A., Doremus G., Sanchez T., Spitz J. & Van Canneyt O. 2022. Distribution et abondance de la mégafaune marine en France métropolitaine. Rapport final de la campagne SAMM II Atlantique-Manche - Hiver 2021, de l'Observatoire Pelagis (UAR 3462, La Rochelle

Université / CNRS) pour la Direction de l'Eau et de la Biodiversité et L'Office Français de la Biodiversité. 72 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>

Monestiez P., Dubroca L., Bonnin E., Durbec J. P. & Guinet C. 2006. Geostatistical modelling of spatial distribution of *Balaenoptera physalus* in the Northwestern Mediterranean Sea from sparse count data and heterogeneous observation efforts. *Ecological Modelling*, 193(3-4), 615-628.

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/>

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.

Strindberg S., Buckland T. S. 2004. Zigzag survey designs in line transect sampling. *Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics* 9, 443–461.

Van der Meer J., Leopold M.F. 1995. Assessing the population size of the European storm petrel (*Hydrobates pelagicus*) using spatial autocorrelation between counts from segments of criss- cross ship transects. *ICES J. Mar. Sci. J. Cons.* 52, 809–818. doi:10.1006/jmsc.1995.0077

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>
- Campagnes halieutiques DCF optimisées : <https://dcsmm.milieumarinfrance.fr/Acces-aux-donnees-cartographiques/Catalogue#/metadata/8b35aa2f-9b25-46ce-8262-9e083b4b7613>