

# Parc éolien en mer de St Nazaire :

Analyse complémentaire des  
impacts sur le Goéland marin  
(*Larus marinus*)

18 septembre 2014

Client : Parc du Banc de Guérande

Auteur : Ross McGregor, Ornithologue sénior

# Historique du document

Auteur	Dr Ross McGregor	18 septembre 2014
Contrôle	Dr Chris Pendlebury	19 septembre 2014
Validation	Dr Chris Pendlebury	19 septembre 2014

## Client

Contact	Marie Guegan
Client	Parc Eolien du Banc de Guérande
Adresse	EDF Energies Nouvelles Cœur Défense Tour B 100, Esplanade du Général de Gaulle 92932 Paris La Défense Cedex

Issue	Date	Revision Details
A	19 septembre 2014	Version n°1 adressée au client

NATURAL POWER CONSULTANTS LTD, THE NATURAL POWER CONSULTANTS LTD, NATURAL POWER SARL, NATURAL POWER LLC, NATURAL POWER S.A, NATURAL POWER SERVICES LTD ET NATURAL POWER OPERATIONS LTD (ci-après collectivement désignées « NATURAL POWER ») déclinent toute responsabilité quant à l'usage pouvant être fait du présent document par un utilisateur autre que le Client, et pour un objectif autre que celui qui était initialement commandé et conçu. Le Client traitera l'ensemble des informations contenues dans le document dans le respect de la confidentialité. L'intégralité, la méthodologie ou le statut actuel des matériels auxquels il est fait référence dans le présent document n'ont donné lieu à aucune observation. L'ensemble des faits et des illustrations est correct au moment de l'impression. Tous droits réservés. VENTOS® est une marque commerciale enregistrée de NATURAL POWER. Melogale™, WindCentre™, ControlCentre™, ForeSite™, vuWind™, WindManager™ et OceanPod™ sont des marques commerciales de NATURAL POWER.



Copyright © 2014 NATURAL POWER.

Siège local :

Ochil House, Springkerse Business Park,  
Stirling, FK7 7XE  
SCOTLAND, UK  
Tel: +44 (0) 1786 542 300

Siège social :

The Green House  
Forrest Estate, Dalry, Castle Douglas,  
Kirkcudbrightshire, DG7 3XS  
Tél. : +44 (0) 1644 430 008

Société enregistrée sous le n° : SC177881  
N° d'identification TVA : GB 243 6926 48

# Sommaire

1.	Introduction .....	1
2.	Le problème des taux d'évitement .....	1
3.	Modélisation des risques de collision .....	2
5.	La comparaison de la mortalité par collision avec la taille de la population.....	4
6.	Prélèvement biologique potentiel (PBP) .....	5
7.	Mesures de réduction et de compensation envisageables .....	7
8.	References .....	9

# 1. Introduction

Natural Power a été engagé pour fournir une analyse complémentaire de l'évaluation des impacts potentiels du parc éolien en mer de St Nazaire sur le Goéland marin. Cette étude met l'accent sur les sources principales d'impact qui ont été identifiées dans le rapport à analyser et fournit une critique de cette évaluation et une analyse supplémentaire pour mettre à jour l'évaluation actuelle.

Le rapport analysé conclut à un effet significatif attendu sur le Goéland marin. Cette conclusion repose principalement sur les résultats de modélisation des risques de collision. Il semble y avoir quelques considérations importantes non prises en compte dans l'évaluation qui a été entreprise.

L'option utilisée dans le modèle Band (2012) n'est pas expliquée dans le rapport analysé. Il y a trois options possibles pour estimer le risque de collision, basé sur des informations différentes de hauteur de vol.

Option 1 – cette option utilise la proportion d'oiseaux observés lors des relevés *in situ* à une hauteur de vol qui présente un risque de collision. Bien que cette méthode ait l'avantage de prendre en compte toutes les caractéristiques du site influençant les hauteurs de vol, les données collectées à partir de sites particuliers sont généralement sous-échantillonnées. En outre, l'Option 1 suppose une répartition uniforme des oiseaux à travers la hauteur de la surface balayée par le rotor de l'éolienne, ce qui est connu pour être une supposition erronée car les oiseaux marins ont une distribution de hauteur de vol qui tend vers les hauteurs inférieures (Johnston et al. 2013).

Option 2 – contrairement à l'Option 1, cette méthode ne s'appuie pas sur des données de hauteur de vol recueillies pour le site en cours d'évaluation. Au contraire, cette méthode utilise les données de hauteur de vol compilées par Johnston et al. (2013). Toutefois, l'Option 2 a toujours supposé que la proportion d'oiseaux volant à la hauteur de la surface balayée par le rotor de l'éolienne est répartie uniformément dans l'ensemble de cette bande de hauteur. Encore une fois, cette hypothèse n'est pas en accord avec la distribution de données connues pour les oiseaux de mer.

Option 3 – cette méthode utilise également les données de hauteur de vol de Johnston et al. (2013), mais utilise la forme de la distribution de fréquence de la hauteur de vol pour les espèces analysées pour prédire le risque de collision. Cette méthode est donc plus précise que celle des Options 1 ou 2 quand il y a de bonnes données sur la distribution des fréquences des hauteurs du vol pour l'espèce en cours d'évaluation.

**Le présent document est une traduction du rapport officiel en anglais. En cas de divergence d'interprétation entre les versions française et anglaise, seule la version anglaise fait foi.**

## 2. Le problème des taux d'évitement

Les modèles de risque de collision estiment le nombre d'individus qui peuvent entrer en collision au cours d'une année, en supposant que les oiseaux ne prennent aucune disposition pour éviter les pales des éoliennes, les éoliennes individuellement, ou le parc éolien. C'est le paramètre le plus sensible dans

le modèle (Chamberlain et al. 2006) et donc le plus important à évaluer avec précision. Puisque le taux d'évitement est idéalement la différence entre la mortalité due aux collisions prédites et la mortalité due aux collisions réelles, il devrait différer entre les différents modèles de prédictions. Par conséquent, un taux d'évitement pour l'Option 1 ou l'Option 2 sera différent du taux d'évitement pour l'Option 3. Une étude récente au Royaume-Uni menée par le *British Trust for Ornithology* (BTO) sur le comportement d'évitement par les oiseaux marins, y compris le Goéland marin, a produit un rapport sur les taux d'évitement recommandés pour les Options 1 & 2 (dénommé le modèle « de base ») et l'Option 3 (dénommé le modèle « étendu »). Ceux-ci ont été le résultat de la revue de divers ensembles de données empiriques dans toute l'Europe. Alors que ce rapport n'est pas encore publié, Natural Power a été un des représentants de l'industrie lors du comité de pilotage pour ce projet et ainsi, a eu accès à la version du rapport la plus récente. Ce document recommande les taux d'évitement suivants pour le Goéland marin :

Modèle de base (Options 1 & 2) = 99,56 %

Modèle étendu (Option 3) = 98,98 %

Alors que ce rapport n'est pas publié, le rapport final est actuellement en relecture et devrait être disponible en octobre 2014. Il est possible que le taux d'évitement recommandé change après la relecture finale. Actuellement, nous considérons que ce sont les meilleures informations scientifiques disponibles et nous recommandons leur usage.

### 3. Modélisation des risques de collision

Le rapport pour le parc éolien en mer de St Nazaire n'a pas précisé quelle Option du modèle de Band (2012) a été utilisée. Natural Power a exécuté de nouveaux modèles d'estimation du risque de collision afin de comparer les résultats du rapport avec ceux des informations les plus récentes sur la modélisation des risques de collision. Les paramètres de modèle utilisés sont fournis dans les tableaux 1.1 et 1.2 ainsi qu'un commentaire sur leur pertinence.

Tableau 3.1: Les paramètres du parc éolien utilisés dans la modélisation des risques de collision

Paramètre	Valeur	Commentaire
Nombre d'éoliennes	80	Exact et précis. Aucune précaution fournie ou nécessaire.
Puissance de la turbine (MW)	6	Exacte et précise. Aucune précaution fournie ou nécessaire.
Diamètre maximum (m)	150	Exact et précis. Aucune précaution fournie ou nécessaire.
Rayon du rotor (m)	75	Exact et précis. Aucune précaution fournie ou nécessaire.
Hauteur maximum du moyeu (m)	100	Ceci suppose un écart de 25m entre la pointe de pale à son niveau le plus bas et la hauteur de la mer lors de la plus haute marée astronomique.
Hauteur maxi. en	175	Exact et précis. Aucune précaution fournie ou nécessaire

bout de pôle (m)		
Vitesse de rotation maxi. (tr/min)	11,5	Exacte et précise. Le régime maximal des turbines est considéré, ce qui constitue une mesure de précaution.
Largeur de pale maxi. (m)	4,5	Exacte et précise. Aucune précaution fournie ou nécessaire.
Rotation de pale (pitch) (degrés)	30	Exacte et précise. La rotation maximale représente le risque de collision le plus important, ce qui représente une certaine précaution.
Latitude (degrés)	47,16	Exacte et précise. Aucune précaution fournie ou nécessaire. C'est le point central du parc éolien.
Largeur (km)	15,10	Exacte et précise. Aucune précaution fournie ou nécessaire.
Marnage (m)	8,07	Hypothèse basée sur le Calvados. Faible sensibilité donc probablement raisonnable.
Proportion de temps opérationnel	90 %	Estimation prudente et de précaution, particulièrement pour l'été plus que pour l'hiver.

Tableau 3.2: Paramètres de l'oiseau utilisés dans la modélisation des risques de collision

Paramètre	Valeur	Source
Longueur	0,71	Snow & Perrins (1998)
Envergure	1,575	Snow & Perrins (1998)
Vitesse de vol	13,7	Alerstam et al. (2007)
Facteur d'activité nocturne (1-5)	3	Furness et al. (2013)
Proportion à hauteur du rotor (Option 1)	60 %	Données de relevés <i>in situ</i>
Proportion à rotor hauteur (Option 2)	26 %	Johnston et al. (2013)

En plus des valeurs de paramètre dans les tableaux 1.1 et 1.2, les densités moyennes mensuelles d'oiseaux étaient nécessaires. En utilisant les informations fournies dans la carte des observations par mois dans l'aire d'étude du parc éolien, une densité moyenne mensuelle a été calculée. Il est important de noter que cela reposait sur la mesure des valeurs fournies dans le graphique en supposant que la superficie du parc éolien est de 78km<sup>2</sup>.

Tableau 3.3: Les densités mensuelles du Goéland marin utilisés dans la modélisation des risques de collision

Mois	Densité (oiseaux/km <sup>2</sup> )
Janvier	0.08
Février	0.08
Mars	0.14
Avril	0.19
Mai	0.17

Juin	0.10
Juillet	0.22
Août	0.17
Septembre	0.23
Octobre	0.12
Novembre	0.05
Décembre	0.08

Sur la base de ces valeurs, les résultats de la modélisation du risque de collision pour les trois options et une gamme de taux d'évitement figurent au tableau 1.4.

Tableau 3.4: Les résultats de modélisation de risque de collision (estimations annuelles en nombre d'individus) pour les trois Options. Les taux d'évitement recommandés sont mis en surbrillance bleue

Option 1				Option 2				Option 3			
Taux d'évitement				Taux d'évitement				Taux d'évitement			
95%	98%	98.98%	99.56%	95%	98%	98.98%	99.56%	95%	98%	98.98%	99.56%
1019	408	208	90	275	110	56	24	146	59	30	13

L'Option 2 produit la prédiction de la plus basse mortalité annuelle due aux collisions, à 24 oiseaux par an. Ceci est très similaire au résultat de l'Option 3, à 30 oiseaux par an. Le modèle de l'Option 1 prévoit le plus grand nombre de collisions, mais avec le taux d'évitement recommandé en revisant le comportement d'évitement, il est encore nettement inférieur à la prédiction faite dans le rapport analysé.

Bill Band (l'auteur du modèle de risque de collision utilisé ici et dans le rapport revu) recommande l'utilisation du modèle de l'Option 3 car il ne fait pas d'hypothèses non-vérifiées sur la répartition des oiseaux à travers la surface balayée par le rotor de l'éolienne, mais utilise un taux d'évitement approprié. Étant donné que le modèle de l'Option 3 ne fait pas d'hypothèses irréalistes sur la distribution de hauteur de vol, le taux d'évitement correspond directement au comportement d'évitement et donc l'estimation de la revue du BTO peut être plus précise que le taux pour les autres options car ces taux d'évitement doivent tenir compte de l'hypothèse incorrecte de la distribution de hauteur de vol.

## 5. La comparaison de la mortalité par collision avec la taille de la population

Une fois que la mortalité due aux collisions est estimée, il est important qu'une comparaison appropriée soit faite par rapport à la population qui pourrait être touchée. Dans le rapport analysé, la comparaison se fait par augmentation de la mortalité naturelle de la population française ou européenne. Toutefois, aucune information n'est donnée sur le taux de survie utilisé (et la source de cette donnée), et il n'a pas été possible de reproduire ce résultat. Il n'est également pas précisé si la comparaison de la mortalité due aux collisions prédites est faite seulement pour les adultes reproducteurs, ou pour l'ensemble de la population. En supposant que la mortalité due aux collisions prédites a été estimée pour tous les

oiseaux qui fréquentent le site, quel que soit leur âge, la comparaison devrait être faite pour l'ensemble de la population, non uniquement pour la population reproductrice.

## 6. Prélèvement biologique potentiel (PBP)

Puisque la méthode de comparaison entre la mortalité due aux collisions prédites et la mortalité de la population n'est pas claire, Natural Power a estimé le « prélèvement maximum acceptable » PBP pour les deux populations étudiées dans le rapport analysé ; la population française et la population européenne.

Les estimations PBP pour ces deux « populations » ont été réalisées en utilisant les paramètres indiqués dans le tableau 1.5.

Tableau 6.1: Paramètres utilisés dans le calcul du PBP

Paramètre	Valeur	Source
Taux de survie des adultes	0,93	Basé sur un taux prévisionnel selon Glutz von Blotzheim & Bauer, 1982 (en allemand). Choisi parce que c'est le seul taux trouvé pendant la recherche de données.
Âge à la première reproduction (années)	4	Robinson 2005
Lambda <sup>1</sup> maximum	1,11	Calculé à l'aide de Niel et Lebreton (2005)
Proportion d'adultes reproducteurs par an	0,66	Calladine & Harris 1997 - même hypothèse que pour le Goéland argenté.
Population reproductrice (France)	4300 - 4500	Rapport analysé
Population reproductrice (Europe)	120000 - 170000	- Rapport analysé

La proportion des adultes reproducteurs dans la population totale est généralement inconnue ; les oiseaux immatures ne sont habituellement pas comptés car ils peuvent passer plusieurs années en mer avant de retourner aux colonies de reproduction. En outre, pour la plupart des espèces, tous les adultes ne se reproduisent pas chaque année. Par conséquent, le nombre total d'individus dans la population régionale ( $N_{min}$ ) a été déterminé à l'aide de la formule développée par Richard & Abraham (2013):

$$N_{min} = \frac{2N_{BP}}{P_B} S_A^{1-A}$$

dans laquelle  $N_{BP}$  = nombre de couples reproducteurs annuels.

$P_B$  = proportion d'adultes se reproduisant lors d'une année donnée.

$S_A$  = taux annuel d'adultes survivant.

<sup>1</sup> Lambda : taux de croissance annuel de la population



A = âge de la première reproduction.

Le nombre de couples reproducteurs annuels ( $N_{BP}$ ) a été déterminé à partir des valeurs  $N_{min}$  présentées dans le tableau 1.6. Tous les autres paramètres ont été tirés d'ouvrages publiés et sont présentés dans le Tableau 1.5. Le nombre total d'individus de chaque population ( $N_{min}$ ) est indiqué dans le Tableau 1.7.

**Tableau 6.2 : Paramètres utilisés pour déterminer  $N_{min}$  en utilisant la formule conçue par Richard & Abraham (2013)**

Espèce	$P_B$	$S_A$	A	Références
Great black-backed gull	0.66	0.93	4	Calladine & Harris 1997

**Tableau 6.3: Nombre de couples reproducteurs et  $N_{min}$  estimés d'après la formule ci-dessus**

Population considérée	$N_{bp}$	$N_{min}$
France (minimum)	4300	16200
France (maximum)	4500	16953
Europe (minimum)	120000	452083
Europe (maximum)	170000	640451

Le modèle PBP (Wade 1998) s'exprime par la formule suivante :

$$PBR = N_{min} \frac{1}{2} R_{max} F_r$$

dans laquelle PBP = Prélèvement biologique potentiel.

$N_{min}$  = population minimale estimée.

$R_{max}$  = Taux de fécondité net maximum théorique ou estimé de la population.

$F_r$  = coefficient de résilience compris entre 0,1 et 1.

Le coefficient de résilience choisi s'est basé à la fois sur la classification de la liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) et sur Dilligham & Fletcher (2011). Par ailleurs, la classification utilisée pour la France uniquement a été utilisée de la même manière, ce qui permet vraisemblablement de mieux contextualiser la population locale. L'évolution de la population a également été prise en compte pour chaque espèce sur la base de la liste rouge de l'UICN, pour les tendances générales, et sur la base du rapport France 2012 de l'Accord sur la conservation des oiseaux d'eau migrateurs d'Afrique-Eurasie (AEWA), pour les tendances concernant la France uniquement. La Liste Rouge de l'UICN classe le Goéland marin parmi les espèces de « préoccupation mineure » et cette tendance devrait augmenter. C'est également le classement et la tendance retenue par le comité français de l'UICN. Un coefficient de résilience de 0,8 a donc été retenu, alors qu'une valeur comprise entre 0,1 et 1 est recommandée.

Les résultats de l'estimation du "prélèvement maximum acceptable" PBP sont fournis dans le tableau 1.8 pour chaque population considérée.

**Tableau 6.4: « Prélèvement maximum acceptable » PBP pour les populations françaises et européennes de Goéland marin**

$R_{max}$	$F_r$	France (min)		France (max)		Europe (min)		Europe (max)	
		PBP	$N_{min}$	PBP	$N_{min}$	PBP	$N_{min}$	PBP	$N_{min}$
0,11	0,1	88	16 200	92	16 953	2 455	452 083	3 478	640 451
0,11	0,3	264	16 200	276	16 953	7 366	452 083	10 435	640 451

$R_{max}$	$F_r$	France (min)		France (max)		Europe (min)		Europe (max)	
		PBP	$N_{min}$	PBP	$N_{min}$	PBP	$N_{min}$	PBP	$N_{min}$
0,11	0,5	440	16 200	460	16 953	12 276	452 083	17 391	640 451
0,11	0,8	704	16 200	737	16 953	19 642	452 083	27 826	640 451
0,11	1	880	16 200	921	16 953	24 552	452 083	34 782	640 451

Ces résultats montrent que la population française de Goéland marin devrait être en mesure de supporter une mortalité supplémentaire (au-delà des impacts d'ores et déjà pris en compte dans le taux de survie utilisé) de 704 à 737 oiseaux par an, sans que la population ne décline. La population européenne devrait être en mesure de supporter une mortalité supplémentaire de 19642 à 27826 oiseaux par an sans être affectée.

La mortalité par collision avec le parc éolien de Saint-Nazaire (estimation selon les résultats de modélisation : mortalité annuelle de 30 oiseaux par an) représente 4,8% du « prélèvement maximum acceptable » PBP. Si l'on considère une mortalité de 141 oiseaux par an, cela représente 20% du « prélèvement maximum acceptable » PBP pour la population française.

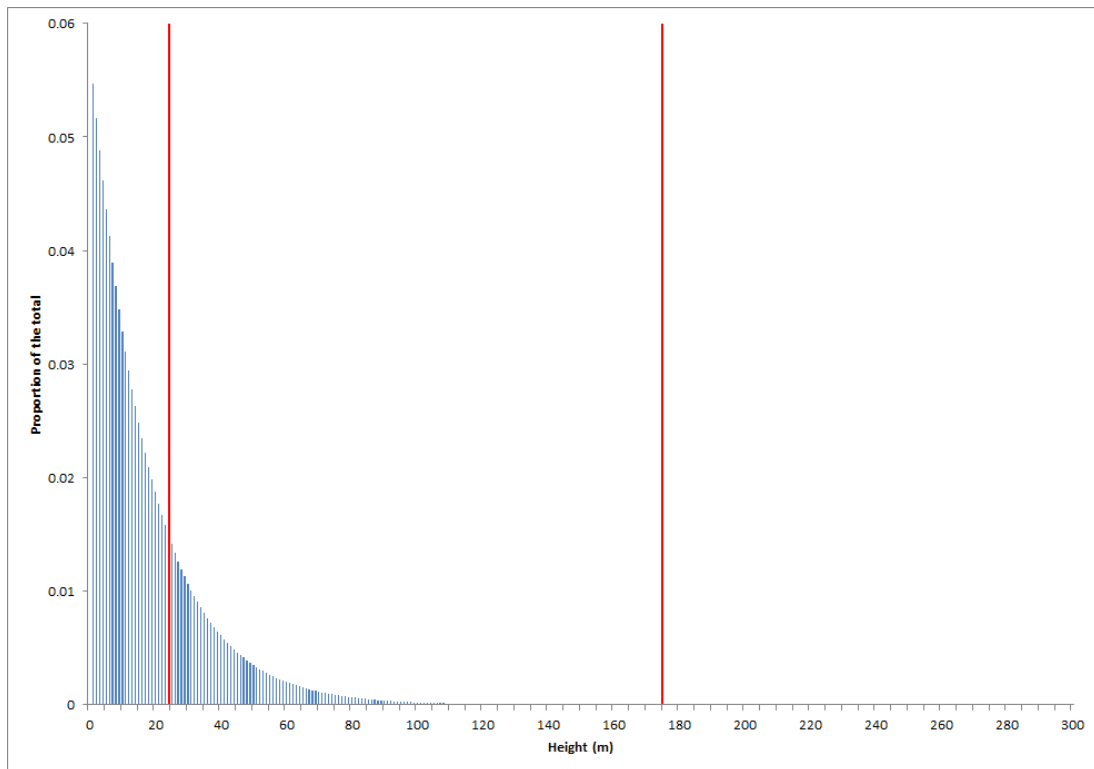
**Ainsi, compte tenu du modèle de risque de collision utilisé, le parc éolien de Saint-Nazaire ne devrait pas impliquer une mortalité susceptible de faire décliner la population française de Goéland marin.**

## 7. Mesures de réduction et de compensation envisageables

Le rapport analysé envisage la mortalité par collision comme la principale cause d'impact sur le Goéland marin. La mortalité par collision est évaluée en considérant la probabilité de collision d'un seul oiseau faisant un passage unique à travers l'aire de balayage d'une éolienne. Ce résultat est ensuite extrapolé au nombre d'éoliennes. Aussi, le meilleur moyen de réduire la mortalité par collision est de réduire le nombre d'éoliennes. Une division du nombre d'éolienne par deux se traduit par la division par deux du nombre de collisions prévues.

De légères modifications du plan d'implantation des turbines sont généralement réalisées dans le cas de parcs éoliens terrestres pour réduire le risque de collision lorsqu'un secteur de l'aire d'étude montre une plus grande proportion d'observation de lignes de vol au cours des investigations *in situ*. Cependant, cela n'est vraisemblablement pas efficace pour les parcs éoliens en mer dans la mesure où les oiseaux ont tendance à occuper uniformément un site si l'on considère les variations interannuelles.

Le modèle étant sensible aux hauteurs de vol, l'augmentation de la hauteur du rotor peut diminuer les collisions. Dans le cas où l'on augmente la hauteur du rotor en fonction de la distribution de la hauteur de vol (et ainsi, en déplaçant le risque de collision plus haut en altitude), le risque de collision sera atténué compte tenu de la distribution des fréquences des hauteurs de vol (données de Johnston *et al.*, 2013) (Figure 1).



**Figure 1 : fréquence de distribution des hauteurs de vol du Goéland marin, d'après Johnston *et al.* (2013 Les lignes rouges représentent les limites basses et hautes de la surface de balayage de l'éolienne (entre 25 et 175m)**

Des modifications relativement modestes de la hauteur du rotor peuvent conduire à une diminution assez importante de la mortalité par collision en fonction de la distribution des fréquences de vol. Si l'on réalise une modélisation basée sur la méthode de l'Option 3 (cf. ci-dessus) en faisant passer la hauteur du rotor de 100 à 110m, la mortalité par collision estimée est de 17 oiseaux par an (contre une estimation de 30 oiseaux initialement).

L'atténuation des impacts peut également être réalisée en utilisant des turbines légèrement plus petites (pour une puissance totale donnée) ce qui, généralement, réduit la mortalité par collision. L'efficacité de cet effet doit être modélisée en considérant les interactions entre les éoliennes et la mortalité par collision, ce qui peut être complexe.

Améliorer les données d'entrée du modèle de collision pourrait être très utile pour réduire l'estimation de la mortalité par collision. Certains des paramètres utilisés sont maximalistes par précaution. Il a été considéré que toutes les éoliennes seraient opérationnelles pendant 90% du temps. Typiquement, cette valeur varie en fonction de la période de l'année du fait des régimes de vents, plus forts et fréquents en hiver qu'en été. Il est également courant d'utiliser la période maximale de fonctionnement sur la base de l'analyse des vents sans tenir compte du programme de maintenance et donc d'arrêt, des turbines.

La compensation (entendue ici comme les actions prises en dehors du parc éolien et permettant de compenser à un niveau équivalent l'impact du parc) est potentiellement limitée pour des espèces telles que le Goéland marin. Cette espèce peut faire l'objet de mesures de gestion en faveur de la faune afin de réduire les impacts de certaines activités telles que l'aquaculture ou la pêche. Ces mesures concernent généralement la mortalité des oiseaux adultes ou la destruction des nids. Cependant les modalités de compensations financières permettant la mise en œuvre de ces mesures peuvent être

réduites lorsqu'il s'agit de compenser la mortalité estimée due au parc éolien. Cela nécessite davantage de recherche afin de préciser si ce type de mesure est réalisable ou même souhaitable.

## 8. References

- Alerstam, T., Rosén, M., Bäckman, J., Ericson, P. G., & Hellgren, O. (2007). Flight speeds among bird species: allometric and phylogenetic effects. *PLoS Biology*, 5, e197.
- Calladine, J. & Harris, M.P. (1997) Intermittent breeding in the herring gull *Larus argentatus* and the lesser black-backed gull *Larus fuscus*. *Ibis*, 139, 259-263.
- Chamberlain, D. E., Rehfisch, M. R., Fox, A. D., Desholm, M., & Anthony, S. J. (2006). The effect of avoidance rates on bird mortality predictions made by wind turbine collision risk models. *Ibis*, 148(s1), 198-202.
- Dillingham, P.W. & Fletcher, D. (2011) Potential biological removal of albatrosses and petrels with minimal demographic information. *Biological Conservation*, 144, 1885-1894.
- 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.
- Glutz von Blotzheim, U. N. & Bauer, K. M. (eds) 1982 *Handbuch der Voegel Mitteleuropas*, Band 8, pp. 273–360. Wiesbaden: Akademische Verlagsgesellschaft.
- Johnston, A., Cook, A. S., Wright, L. J., Humphreys, E. M., & Burton, N. H. (2014). Modelling flight heights of marine birds to more accurately assess collision risk with offshore wind turbines. *Journal of Applied Ecology*, 51(1), 31-41.
- Niel, C. & Lebreton, J-D. (2005) Using demographic invariants to detect overharvested bird populations from incomplete data. *Conservation Biology*, 19, 826-835.
- Richard, Y. & Abraham, E.R. (2013) Application of potential biological removal methods to seabird populations. *New Zealand Aquatic Environment and Biodiversity Report No. 108*.
- Robinson, R.A. (2005) *BirdFacts: profiles of birds occurring in Britain & Ireland* (BTO Research Report 407). BTO, Thetford (<http://www.bto.org/birdfacts>, accessed on 18 September 2014).
- Snow, D.W. & Perrins, C.M (1998) *The birds of the Western Palearctic Volume I: Non-passerines*. Oxford University Press, Oxford.
- Wade, P.R. (1998) Calculating limits to the allowable human-caused mortality of cetaceans and pinnipeds. *Marine Mammal Science*, 14, 1-37.

# What We Do



Natural Power is a leading independent renewable energy consultancy and products provider. We offer proactive and integrated consultancy, management & due diligence services, backed by an innovative product range, across the onshore wind, offshore wind, wave, tidal, solar and bioenergy sectors, whilst maintaining a strong outlook on other new and emerging renewable energy sectors. Established in the mid-1990s, Natural Power has been at the heart of many ground-breaking projects, products and portfolios for close to two decades, assisting project developers, investors, manufacturers, finance houses and other consulting companies.

With its iconic Scottish headquarters, The Green House, Natural Power has expanded internationally employing 300 renewable energy experts across Europe and the Americas and operating globally. Providing Planning & Development, Ecology & Hydrology, Technical, Construction & Geotechnical, Asset Management and Due Diligence services, Natural Power is uniquely a full lifecycle consultancy – from feasibility to finance to repowering, and every project phase in between. We are a truly trailblazing consulting organisation; Natural Power has consistently invested in product development and technical research in order to progress certain key areas within the industry such as the operational management of wind farms, the design and assessment of wind farms in complex flow and the use of remote sensing for wind measurement. From award-winning consultancy and management services, through a string of technology world-firsts, Natural Power has a successful track record and the breadth of services and deep-rooted experience that provides a wealth of added value for our diverse client base.

**Natural Power – delivering your local renewable energy projects, globally.**

## Our Global Expertise

Natural Power delivers services and operates assets globally for our clients, with twelve offices across Europe and North America and agencies active in South America and AsiaPac.

### UK

#### Registered Office > Scotland

The Green House, Forrest Estate  
Dalry, Castle Douglas, DG7 3XS  
SCOTLAND, UK

#### Stirling > Scotland

Ochil House  
Springkerse Business Park  
Stirling, FK7 7XE  
SCOTLAND, UK

#### Inverness > Scotland

Suite 3, Spey House, Dochfour  
Business Centre, Dochgarroch  
Inverness, IV3 8GY  
SCOTLAND, UK

#### Dublin > Ireland

First Floor, Suite 6, The Mall,  
Beacon Court, Sandyford,  
Dublin 18  
IRELAND

#### Aberystwyth > Wales

Harbour House, Y Lanfa  
Aberystwyth, Ceredigion  
SY23 1AS  
WALES, UK

#### London > England

200 Aldersgate St  
City of London, EC1A 4HD  
ENGLAND, UK

#### Newcastle > England

Unit 5, Horsley Business Centre  
Horsley  
Northumberland, NE15 0NY  
ENGLAND, UK

#### Warrington > England

Suite 26, Genesis Centre,  
Birchwood, Warrington, WA3 7BH  
ENGLAND, UK

### EUROPE

#### Strasbourg > France

1, rue Goethe  
67000 Strasbourg  
FRANCE

#### Nantes > France

1 rue du Guesclin  
BP61905, 44019 Nantes  
FRANCE

#### Halmstad > Sweden

c/o The Green House,  
Forrest Estate  
Dalry, Castle Douglas, DG7 3XS  
SCOTLAND, UK

#### Ankara > Turkey

re-consult  
Bagi's Plaza  
- Muhsin Yazıcıoğlu Cad. 43/14  
TR / 06520 Balgat-Ankar  
TURKEY

#### Paris > France

37-39 Avenue Ledru Rollin  
75012 Paris  
FRANCE

### THE AMERICAS

#### New York > USA

63 Franklin St, Saratoga Springs,  
NY 12866, USA

#### Valparaiso > Chile

Latwind Energías Renovables  
Lautaro Rosas 366, Cerro Alegre  
Valparaiso, CHILE

[naturalpower.com](http://naturalpower.com)

[sayhello@naturalpower.com](mailto:sayhello@naturalpower.com)

No part of this document or translations of it may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical including photocopying, recording or any other information storage and retrieval system, without prior permission in writing from Natural Power. All facts and figures correct at time of print. All rights reserved. © Copyright 2014

