

Étude de l'impact sur les mammifères marins du battage simultané dans quatre parcs éoliens en mer situés dans la Manche

Thilo Liesenjohann
Georg Nehls

Husum, le 16 août 2014

Réalisé pour EOLIENNES OFFSHORE DES HAUTES FALAISES

Étude de l'impact sur les mammifères marins

Sommaire

1	INTRODUCTION.....	2
2	RESULTATS.....	5
3	DISCUSSION.....	10
4	LITTERATURE.....	11
A	ANNEXE.....	12

Liste des illustrations

Illustration 1.1	Emplacement des quatre parcs éoliens utilisés pour le calcul des zones d'impact (illustration fournie par Quiet-Oceans).....	2
Illustration 2.1	Carte des quatre parcs éoliens avec, pour chacun, la zone où le bruit est audible pour le marsouin commun (empreinte moyenne d'un coup unique).....	6
Illustration 2.2	Carte des quatre parcs éoliens avec, pour chacun, la zone où les niveaux sonores générés par un coup unique (non simultané) sont supérieurs à 145 dB _{SEL}	7
Illustration 2.3	Carte des parcs éoliens de Courseulles et Fécamp avec le rayon de 145 dB _{SEL} dû à un coup unique (en jaune) ou à un coup simultané sur les quatre sites de construction (en vert).	8

Liste des tableaux

Tableau 1.1	Site, position du centre du parc éolien, diamètre maximal des pieux et profondeur d'eau sur le site de construction des quatre parcs éoliens :.....	4
Tableau 2.1	Taille de l'empreinte de bruit (pour le marsouin commun) et distances entre les centres des parcs éoliens (distances calculées par Quiet-Oceans).	5
Tableau 2.2	Rayon de la zone de niveau sonore supérieur à 145 dB _{SEL} pour le marsouin commun (battage sur un seul site de construction / battage simultané sur les quatre sites de construction).....	8

Annexe

Tableau A1	Empreintes de bruit (rayon, en km) et taille de la zone d'exposition à un niveau sonore supérieur à 145 dB suite à un coup unique (rayon en km, distances calculées par Quiet-Oceans)
Tableau A2	Empreintes de bruit (rayon, en km) et taille de la zone d'exposition à un niveau sonore supérieur à 145 dB suite à un coup unique frappé simultanément sur les quatre sites (rayon en km, distances calculées par Quiet-Oceans)

1 INTRODUCTION

Les années à venir verront le démarrage de la phase de construction de plusieurs parcs éoliens de part et d'autre de la Manche. Il est donc possible que des opérations de battage de pieux aient lieu sur plusieurs sites de construction pendant la même période, ce qui serait susceptible d'augmenter les effets sur les mammifères marins. La présente étude analysera les effets potentiels sur les mammifères marins du battage simultané de pieux sur quatre sites de construction situés sur les côtes française et britannique de la Manche. L'analyse inclut les parcs éoliens de Rampion et de Navitus Bay du côté britannique et ceux de Fécamp et de Courseulles du côté français (Illustration 1.1). Le début de la phase de construction de tous ces projets est prévu pour 2018.

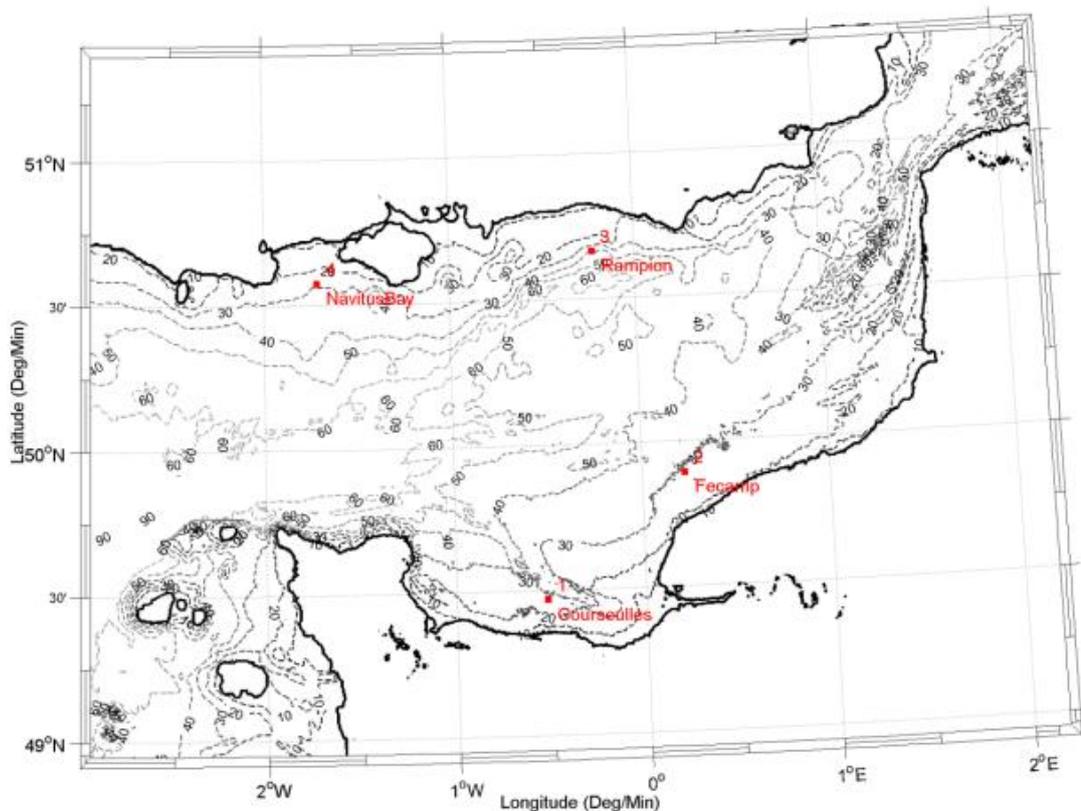


Illustration 1.1 Emplacement des quatre parcs éoliens utilisés pour le calcul des zones d'impact (illustration fournie par Quiet-Oceans)

Le battage de pieux génère des impulsions sonores susceptibles de blesser les animaux marins. Les mammifères marins peuvent subir des lésions auditives qui peuvent être soit permanentes en cas de distance rapprochée, soit réversibles. Des études scientifiques ont permis de déterminer les seuils d'immission de bruit au-delà desquels les mammifères marins modifient leur comportement ou subissent des lésions : des déficits auditifs temporaires (temporary threshold shift, TTS) sont évoqués après une exposition à des niveaux sonores compris entre 165 et 180 dB_{SEL} (en fonction des espèces), tandis qu'au-delà de 180 dB_{SEL}, on constate des déficits auditifs permanents (permanent threshold shift, PTS) (en fonction des espèces) (Southall et al. 2007, NOAA 2013). Concernant le marsouin commun (l'espèce la plus abondante dans les eaux côtières européennes), plusieurs

études ont montré que le battage de pieux en mer générant des niveaux sonores supérieurs à 145 dB_{SEL} entraînait une diminution de son activité et de son abondance (Brandt et al. 2011, Diederichs et al. 2014). Tandis que les seuils de déficience auditive font référence à des expositions uniques et cumulées pouvant dépasser un certain niveau sonore, le seuil de perturbation se réfère aux niveaux sonores générés par un coup unique. Cependant, il convient de tenir compte du fait que la perturbation a été mesurée en mer pendant la construction d'un parc éolien complet, c'est-à-dire pendant des cycles de construction ayant nécessité plusieurs milliers de coups de battage. La réaction du marsouin commun à une opération de battage est ensuite mise en relation avec les niveaux sonores générés par un coup unique. L'effet perturbant est dû non seulement au niveau sonore, mais aussi à la durée du battage (Diederichs et al. 2010). En outre, il est important de noter que les réactions aversives des marsouins suivent un gradient de niveau sonore : la réponse est très marquée et entraîne un déplacement total lorsque le battage génère des niveaux sonores > 160 dB_{SEL}, mais elle est moins marquée à des niveaux sonores inférieurs et devient très faible autour de 145 dB_{SEL}, niveau sonore limite pour la détection d'une réaction.

Les incidences du battage peuvent également être accentuées par des activités de construction simultanées dans les cas suivants :

- si pour deux projets, les zones où le niveau sonore dépasse le seuil de perturbation se chevauchent, la perturbation peut augmenter ;
- la zone perturbée s'agrandira si plusieurs projets ont lieu simultanément dans une zone donnée ; il convient alors d'évaluer si cela pourrait entraîner des impacts significatifs dans la mesure où il ne restera plus assez de zones non perturbées ;
- les immissions du bruit peuvent s'additionner en cas de battage simultané dans une même zone d'audibilité, ce qui augmentera le rayon de perturbation et la zone de risque où des déficiences auditives pourraient survenir.

La présente étude considère qu'il y aura un battage simultané si les projets de parcs éoliens sont construits pendant la même période, par exemple à l'échelle de quelques semaines. Des études ont montré que le temps de récupération du marsouin commun après le battage de pieux était de 1 à 3 jours (Brandt et al. 2011, Diederichs et al. 2014). Par conséquent, l'impact d'un battage simultané devrait être étudié même si les projets frappent leurs coups des jours différents. En cas de battage simultané, il se pourrait même que les marteaux de deux projets ou plus frappent exactement au même instant. Ce cas de figure est également traité.

La Manche héberge une grande variété de mammifères marins, dont l'abondance dans les zones des parcs éoliens a été décrite dans les rapports correspondants des études d'impact environnemental respectives. Les espèces étudiées dans la présente étude (celles que l'on retrouve régulièrement dans les zones des parcs éoliens) sont le marsouin commun, le phoque veau-marin et le phoque gris. En outre, certaines espèces de dauphins sont présentes sur ces sites, mais moins fréquemment. Concernant la nature des capacités d'audition et les fréquences de communication, les mammifères marins sont

regroupés en quatre classes : les pinnipèdes et les espèces basse, moyenne et haute-fréquence (pour le détail des espèces, voir les documents de Quiet-Oceans intitulés Étude d'impact acoustique du parc éolien en mer du Calvados, France, 2014 et Étude d'impact acoustique du parc éolien en mer de Fécamp, France, 2014). Puisque le marsouin commun (*Phocoena phocoena*) est l'espèce la plus abondante et la plus sensible aux immersions du bruit, les résultats ci-après font référence à des calculs effectués pour cette espèce (toutefois, l'annexe fournit des données pour les quatre classes). Cela peut être considéré comme le pire des cas de figure, et les effets sur toutes les autres espèces seront nettement moindres compte tenu du nombre plus faible d'individus et de leur moindre sensibilité au bruit. Cependant, pour certaines espèces, on ne connaît pas le niveau d'exposition sonore auquel se produisent des modifications comportementales ; dans ce cas, les tableaux de l'annexe A ne contiennent pas de données (N/A). Pour les phoques, on suppose un plus faible seuil de réactions comportementales, car d'une part, ils ne dépendent pas de l'orientation acoustique, d'autre part, leurs seuils de déficience auditive sont plus élevés que ceux des marsouins communs (Southall et al. 2007, NOAA 2013).

Bien que pour Navitus Bay et Rampion, le type de fondations n'ait pas encore été choisi, le scénario proposé ici suppose l'utilisation de fondations monopieu, car ce serait le pire des cas de figure pour les deux sites. Pour Fécamp, la présente analyse inclut uniquement le battage des pieux du poste électrique en mer (OST), car les turbines seront construites sur des fondations gravitaires. Tous les calculs utilisent comme point de référence le centre de chaque parc éolien (pour Fécamp : position de l'OST) (Tableau 1.1) et supposent que le battage est effectué durant l'hiver (période où le bruit ambiant est le plus bas, d'après les modélisations réalisées par QO). Les modèles incluent également différents niveaux de marée (2 à 7 m) et plusieurs hauteurs de vague significatives (0 à 1,5 m).

Tableau 1.1 Site, position du centre du parc éolien, diamètre maximal des pieux et profondeur d'eau sur le site de construction des quatre parcs éoliens :

Site	Latitude	Longitude	Diamètre supposé des pieux	Profondeur d'eau
Courseulles	049°28'8,400" N	000°31'19,200" O	7,0	21 à 30 m
Fécamp (OST)	049°53'31,200" N	000°13'37,200" E	3,0	25 à 31 m
Rampion	050°39'50,400" N	000°13'30,000" O	6,5	19 à 57 m
Navitus Bay	050°34'32,999" N	001°42'47,002" O	7,0	32 à 53 m

2 RESULTATS

Les calculs montrent que l'empreinte de bruit totale du battage, c'est-à-dire la zone dans laquelle le marsouin commun pourra entendre ce battage, est comprise entre 59 km (moyenne pour Navitus Bay) et 85 km (moyenne pour Fécamp) (Tableau 2.1). Cependant, il ne s'agit que d'une approximation, car l'audibilité réelle est influencée par le bruit de fond. Cela ne définit pas non plus les zones d'impact, car un animal ne réagit pas nécessairement à chaque signal acoustique audible. Pour toutes les autres espèces présentes sur les sites, la zone d'audibilité est plus petite. Dans les endroits où les empreintes de bruit se chevauchent (Illustration 2.1), le niveau sonore est susceptible de s'additionner en cas de battage simultané, ce qui augmenterait le niveau sonore par rapport au battage effectué sur un seul site.

Tableau 2.1 Taille de l'empreinte de bruit (pour le marsouin commun) et distances entre les centres des parcs éoliens (distances calculées par Quiet-Oceans).

Site	Audibilité maximale du bruit (rayon, en km)	Distance entre les parcs éoliens (kilomètres)			
		Courseulles	Fécamp	Rampion	Navitus Bay
Courseulles	75	0,0	71,7	134,6	149,8
Fécamp	85	71,7	0,0	91,7	157,9
Rampion	78	134,6	91,7	0,0	105,7
Navitus Bay	59	149,8	157,9	105,7	0,0

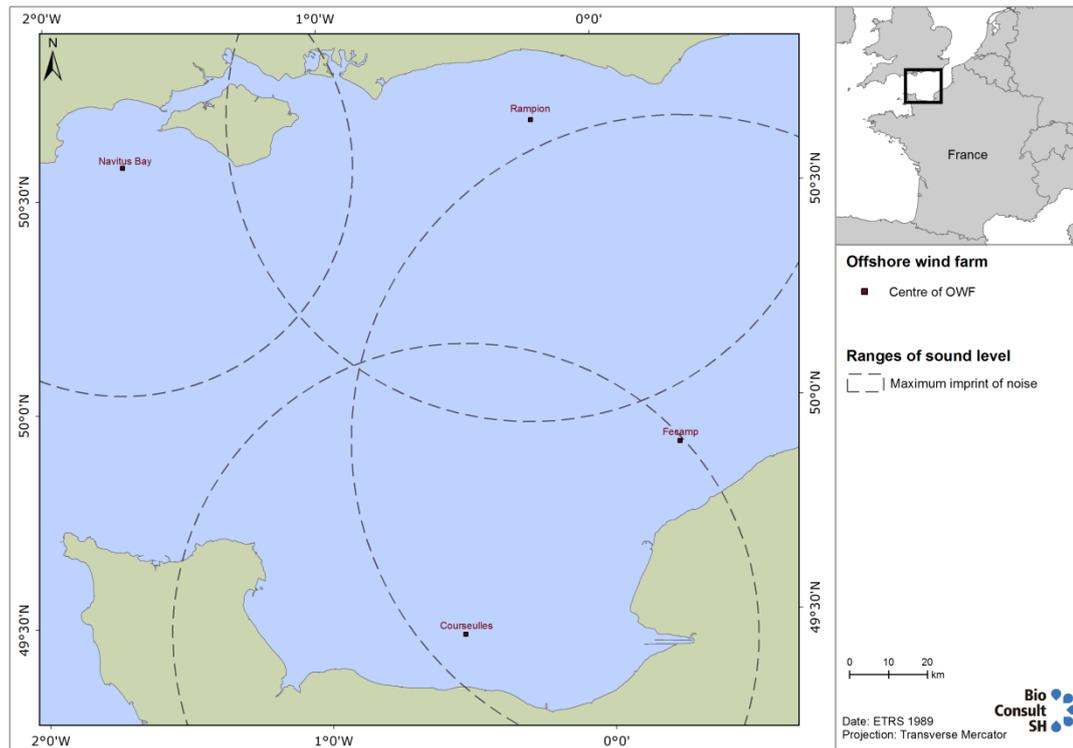


Illustration 2.1 Carte des quatre parcs éoliens avec, pour chacun, la zone où le bruit est audible pour le marsouin commun (empreinte moyenne d'un coup unique)

Augmentation de la perturbation

La distance minimale entre deux parcs éoliens est de 72 km (Courseulles – Fécamp), et le projet britannique le plus proche est situé à une distance de 92 km (Fécamp – Rampion). Les calculs montrent que, pour un coup unique, l'immission du bruit pour les quatre parcs éoliens sera supérieure à 145 dB_{SEL} dans un rayon compris entre 18,75 et 22,53 km autour des projets (voir Tableau 2.2 et Illustration 2.2. Tous les rayons sont représentés par des cercles idéaux. Cependant, la transmission réelle du bruit dépend de la profondeur d'eau et des courants marins et n'est donc pas parfaitement identique dans toutes les directions.) Les distances entre les parcs éoliens sont suffisamment grandes pour empêcher tout chevauchement des perturbations directes, et la zone située entre les parcs éoliens est assez vaste pour offrir suffisamment de zones non perturbées entre les sites.

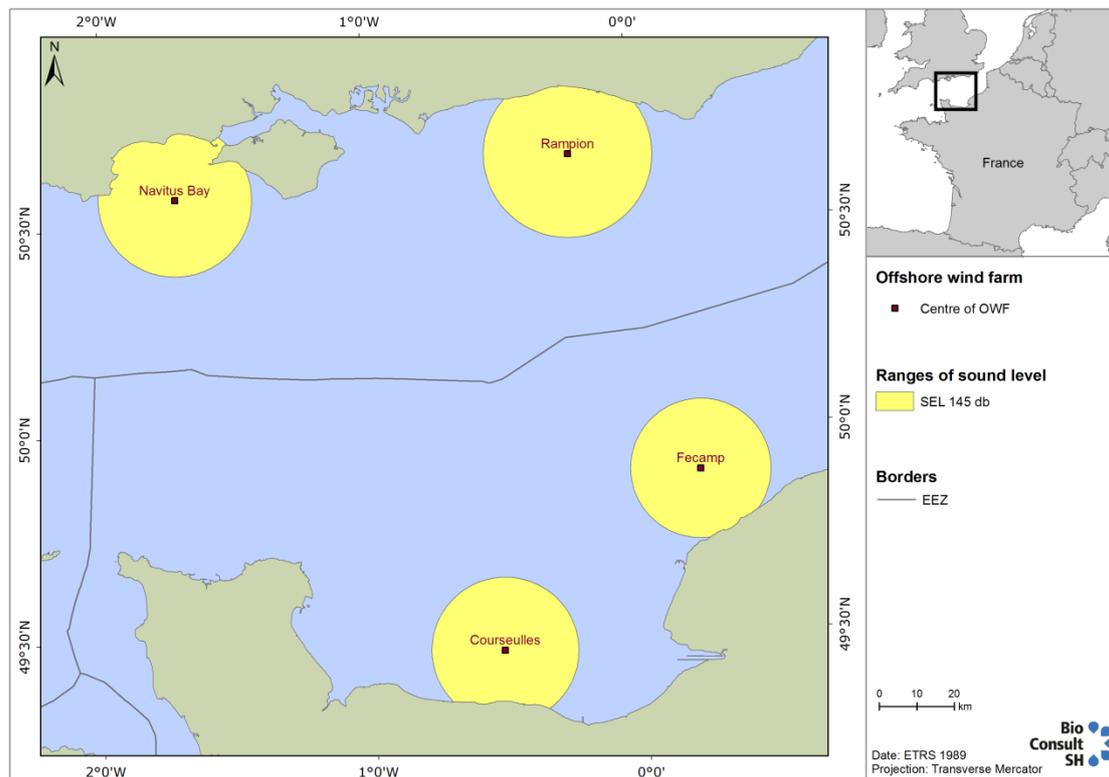


Illustration 2.2 Carte des quatre parcs éoliens avec, pour chacun, la zone où les niveaux sonores générés par un coup unique (non simultané) sont supérieurs à 145 dB_{SEL}.

Lorsque le battage est effectué simultanément sur plusieurs sites, les zones d'audibilité se chevauchent, ce qui peut entraîner une augmentation du niveau sonore. De ce fait, le rayon de la zone des 145 dB_{SEL} pourrait augmenter de 250 m à Courseulles et de 1,3 km à Fécamp (rayon moyen, voir Tableau 2.2 et Illustration 2.3). Le rayon maximal (en fonction de la hauteur de vague et de la marée) passe de 30,86 km à 31,6 km à Courseulles (+750 m) et de 21,44 km à 24,81 km à Fécamp (+3,37 km) (Tableau 2.2).

L'impact de ce battage simultané est alors, de manière relative, plus important à Fécamp. En effet, il est relativement proche de deux autres parcs éoliens (Rampion et Courseulles), et ces trois parcs ont des rayons d'empreinte de bruit assez grands. Toutefois, le poste électrique en mer de Fécamp peut être considéré comme un cas exceptionnel, dans la mesure où les travaux de construction ne dureront que quelques jours.

L'impact à Courseulles est principalement dû à la proximité du site de Fécamp (71 km de centre à centre). Comme indiqué plus haut, le battage à Fécamp ne durera que quelques jours ; par conséquent, l'effet d'un battage simultané mesurable à Courseulles est limité à la phase de construction de l'OST à Fécamp.

Cependant, il convient de souligner que, compte tenu des impulsions très courtes dues au battage et de la courte durée de battage pour chaque pieu, il est très peu probable que des coups soient frappés exactement au même instant sur un ou plusieurs sites de construction. Dans la plupart des cas, les rayons de perturbation dus au battage ne seront donc pas modifiés par le fait que plusieurs projets se déroulent en même temps. L'aug-

mentation des rayons de perturbation sous l'effet d'un battage simultané est donc considérée comme négligeable.

Tableau 2.2 Rayon de la zone de niveau sonore supérieur à $145 \text{ dB}_{\text{SEL}}$ pour le marsouin commun (battage sur un seul site de construction / battage simultané sur les quatre sites de construction)

Site	Immission du bruit > $145 \text{ dB}_{\text{SEL}}$ avec battage sur un seul site (rayon, en km)			Immission du bruit > $145 \text{ dB}_{\text{SEL}}$ avec battage simultané (rayon, en km)		
	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.
Courseulles	11,43	19,64	30,86	11,43	19,89	31,60
Fécamp	16,29	18,75	21,44	16,53	20,05	24,81
Rampion	11,29	22,53	35,43			
Navitus Bay	12,89	20,54	12,89			

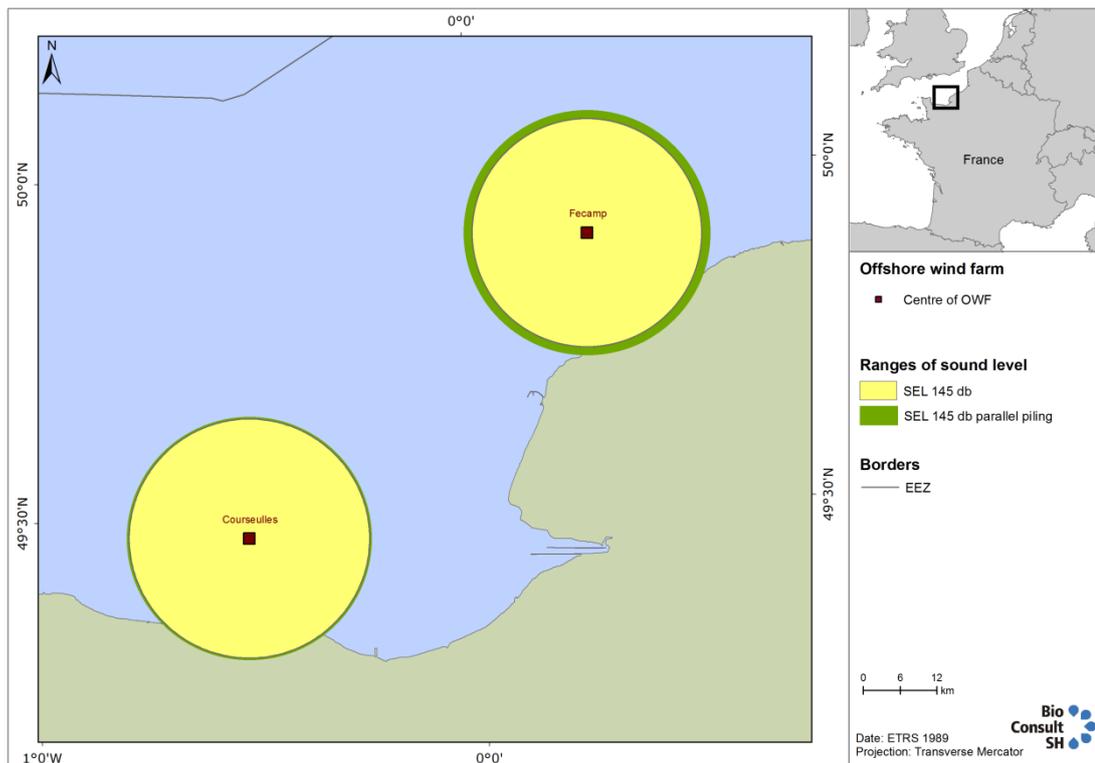


Illustration 2.3 Carte des parcs éoliens de Courseulles et Fécamp avec le rayon de $145 \text{ dB}_{\text{SEL}}$ dû à un coup unique (en jaune) ou à un coup simultané sur les quatre sites de construction (en vert).

Augmentation des déficiences auditives

Les calculs montrent que les niveaux sonores entraînant des déficits auditifs temporaires ou permanents dans l'appareil auditif des mammifères marins sous l'effet de l'immission de bruit lié au battage de pieux ont un effet dans un rayon qui va de quelques centaines de mètres à 3,5 kilomètres (voir les documents de Quiet-Oceans intitulés Étude d'impact acoustique du parc éolien en mer du Calvados, France, 2014 et Étude d'impact acoustique du parc éolien en mer de Fécamp, France, 2014). Selon les calculs, un battage simultané ne modifie ni ces petits rayons ni les zones où les animaux sont exposés à un niveau sonore susceptible d'entraîner des déficits auditifs temporaires ou permanents (TTS ou PTS).

3 DISCUSSION

Les résultats de la modélisation des immissions du bruit montrent qu'un battage simultané dans plusieurs parcs éoliens n'agrandit que très légèrement la zone où les niveaux sonores dépassent 145 dB_{SEL} (seuil pour lequel des modifications comportementales peuvent être observées chez le marsouin). L'augmentation de l'impact sur le marsouin commun est donc considérée comme négligeable. Compte tenu de la grande distance entre les parcs éoliens, les zones à 145 dB_{SEL} ne se chevauchent pas, évitant ainsi toute augmentation directe de la perturbation. Un battage simultané ne devrait donc avoir aucun effet sur les rayons des zones où pourraient survenir des déficits auditifs temporaires ou permanents. Par conséquent, l'effet d'un battage simultané sur la zone de perturbation du marsouin commun est considéré comme négligeable.

Outre le marsouin commun, on note parfois la présence de dauphins communs (*Delphinus delphis*), de grands dauphins (*Tursiops truncatus*), de phoques communs (*Phoca vitulina*) et de phoques gris (*Halichoerus grypus*). Leurs abondances respectives sont généralement plus faibles que celle du marsouin commun (Reid et al. 2003 ; voir également les rapports des EIE de chacun des projets). Les deux espèces de dauphins peuvent être rencontrées sur les sites des quatre projets, mais dans l'ensemble, leur abondance dans la Manche est relativement faible. Et puisque les espèces de phoques ont une distribution plus côtière, leurs densités sont plutôt faibles dans les zones des parcs éoliens. Les quatre espèces sont moins sensibles au bruit sous-marin que le marsouin commun (Southall et al. 2007, NOAA 2013), et les zones de perturbation et de déficience auditive sont nettement plus petites. Par conséquent, l'éventuel cumul des impacts dus au battage simultané dans les quatre parcs éoliens en mer étudiés dans le présent rapport risque encore moins de se produire.

On peut en conclure que le battage simultané dans les quatre parcs éoliens situés dans la Manche n'entraîne qu'une légère augmentation de la zone de perturbation des mammifères marins. Celle-ci surviendra si les coups de battage ont lieu exactement au même instant, ce qui sera très rare. Puisque dans l'ensemble, la perturbation des mammifères marins n'augmente pas (compte tenu des grandes distances séparant les sites et de l'absence de chevauchement des zones de perturbation des différents projets), on peut conclure que la construction des projets pendant la même période n'entraînera pas une augmentation significative des impacts sur les mammifères marins. Ces éventuels impacts peuvent donc être évalués de manière suffisante à l'échelle de chaque projet, et si l'étude de l'AIE pour un projet donné conclut à l'absence d'impact significatif, il ne sera pas nécessaire de coordonner les périodes de construction des différents projets.

4 LITTERATURE

Brandt, M. J., A. Diederichs, K. Betke & G. Nehls (2011) : Responses of harbour porpoises to pile driving at the Horns Rev II offshore wind farm in the Danish North Sea. *Mar Ecol Prog Ser* 421:205-216.

Diederichs, A., M. J. Brandt, G. Nehls, M. Laczny, A. Hill & W. Piper (2010) : Auswirkungen des Baus des Offshore-Testfelds „alpha ventus“ auf marine Säugetiere. Im Auftrag der Stiftung Offshore-Windenergie.

Diederichs, A., Pehlke, H., Nehls, G., Bellmann, M., Gerke, P., Oldeland, J., Grunau, C. Witte, S. & A. Rose (2014) : Entwicklung und Erprobung des Großen Blasenschleiers zur Minderung der Hydroschallemissionen bei Offshore-Rammarbeiten. Report on behalf of the German federal ministry of the environment, nature conservation and nuclear safety (BMU), FKZ 0325309 A/B/C. BioConsult SH, Husum & ITAP, Oldenburg.

Quiet-Oceans, B. (2014). Étude d'impact acoustique du parc éolien en mer de Fécamp, France (version 3.0).

Quiet-Oceans, B. (2014). Étude d'impact acoustique du parc éolien en mer du Calvados, France (version 2.2).

Note de Quiet-Oceans (2014) : Projet : étude d'impact acoustique du parc éolien en mer du Calvados, France. Objet : Empreintes cumulées du battage simultané dans les différents parcs en Manche (version 1.0)

Southall B L, Bowles AE, Ellison WT, Finneran JJ, Gentry RL, Greene CR Jr., Kastak D, Ketten DR, Miller JH, Nachtigall PE, Richardson WJ, Thomas JA & Tyack LT, 2007 : Marine mammal noise-exposure criteria: Initial Scientific recommendations, *Aquatic Mammals*, 33(4): 1-121.

A ANNEXE

Tableau A1 Empreintes de bruit (rayon, en km) et taille de la zone d'exposition à un niveau sonore supérieur à 145 dB suite à un coup unique (rayon en km, distances calculées par Quiet-Oceans)

Site	Groupes d'espèces de mammifères marins	Empreinte de bruit (kilomètres)			Zone de modifications comportementales		
		Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.
Cour-seulles	Marsouin commun (haute-fréquence)	11,77	75,48	188,66	11,43	19,64	30,86
	Moyenne-fréquence	11,77	75,34	188,66	N/A		
	Basse-fréquence	11,77	64,65	175,39			
	Pinnipèdes	11,77	72,21	174,38			
Fécamp	Marsouin commun (haute-fréquence)	16,69	84,67	177,79	16,29	18,75	21,44
	Moyenne-fréquence	16,69	84,51	177,79	N/A		
	Basse-fréquence	16,69	73,80	137,11			
	Pinnipèdes	16,69	81,02	177,79			
Rampion	Marsouin commun (haute-fréquence)	17,68	78,37	169,56	11,29	22,53	35,43
	Moyenne-fréquence	17,68	78,13	169,56	N/A		
	Basse-fréquence	17,68	74,76	169,56			
	Pinnipèdes	17,68	77,25	169,56			
Navitus Bay	Marsouin commun (haute-fréquence)	13,43	59,20	222,30	12,89	20,54	29,01
	Moyenne-fréquence	13,43	59,24	222,56	N/A		
	Basse-fréquence	13,43	52,17	176,49			
	Pinnipèdes	13,43	56,27	195,81			

Tableau A2 Empreintes de bruit (rayon, en km) et taille de la zone d'exposition à un niveau sonore supérieur à 145 dB suite à un coup unique frappé simultanément sur les quatre sites (rayon en km, distances calculées par Quiet-Oceans)

Site	Groupes d'espèces de mammifères marins	Empreinte de bruit (kilomètres)			Zone de modifications comportementales (kilomètres)		
		Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.
Cour-seulles	Marsouin commun (haute-fréquence)	11,77	78,15	196,85	11,43	19,89	31,60
	Moyenne-fréquence	11,77	77,99	191,38	N/A		
	Basse-fréquence	11,77	77,64	188,66			
	Pinnipèdes	11,77	77,77	188,66			
Fécamp	Marsouin commun (haute-fréquence)	16,69	87,32	177,79	16,53	20,05	24,81
	Moyenne-fréquence	16,69	86,67	177,79	N/A		
	Basse-fréquence	16,69	85,61	177,79			
	Pinnipèdes	16,69	86,23	177,79			