

# Projet BIRD DYNAMIC

Mots clés : effets cumulés - 7 parcs éoliens en mer - 18 espèces d’oiseaux marins - effet de la collision - modèle de dynamique populationnelle

29/08/2024

## 1 – Présentation générale

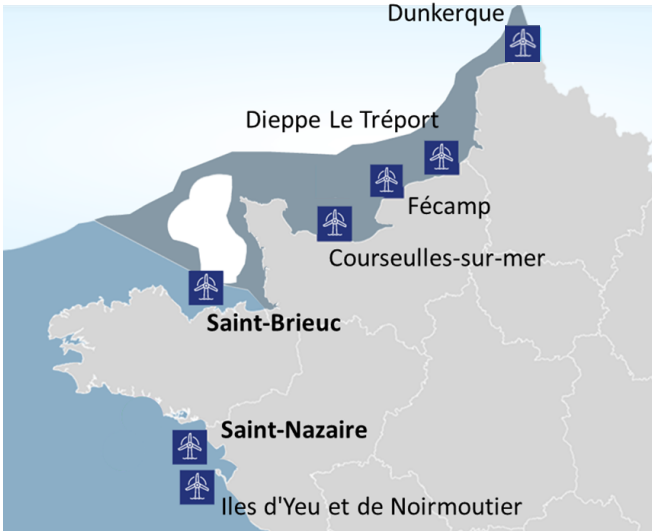
Dans le cadre du Groupe de Travail ECUME, trois projets ont été initiés en 2022 pour développer et tester une méthode afin de conduire une première évaluation de l'impact cumulé sur les oiseaux marins des sept premiers parcs éoliens offshore autorisés le long l’arc atlantique français :

- Le projet BIRD RISK, porté par le bureau d’étude Natural Power, avait pour mission de tester la mise en œuvre du modèle de collision existant (modèle de Band) afin d’estimer le risque d’impact cumulé de collision des oiseaux marins à l’échelle de 7 parcs éoliens de l’arc Atlantique et de 25 parcs étrangers.
  - Le projet BIRD DYNAMIC, qui est l’objet du présent rapport, avait pour objectif d’intégrer les résultats de BIRD RISK dans des modèles de dynamique de population. Il est porté par le CNRS - CEFE de Montpellier.
  - Le projet BIRD MOVE, aussi porté par le CEFE, avait pour objectif de développer une méthodologie permettant d’évaluer le risque d’impact cumulé des effets déplacement et barrière sur les oiseaux marins.
- Ces travaux seront intégrés au projet BIRD DYNAMIC 2 (de même que ceux de BIRD RISK et BIRD DYNAMIC 1), lauréat de l’appel à projet de l’Observatoire national de l’éolien en mer en 2024.

### Objectif principal

Le projet BIRD DYNAMIC visait à développer une méthode afin d’évaluer l’impact cumulé des parcs éoliens en mer sur la démographie des oiseaux marins, en prenant en compte le risque de collision dont les résultats proviennent du projet BIRD RISK.

La méthode développée dans ce projet a ensuite été appliquée pour modéliser la dynamique de population de 18 espèces d’oiseaux marins à l’échelle des 7 premiers parcs éoliens en mer autorisés ou en cours d’autorisation le long de l’arc atlantique français (cf. carte ci-contre).



|                |                   |                 |                    |                    |                    |                |                       |                |
|----------------|-------------------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------|-----------------------|----------------|
| Fou de Bassan  | Goéland marin     | Goéland argenté | Goéland brun       | Mouette tridactyle | Cormoran huppé     | Grand cormoran | Mouette mélanocéphale | Mouette rieuse |
| Goéland cendré | Sterne de Dougall | Sterne caugék   | Sterne pierregarin | Pingouin torda     | Guillemot de Troil | Guifette noire | Goéland leucopnée     | Macareux moine |

Espèces étudiées dans le cadre de BIRD DYNAMIC

### Réseau d’acteurs impliqués dans le projet



## 2 – Modèle et mesures d'impact

### Modèle et hypothèses

La méthode développée dans le projet BIRD DYNAMIC s'appuie sur la comparaison de deux scénarios.

- **Un premier scénario de référence sans collision** (sans parcs éoliens en mer), pour lequel le modèle démographique s'appuie sur des données historiques de suivi des populations d'oiseaux marins sur la période 2009-2021. Le modèle mobilisé a été développé spécifiquement pour l'étude, afin de mieux prendre en compte les dynamiques locales de population, dans la perspective d'agréger les effets cumulés des 7 parcs étudiés dans le second scénario (cf. Sect. 7.4 du rapport).
- **Un second scénario intégrant l'impact des collisions** du fait des parcs éoliens en mer sur la démographie des espèces étudiées, dans le modèle démographique développé dans le premier scénario. Les taux de collisions utilisés dans les simulations sont issus des résultats de l'étude BIRD RISK<sup>1</sup> (cf. Sect. 7.5 du rapport).

Dans les deux scénarios, le modèle intègre et propage les **incertitudes**, d'une part concernant l'estimation de la population locale dans le modèle de dynamique de population (scénario 1 et 2), et d'autre part concernant l'estimation des collisions (scénario 2 uniquement). Afin de prendre en compte ces incertitudes, les scénarios 1 et 2 sont confrontés, non pas sur une seule réalisation (approche déterministe), mais sur **100 000 simulations** (approche stochastique). A partir de ces simulations, toute grandeur d'intérêt tirée du modèle (taille des populations d'une espèce, variation de trajectoire démographique entre les scénarios, etc.) dispose d'une distribution dont il est possible d'extraire des statistiques (moyenne, médiane, quantiles, écart type).

### Mesures d'impact

Dans l'étude BIRD DYNAMIC, l'impact de l'éolien en mer sur les populations d'oiseaux marins est estimé pour chacune des 18 espèces par deux critères quantitatifs : l'impact relatif et la probabilité d'extinction (cf. Sect. 8.1, encadré 1 du rapport).

**L'impact relatif** correspond, pour une espèce donnée, à la différence de taille de population après 30 ans entre le scénario de référence (sans parc) et le scénario avec parc, rapporté à la population finale du scénario de référence. Ainsi défini, l'impact relatif s'exprime sous la forme d'un pourcentage, mais ne peut pas être calculé lorsque la population s'éteint naturellement dans le scénario de référence<sup>2</sup>. L'impact relatif est donc une mesure d'impact conditionnelle, qui représente l'écart démographique à 30 ans de l'espèce, à condition que celle-ci ne s'éteigne pas de manière naturelle dans cet intervalle de temps.

Les simulations conduites dans l'étude donnent une distribution de valeurs pour l'impact relatif sur chaque espèce, dont on peut déduire des mesures de risque, en calculant par exemple la médiane et le quantile à 95% (appelé « pire cas réaliste » dans le rapport).

En effet, afin de faciliter la lecture des résultats, les auteurs du rapport ont privilégié une approche « pessimiste » notamment en adoptant le quantile 95%, dont l'interprétation s'énonce ainsi : si  $Q95\% = X\%$  alors « Avec un seuil de tolérance au risque d'erreur de 5% maximum, on ne peut pas exclure la possibilité que l'impact démographique à 30 ans sur l'espèce en question soit supérieur ou égal à  $X\%$  ». Cette approche a été retenue préférentiellement à celle à laquelle recourent usuellement les études d'impact en s'appuyant sur la médiane, impliquant une marge de manœuvre de 50%.

**La probabilité d'extinction** à 30 ans est calculée pour chaque espèce, à la fois pour le scénario de référence et pour le scénario avec parc, en utilisant la totalité des simulations conduites – cette mesure d'impact n'est pas conditionnée aux résultats du scénario de référence. La comparaison entre les deux valeurs obtenues donne une autre métrique d'impact. Il s'agit d'une métrique secondaire, souvent nulle (voir tableau page suivante), informative seulement pour les cas les plus extrêmes de petites populations en fort déclin.

<sup>1</sup> Le rapport BIRD RISK est également disponible sur le site [eoliennesenmer.fr](http://eoliennesenmer.fr)

<sup>2</sup> Cela reviendrait à diviser l'écart démographique à 30 ans par zéro

### 3 – Résultats

Au-delà du modèle développé qui a fait l'objet d'un article scientifique (disponible sur le lien suivant : <https://doi.org/10.1002/ecy.4459>), le rapport présente des résultats de modélisation de la dynamique de populations d'oiseaux à l'échelle de l'arc atlantique (cf. Sect. 8) accompagnés d'une discussion à propos de leur interprétation (Sect. 9).

#### Impact relatif

L'impact relatif, selon le pire cas réaliste, est **nul** pour trois espèces (la Mouette mélanocéphale, la Sterne de Dougall et le Goéland leucophée), **inférieur à 2 %** pour trois espèces (le Cormoran huppé, la Sterne caugek et la Mouette rieuse) et **compris entre 2 % et 10 %** pour cinq espèces : la Sterne pierregarin, la Mouette tridactyle, le Goéland argenté, le Grand cormoran et le Goéland brun (cf. tableau ci-dessous).

L'impact relatif est évalué **entre 13 % et 29 %** pour quatre espèces : le Goéland marin, le Fou de Bassan, le Guillemot de Troïl et la Guifette noire ; et est évalué à **plus de 70 %** pour le Pingouin torda, le Macareux moine et le Goéland cendré.

| Espèce                | Taille de population initiale (2021) estimée | Taux de croissance annuel estimé (sans impact) | Nombre de collisions annuelles estimées | Taux de collision annuel estimé | Impact estimé (quantile 95%) | Impact estimé (médiane) |
|-----------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Goéland cendré        | 11                                           | -8.1%                                          | 0.1                                     | 0.91%                           | 1.00                         | 0.10                    |
| Macareux moine        | 637                                          | -3.9%                                          | 13.8                                    | 2.17%                           | 0.92                         | 0.47                    |
| Pingouin torda        | 609                                          | 14.5%                                          | 5.2                                     | 0.85%                           | 0.70                         | 0.25                    |
| Guifette noire        | 229                                          | -7.1%                                          | 0.5                                     | 0.21%                           | 0.29                         | 0.07                    |
| Guillemot de Troïl    | 3043                                         | 10.1%                                          | 3.6                                     | 0.12%                           | 0.23                         | 0.03                    |
| Fou de Bassan         | 51206                                        | -0.8%                                          | 229.1                                   | 0.45%                           | 0.15                         | 0.12                    |
| Goéland marin         | 25936                                        | -3.0%                                          | 162.1                                   | 0.62%                           | 0.13                         | 0.11                    |
| Goéland brun          | 43964                                        | -3.2%                                          | 106.5                                   | 0.24%                           | 0.10                         | 0.06                    |
| Grand cormoran        | 17189                                        | -1.2%                                          | 24.6                                    | 0.14%                           | 0.08                         | 0.03                    |
| Goéland argenté       | 113715                                       | -4.6%                                          | 275.3                                   | 0.24%                           | 0.07                         | 0.06                    |
| Mouette tridactyle    | 29036                                        | 1.6%                                           | 59.5                                    | 0.20%                           | 0.05                         | 0.04                    |
| Sterne pierregarin    | 11140                                        | -2.8%                                          | 5.9                                     | 0.05%                           | 0.03                         | 0.02                    |
| Cormoran huppé        | 28639                                        | 0.5%                                           | 3.1                                     | 0.01%                           | 0.02                         | 0                       |
| Sterne caugek         | 31782                                        | 2.7%                                           | 7.2                                     | 0.02%                           | 0.01                         | 0.01                    |
| Mouette rieuse        | 18859                                        | 4.0%                                           | 1.8                                     | 0.01%                           | 0.01                         | 0                       |
| Mouette mélanocéphale | 11138                                        | 5.5%                                           | 0.8                                     | 0.01%                           | 0                            | 0                       |
| Sterne de Dougall     | 233                                          | -0.1%                                          | 0                                       | 0.00%                           | 0                            | 0                       |
| Goéland leucophée     | 3125                                         | 2.0%                                           | 0.1                                     | 0.00%                           | 0                            | 0                       |

\* Pour ces deux espèces (Macareux moine et Goéland leucophée), les mortalités par collision ont été estimées à partir d'une espèce proxy (Pingouin torda et Goéland argenté, respectivement), faute d'estimation disponible dans le projet BIRD RISK. Les valeurs de mortalités et l'impact estimés sont donc moins fiables que pour les autres espèces.

*Résumé des résultats d'impact relatif, à l'échelle de l'arc atlantique, pour chaque espèce.*

#### Probabilité d'extinction

La probabilité d'extinction due aux parcs éoliens est **nulle** pour 15 espèces, et **relativement faible** pour le Macareux moine (0,4%) et la Guifette noire (7 %). Pour le Goéland cendré, la probabilité d'extinction avec parcs est de 85 % **soit seulement 1 % de plus que la probabilité d'extinction sans parcs**. Ce résultat de 1% peut s'expliquer par le statut très précaire de cette espèce et sa tendance démographique négative.

| Espèce                | Probabilité d'extinction à 30 ans (sans impact) | Probabilité d'extinction à 30 ans (avec impact) | Augmentation relative de la probabilité d'extinction à 30 ans |
|-----------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Goéland cendré        | 0.84                                            | 0.85                                            | 1%                                                            |
| Guifette noire        | 0.06                                            | 0.07                                            | 6%                                                            |
| Macareux moine        | 0                                               | 0.004                                           | —                                                             |
| Pingouin torda        | 0                                               | 0                                               | 0%                                                            |
| Fou de Bassan         | 0                                               | 0                                               | 0%                                                            |
| Goéland marin         | 0                                               | 0                                               | 0%                                                            |
| Goéland brun          | 0                                               | 0                                               | 0%                                                            |
| Goéland argenté       | 0                                               | 0                                               | 0%                                                            |
| Mouette tridactyle    | 0                                               | 0                                               | 0%                                                            |
| Grand cormoran        | 0                                               | 0                                               | 0%                                                            |
| Guillemot de Troïl    | 0                                               | 0                                               | 0%                                                            |
| Sterne pierregarin    | 0                                               | 0                                               | 0%                                                            |
| Sterne caugek         | 0                                               | 0                                               | 0%                                                            |
| Cormoran huppé        | 0                                               | 0                                               | 0%                                                            |
| Mouette mélanocéphale | 0                                               | 0                                               | 0%                                                            |
| Mouette rieuse        | 0                                               | 0                                               | 0%                                                            |
| Sterne de Dougall     | 0                                               | 0                                               | 0%                                                            |
| Goéland leucophée     | 0                                               | 0                                               | 0%                                                            |

*Probabilité d'extinction à 30 ans de chaque espèce à l'échelle de l'arc atlantique, selon les deux scénarios*

## 4 – Discussion et conclusion

Le projet BIRD DYNAMIC a développé une méthode afin d'évaluer l'impact cumulé des parcs éoliens en mer sur la démographie des oiseaux marins à partir des données de collision issues de l'étude BIRD RISK. Dans l'ensemble, les résultats de l'étude, basés sur le pire cas réaliste, indiquent que les risques de collision posés par les 7 parcs considérés pourraient engendrer **un impact démographique relativement fort** pour plusieurs espèces d'oiseaux nicheurs. Ces résultats sont spécifiques aux 7 parcs et aux données associées (dynamiques des populations d'oiseaux, caractéristiques des parcs) et sont difficilement extrapolables à d'autres parcs. Cependant, certains choix dans les hypothèses du modèle et dans la sélection des données sont à prendre considération pour bien interpréter les résultats (cf. Sect. 9 du rapport). Nous rappelons notamment les **limites de l'étude** suivantes :

- L'étude **prend uniquement en compte le risque de collision** et ne prend pas en compte les autres effets positifs ou négatifs sur les populations d'oiseau (effets de déplacements, d'autres pressions, des mesures ERC telles que le bridage ou l'arrêt programmée/réactif des turbines, etc.).
- Les valeurs estimées dans ce rapport comportent **un certain degré d'incertitude**.

En particulier, le rapport souligne deux types d'incertitudes (cf. Sect. 9.1 du rapport).

D'une part, les résultats sont sujets à des **incertitudes mesurables** reflétées par les intervalles de confiance de l'impact relatif, dont l'étalement, lorsqu'il est important, reflète des incertitudes fortes. Cela a été le cas **notamment pour les trois espèces les plus à risque** (le Pingouin torda, le Macareux moine et le Goéland cendré). Afin de faciliter la lecture des résultats présentant de tels niveaux d'incertitudes, les auteurs du rapport ont privilégié une approche « pessimiste » notamment en adoptant le quantile 95%.

D'autre part, les résultats font l'objet de biais potentiels et **d'incertitudes plus difficilement quantifiables**, tant du côté du modèle de collision utilisé dans le projet BIRD RISK, dont le modèle théorique n'a pas pu être confronté à ce jour à des données empiriques, que du côté du modèle démographique. Ces biais ne sont pas simplement le résultat de choix de l'étude mais plutôt un reflet des **lacunes de connaissances actuelles** sur certains mécanismes et paramètres biologiques.

### Conclusions de l'étude

- ➔ Le projet BIRD DYNAMIC a d'abord permis de développer une nouvelle méthode de projection démographique concernant les oiseaux marins.
- ➔ Cette étude a également permis de faire une première évaluation de l'impact démographique cumulé du risque de collision estimé pour 18 espèces d'oiseaux marins nicheurs sur les 7 premiers parcs éoliens en mer autorisés de l'arc atlantique français. Les résultats mettent en lumière des impacts potentiellement substantiels sur certaines espèces, soulignant ainsi l'importance de considérer ces effets dans les futurs projets de développement de parcs éoliens en mer.
- ➔ Pour approfondir et compléter ce travail, plusieurs axes de recherche et d'action sont envisagés :
  - La comparaison avec les retours d'expérience de parcs éoliens à l'étranger,
  - La prise en compte des mesures d'atténuation de la séquence ERC,
  - La quantification des effets combinés de l'évitement et du risque de collision,
  - La conduite d'une analyse de sensibilité des résultats aux hypothèses de la méthode mobilisée,
  - Le développement d'un modèle dit « individu centré » (c'est à dire qui permet de simuler les comportements des individus d'une population) dans le cadre de BIRD DYNAMIC 2.