

Complément d'analyses et de discussion de la campagne LEDKOA

Effet des parcs éoliens existants

En plus des analyses décrites dans le rapport d'analyse, il paraissait intéressant d'étudier la relation entre les densités d'individus et la distance aux parcs éoliens existants pour étudier l'effet de ces parcs sur la distribution des espèces. Or cette variable n'était pas systématiquement sélectionnée dans la procédure de sélection des variables car le nombre de variables était limité aux trois variables qui influençaient le plus la distribution des espèces, la distance aux parcs éoliens n'étant pas, a priori, une des variables qui structure le plus la distribution des espèces. Par conséquent, pour les groupes d'espèces pour lesquels la distance aux parcs éoliens ne ressortait pas comme variable explicative dans les modèles, nous avons réajusté les modèles précédemment sélectionnés pour chaque groupe d'espèce en imposant cette variable afin de mettre en évidence des éventuelles relations avec la distance aux parcs éoliens présents dans la zone (aussi bien dans, qu'en dehors de la zone d'étude).

1. Résultats

Pour les espèces pour lesquelles la distance aux parcs éoliens ne ressortait pas dans les trois variables sélectionnées, la déviance expliquée par les modèles ne varie quasiment pas en ajoutant la distance aux parcs éoliens existants (variation de maximum 0,3 % ce qui est négligeable). Cette variable n'est donc pas une variable très structurante de la distribution des espèces. Néanmoins, cette approche permet de tester l'existence de relations entre les espèces et les parcs existants. Pour faciliter la lecture des résultats, seule la situation moyenne pour l'ensemble des sessions de vols a été représentée car elle résume correctement l'information (Figure 1).

Les différents groupes d'espèces semblent se distribuer différemment par rapport aux parcs éoliens existants ou en construction. Certains groupes d'espèces présentent des densités prédites plus élevées au niveau des parcs éoliens : c'est le cas des fulmars et des goélands gris. Les densités des alcidés et des goélands noirs sont quant à elles quasiment uniformes selon la distance aux parcs éoliens. Pour les autres groupes, les densités maximales sont obtenues à assez grande distance des parcs existants. Les plus fortes densités de marsouins, fous de Bassan et mouettes tridactyles sont ainsi retrouvées à une distance d'environ 40 km des parcs alors que celles des cormorans et des sternes sont retrouvées à environ 50 km de ces parcs.

2. Discussion

L'analyse présentée ici a permis de mettre en évidence les corrélations statistiques entre les individus observés et la distance aux parcs éoliens existants (en fonctionnement ou en construction) dans la zone d'étude. En effet, les sessions de vols ont couvert deux parcs éoliens offshore opérationnels, celui de Thanet au large de la pointe est du Kent (Angleterre) et celui du banc de Thornton à la limite des eaux belges et néerlandaises, dans lesquels des observations ont été enregistrées. Il est difficile d'être catégorique sur les interprétations des corrélations obtenues dans la Figure 1 car ces corrélations ne sont pas une observation directe du comportement des espèces et elles pourraient être en réalité le reflet d'autres variables environnementales qui n'auraient pas été prises en compte dans les modèles.

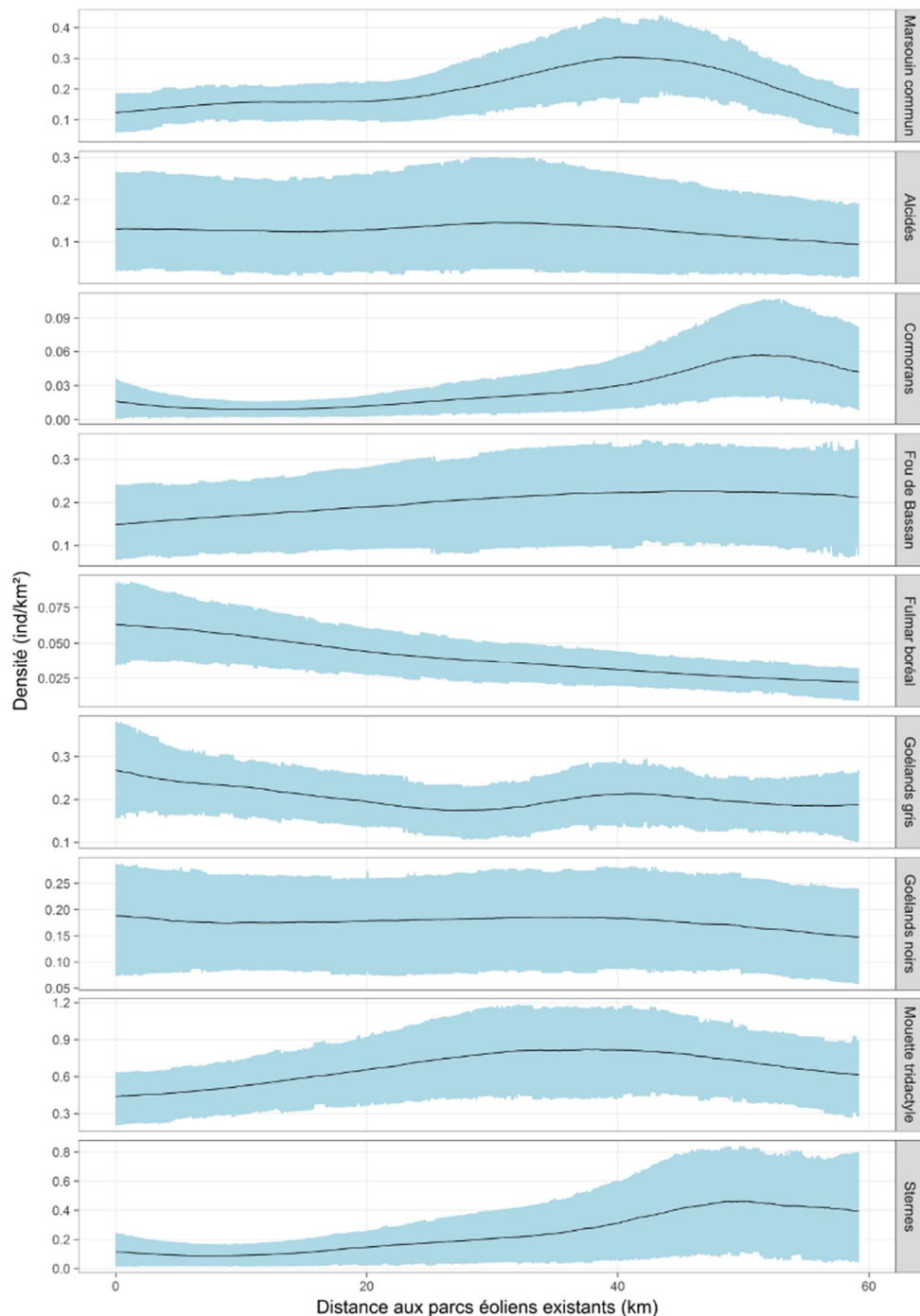


Figure 1. Corrélations statistiques établies entre la densité d'individus (en individus/km²) et la distance aux parcs éoliens existants (km) pour chaque groupe d'espèces. La zone bleue représente l'intervalle de confiance à 95 %.

Toutefois, différentes corrélations ont été obtenues. Certains groupes d'espèces sembleraient ne pas être impactés négativement par la présence des parcs et se distribueraient à proximité des parcs comme les fulmars et les goélands gris car les densités maximales sont obtenues pour de faibles distances aux parcs éoliens existants. Les alcidés et les goélands noirs quant à eux sembleraient indifférents à la présence des parcs éoliens car les relations obtenues sont quasiment plates. Les autres groupes sembleraient plutôt éviter les zones des parcs existants puisque les densités maximales sont obtenues à assez grande distance des parcs existants ; 40 km pour les marsouins, les fous de Bassan et

les mouettes tridactyles et environ 50 km pour les cormorans et les sternes. Les résultats pour les fous de Bassan et les sternes sont cohérents avec l'étude de Furness et al. (2013) qui a montré que ces espèces sont sensibles à la présence des parcs éoliens et feraient donc probablement en sorte de les éviter. De plus, même si d'après l'étude de Furness et al. (2013) les goélands gris seraient fortement impactés par la présence des éoliennes, à cause des collisions mortelles, ils ne semblent pas pour autant éviter ces zones. Nos résultats confirment que les goélands gris semblent peu dérangés par la présence d'éoliennes en mer, voire attirés par elles, ce qui pourrait amplifier leur exposition au risque de collision. Vallejo et ses collègues (2018) ont montré que l'abondance des guillemots de Troïl, une espèce de la famille des alcidés, ne varie pas selon les différentes phases de développement d'un parc éolien, ce qui confirme nos résultats. En développant un indice de sensibilité aux parcs éoliens, Garthe et Hüppop (2004) ont avancé que les grands cormorans, les mouettes tridactyles et les fulmars boréaux étaient les espèces les moins sensibles à la présence des parcs éoliens. Ceci confirme nos résultats pour les fulmars boréaux. En revanche, cela suggère que pour les cormorans et les mouettes, même si d'après les relations obtenues ils semblent éviter les parcs, leur distribution dans l'environnement ne serait en réalité pas influencée par la présence de ces parcs mais par d'autres variables environnementales.

Pour ce qui est du marsouin, des études ont montré que lors de la phase de construction les marsouins fuient la zone de chantier (Madsen et al., 2006 ; Brandt et al., 2011 ; Vallejo et al., 2018). En revanche lors de la phase opérationnelle, les effectifs peuvent redevenir équivalents à ceux de la phase de pré-construction (Vallejo et al., 2018). La relation avec la distance aux parcs éoliens existants obtenue dans cette étude peut s'expliquer par le fait qu'autour de la zone d'étude trois parcs éoliens sont actuellement en construction (Annexe 2, Figure A2.1 du rapport d'analyses) et peuvent donc influencer la distribution des marsouins en les faisant fuir temporairement loin des sources de bruit intense.

Cette étape de mise en relation des observations avec la distance aux parcs éoliens existants est instructive et devrait être poursuivie au cours des différents stades de développement du projet de parc. En effet, par un suivi régulier, cela nous permettrait d'évaluer un éventuel changement dans les relations obtenues et confirmer ou infirmer les réactions supposées pour chaque groupe d'espèces.

La phase de construction d'un parc éolien est probablement la plus impactante pour les mammifères marins, mais elle est ponctuelle. Bien qu'elles ne durent que quelques jours, les opérations de battage des pieux engendrent une intense perturbation sonore qui fait fuir les animaux (Vallejo et al., 2018) et peut engendrer des lésions et pertes d'audition (Tougaard et al., 2005 ; Thompsen et al. 2006 ; Dähne et al., 2013). Une méthode moins impactante, d'un point de vue acoustique, consisterait à utiliser une fondation gravitaire dans laquelle le poids de l'ouvrage est utilisé pour le maintenir en place et résister aux efforts. Cependant, cette technique induit une dispersion plus intense des sédiments et peut avoir une influence sur les stades juvéniles des poissons (Partridge & Michael, 2010). Quelle que soit la méthode utilisée, il semble donc préférable de planifier les phases de construction en dehors des périodes sensibles du cycle biologique des espèces (Bergström et al., 2014).

Durant la phase opérationnelle, les effets du parc éolien peuvent être positifs et négatifs. Les perturbations acoustiques sont toujours présentes mais les bruits générés par le fonctionnement des turbines et les activités de maintenance sont plus faibles que celui généré par le battage des pieux. Le bruit généré par les turbines ne semble pas avoir un impact négatif très important sur les espèces marines (Madsen et al., 2006). Toutefois Scheidat et ses collègues (2011) ont suggéré que les impacts

pourraient être plus importants dans les sites dépourvus d'activités humaines que dans les sites où le bruit ambiant est déjà élevé, comme c'est le cas dans la zone d'étude (notamment du fait de l'intense trafic maritime). Associé à cela, la présence des parcs éoliens peut entraîner une concentration locale de certaines espèces de proies (« effet récif ») et ainsi créer des zones de nourrissage pour les prédateurs (Mikkelsen et al., 2013), mais également favoriser la prolifération d'espèces envahissantes comme les méduses, qui pourraient avoir un impact négatif sur le recrutement des poissons (Janßen et al., 2013). En outre, les parcs éoliens sont souvent associés à des zones d'exclusion de pêche qui peuvent entraîner une augmentation de l'abondance locale des espèces (« effet réserve ») en réduisant les captures des proies et les captures accidentelles des prédateurs (Leonhard et al., 2011). Contrairement au cas des mammifères marins, la phase opérationnelle est a priori la plus critique pour les oiseaux marins car la présence des éoliennes peut entraîner des collisions mortelles et des dégradations des zones d'alimentation. En particulier, Furness et ses collègues (2013) ont montré que les goélands et les fous de Bassan sont très sensibles aux collisions avec les éoliennes et que les sternes ont tendance à changer leur zone de chasse lorsque des éoliennes sont présentes. Il est donc important de connaître la distribution des espèces et leur utilisation de l'habitat pour être en capacité de limiter ces potentiels impacts.

Par conséquent, il serait important de répéter un recensement par observation aérienne à chaque étape du processus : juste avant la construction pour établir un état de référence de la faune présente, pendant la construction pour évaluer les effets sur les espèces sensibles au dérangement, pendant l'exploitation pour évaluer les effets à plus long terme sur les espèces et leurs ressources trophiques et après la fin des travaux de démantèlement pour vérifier le retour à un nouvel état stable de la distribution des espèces. Ce suivi doit être conçu selon l'approche BACI (pour Before/After Control Impact ; Smith et al., 1993) qui est régulièrement appliquée pour ce type de projets. Cela permet de comparer les effectifs d'animaux dans le temps et dans l'espace grâce à un nombre suffisant de relevés. Ces suivis sont indispensables car les impacts (positifs ou négatifs) des parcs éoliens sur les espèces peuvent se révéler notables, malgré les mesures d'évitement et de réduction mises en place, et diffèrent selon la phase du projet.

Toutefois, les espèces étudiées ne sont pas uniquement soumises à la présence des parcs éoliens. En effet, la zone est traversée par le rail du détroit du Pas-de-Calais qui est une route maritime quotidiennement empruntée par plus de 400 navires commerciaux (soit 1/4 du trafic mondial) auxquels s'ajoutent des dizaines de ferries, ainsi que de nombreux navires de pêche et de plaisance. Wisniewska et ses collègues (2018) ont montré que le comportement des marsouins est impacté par le bruit des bateaux avec des plongées plus en profondeur et des interruptions de recherche de nourriture et d'écholocation. Par conséquent des impacts cumulés ne sont pas négligeables et si l'exposition au bruit est de plus en plus importante et fréquente, les marsouins, qui ont des besoins métaboliques élevés, seraient probablement incapables de compenser leurs pertes énergétiques, ce qui pourrait avoir des conséquences négatives à long terme sur leur condition physique. En ce sens, il serait intéressant de comparer les résultats de cette campagne sur la distribution des marsouins, avec des modèles mensuels de propagation du bruit sous-marin dans la zone, notamment le bruit généré par le trafic maritime, mais également avec des simulation de propagation de bruit engendré par la phase d'implantation des éoliennes afin d'examiner si les zones utilisées par les marsouins chevaucheront les zones les plus exposées au bruit (Pettex et al., 2017).

Références

- Bergström, L., Kautsky, L., Malm, T., Rosenberg, R., Wahlberg, M., Capetillo, N.Å., & Wilhelmsson, D. (2014). Effects of offshore wind farms on marine wildlife—a generalized impact assessment. *Environmental Research Letters*, 9(3), 034012.
- Brandt, M.J., Diederichs, A., Betke, K., & Nehls, G. (2011). Responses of harbour porpoises to pile driving at the Horns Rev II offshore wind farm in the Danish North Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 421, 205-216.
- Dähne, M., Gilles, A., Lucke, K., Peschko, V., Adler, S., Krügel, K., Sundermeyer, J. & Siebert, U. (2013). Effects of pile driving on harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) at the first offshore wind farm in Germany *Environ. Res. Lett.* 8 025002.
- Furness, R.W., Wade, H.M., & Masden, E.A. (2013). Assessing vulnerability of marine bird populations to offshore wind farms. *Journal of environmental management*, 119, 56-66.
- Garthe, S., & Hüppop, O. (2004). Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds: developing and applying a vulnerability index. *Journal of applied Ecology*, 41(4), 724-734.
- Janßen, H., Augustin, C.B., Hinrichsen, H.H. & Kube, S. (2013). Impact of secondary hard substrate on the distribution and abundance of *Aurelia aurita* in the western Baltic Sea. *Marine pollution bulletin*, 75(1-2), 224-234.
- Leonhard, S.B., Stenberg, C. & Støttrup, J. (2011). Effect of the Horns Rev 1 offshore wind farm on fish communities. Followup seven years after construction DTU Aqua Report No 2462011 (available at: www.dtu.dk/upload/aqua/publikationer/forskningsrapporter/2462011effectofthehornsrev1offshorwindfarmonfishcommunities.pdf).
- Madsen, P.T., Wahlberg, M., Tougaard, J., Lucke, K. & Tyack, P. (2006). Wind turbine underwater noise and marine mammals implications of current knowledge and data needs *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 309 279–95.
- Mikkelsen, L., Mouritsen, K.N., Dahl, K., Teilmann, J. & Tougaard, J. (2013). Reestablished stony reef attracts harbour porpoises *Phocoena phocoena* *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 481 239–48.
- Partridge, G.J. & Michael, R.J. (2010). Direct and indirect effects of simulated calcareous dredge material on eggs and larvae of pink snapper *Pagrus auratus* *J. Fish Biol.* 77 227–40.
- Pettex, E., Folegot, T., Clorenne, D., Martinez, L. (2017). Quantifier les conséquences du dérangement acoustique sur les populations de mammifères marins: un outil d'aide à la décision pour le développement des parcs éoliens en mer. Séminaire Eolien et Biodiversité. Artigues, France.
- Scheidat, M., Tougaard, J., Brasseur, S., Carstensen, J., van Polanen Petel, T., Teilmann, J. & Reijnders, P. (2011). Harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) and wind farms: a case study in the Dutch North Sea *Environ. Res. Lett.* 6 025102 6.
- Thomsen, F., Lüdemann, K., Kafemann, R. & Piper, W. (2006). Effects of offshore wind noise on marine mammals and fish, biola, Hamburg, Germany on behalf of COWRIE Ltd.
- Tougaard, J. & Teilmann, J. (2005). Effects of the Horns Reef Wind Farm on harbour porpoises. Interim report to Elsam Engineering A/S for the harbour porpoise-monitoring program 2004, 23 p.
- Vallejo, G.C., Grellier, K., Nelson, E.J., McGregor, R.M., Canning, S.J., Caryl, F.M., & McLean, N. (2017). Responses of two marine top predators to an offshore wind farm. *Ecology and Evolution*, 7(21), 8698-8708.
- Wisniewska, D.M., Johnson, M., Teilmann, J., Siebert, U., Galatius, A., Dietz, R., & Madsen, P.T. (2018). High rates of vessel noise disrupt foraging in wild harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). *Proc. R. Soc. B*, 285(1872), 20172314.