

Rapport d'incidences sur l'environnement d'un parc à turbines éoliennes offshore sur le Thorntonbank

Partie 1 : résumé non technique

C-Power s.a.

**02/06543/PV
Septembre 2003**

Commanditaire :
C-Power N.V.
Scheldedijk 30, Haven 1025,
2070 Zwijndrecht

Réalisé par :
Ecolas N.V.
Lange Nieuwstraat 43,
2000 Antwerpen

PREAMBULE

L'étude d'incidences (EI) relative au placement et à l'exploitation d'un parc de turbines éoliennes sur le Thorntonbank comprend plusieurs parties.

Une première partie en est le résumé non technique. Cette partie peut être lue isolément par le lecteur qui ne s'intéresse pas particulièrement aux données et aux descriptions techniques telles qu'elles sont reprises de manière détaillée dans les chapitres et annexes qui suivent l'étude d'incidences.

Une deuxième partie est consacrée à une discussion technique détaillée du projet. Elle comprend plus particulièrement une discussion sur le contenu du projet, les techniques connues qui y seront appliquées, les conditions cadre juridiques et politiques, une discussion des effets sur l'environnement et, le cas échéant, des propositions et des mesures destinées à diminuer ou à compenser l'impact du projet sur l'environnement, ainsi que des propositions de monitoring des éventuels futurs impacts environnementaux. Les chiffres sont repris dans une partie distincte pour permettre au lecteur de consulter simultanément les figures et le texte.

Une série d'études partielles a également été réalisée dans le cadre de ce rapport d'incidences. Ces études sont jointes séparément. La responsabilité de leurs contenus respectifs incombe à leurs auteurs. Ces études partielles approfondissent encore certains aspects partiels du rapport d'incidences.

Enfin, il convient de remarquer que ce rapport d'incidences est une version légèrement adaptée de l'édition de juin 2003 dans laquelle il a été tenu compte, dans la mesure du possible, de la nouvelle situation juridique, des concessions obtenues et des données techniques supplémentaires disponibles sur les câbles électriques.

CONTENU

PREAMBULE	I
Contenu	III
1 introduction	1
2 DESCRIPTION DU PROJET.....	3
2.1 Situation du projet	3
2.2 JUSTIFICATION DU PROJET.....	3
2.3 DESCRIPTION DU PROJET	3
2.4 ALTERNATIVES	13
3 EVALUATION DES EFFETS	14
3.1 climat.....	14
3.2 SOL.....	14
3.3 EAU.....	16
3.4 AIR	18
3.5 BRUITs ET VIBRATIONS.....	20
3.6 FAUNE ET FLORE	21
3.7 MONUMENTS ET PAYSAGES.....	28
3.8 ACTIVITES HUMAINES	30
3.9 RISQUES DE SECURITE.....	31
4 CONCLUSIONS	35
5 MESURES ATTENUANTES, COMPENSATIONS ET monitoring	40

1 INTRODUCTION

Pour permettre au lecteur de mieux comprendre comment est "né" ce document, C-Power NV aimerait d'emblée en donner l'historique et éclaircir certaines facettes de son contenu.

En août 2002, C-Power a introduit deux dossiers de demande auprès de la CREG pour deux implantations différentes d'un seul et même parc d'éoliennes sur le Thorntonbank, une implantation groupée et une implantation scindée. Ces deux dossiers présentaient un parc d'éoliennes similaire mais doté d'une implantation différente. Etant donné que ces deux implantations se chevauchaient largement, C-Power n'a pu obtenir qu'une seule concession domaniale.

Etant donné la durée de traitement d'une telle demande d'autorisation, en octobre 2002, C-Power a entamé son rapport d'incidences et les études partielles y afférentes jointes à ce rapport d'incidences. L'objectif de ces études partielles était l'étude des effets environnementaux potentiels des deux implantations, à savoir l'implantation groupée et l'implantation scindée. Le contenu de ces études a été déterminé en concertation avec les services publics compétents.

Le tout a donné lieu à la rédaction d'un rapport d'incidences et d'études partielles introduits le 16 juin 2003 auprès des autorités compétentes, à savoir l'Unité de gestion du modèle mathématique de la Mer du Nord qui devait évaluer la complétude et la recevabilité de la demande d'autorisation, y compris du rapport d'incidences.

Le 18 juillet 2003, C-Power a reçu une confirmation écrite déclarant la demande d'autorisation et de permis complète et recevable.

Le 4 août 2003, C-Power a retiré la demande pendante en raison de la publication, entre-temps, des AR ci-dessous :

- l'Arrêté royal relatif aux règles d'évaluation de l'incidence sur l'environnement et à l'application de la loi du 20 janvier 1999 sur la protection du milieu marin dans les zones maritimes sous juridiction de la Belgique, et
- l'Arrêté royal relatif à la procédure d'autorisation et de permis pour certaines activités dans les zones maritimes sous juridiction de la Belgique,

qui avaient été revus par le Ministre compétent en raison de la problématique issue d'un différend porté devant le Conseil d'Etat. Afin de pouvoir invoquer le traitement de sa demande sur une base juridique claire et incontestée, C-Power a décidé de retirer son dossier de demande, pendant à l'époque, et de ne réintroduire ce dossier qu'à partir du moment où une nouvelle base juridique aurait été créée.

Depuis, le Moniteur Belge du 29 juillet 2003 a publié un Arrêté ministériel du 27 juin 2003 qui octroyait à la NV C-Power une concession domaniale pour la construction et l'exploitation d'installations de production d'électricité à partir des vents dans les espaces marins (Thorntonbank). Cette autorisation concernait une concession domaniale pour l'implantation dite scindée.

Etant donné que dans le rapport d'incidences précédemment introduit, il était encore question de deux propositions d'implantation, l'obtention de cette concession domaniale a demandé l'adaptation du rapport d'incidences en fonction de cette décision. Dans le nouveau rapport d'incidences adapté, l'implantation groupée a donc été reportée dans le chapitre consacré aux alternatives et n'y a plus été considérée comme une des deux implantations possibles. Etant donné que toutes les études partielles y afférentes étaient déjà contractuellement terminées, les études partielles traitent toujours d'une implantation groupée et d'une implantation scindée. Les résultats de ces études partielles intégrées dans le rapport d'incidences ne parlent cependant plus que d'une seule implantation, à savoir l'implantation scindée, autorisée par la concession domaniale.

Entre-temps, dans le courant de l'été 2003, C-Power a également préparé un dossier de demande d'autorisation pour les câbles offshore. Après consultation des différentes autorités compétentes, C-Power a opté pour la réalisation d'un rapport d'incidences intégré reprenant aussi bien les effets environnementaux des câbles offshore que les effets environnementaux de l'ensemble du parc

d'éoliennes. Les principales raisons ayant présidé au choix d'un seul rapport d'incidences intégré sont les suivantes :

- Les deux autorisations exigent une étude d'incidences conformément à l'article 28 de la loi du 20 janvier 1999 sur la protection du milieu marin dans les zones maritimes sous juridiction de la Belgique.
- Ces deux autorisations sont techniquement, juridiquement, financièrement et économiquement liées entre elles, c'est-à-dire qu'aucune de ces deux autorisations n'est exécutable sans l'autre.
- Les effets environnementaux des deux autorisations sont liés entre eux ; un câble offshore en soi n'entraîne pas de réduction des émissions de CO₂ mais il est, par contre, indispensable pour réaliser les effets environnementaux positifs d'un parc d'éoliennes.
- Les deux études d'incidences exigées reprennent en grande partie les mêmes informations : la discussion de la situation de référence et le développement autonome des deux études d'incidences sont identiques, de même que de nombreux effets environnementaux et mesures atténuantes.
- Du fait de la réintroduction de la demande d'autorisation et de permis, le calendrier d'introduction des deux dossiers de demande d'autorisation, y compris des études d'incidences y afférentes, est largement parallèle. Si on avait opté pour deux études d'incidences différentes, ces deux études d'incidences seraient arrivées à peu près en même temps dans les mêmes administrations, ce qui aurait pu entraîner une certaine confusion.
- Les autorités compétentes en matière d'évaluation du rapport d'incidence exigent, pour l'autorisation de permis et de construction, à savoir le MMB, ont déjà explicitement marqué leur accord pour une étude d'incidences intégrée. (Pour cela, C-Power fait référence à la lettre du MMB du 3/12/2002 dans laquelle MMB écrit que "La construction, l'exploitation, le placement des câbles ne peuvent pas être légalement considérés comme des activités de même nature (article 28 §5 de la loi relative à la protection du milieu marin dans les zones maritimes sous juridiction de la Belgique). Néanmoins, le MMB confirme par cette lettre sa préférence pour une seule étude d'incidences, à condition, toutefois, que les différentes activités y soient traitées de manière clairement distincte")

Etant donné les raisons citées plus haut, C-Power a estimé qu'il était opportun d'ajouter en annexe une étude d'incidences intégrée traitant de tous les effets environnementaux mais mentionnant séparément les effets environnementaux des câbles offshore.

En conclusion, on peut donc dire que par rapport à la première étude d'incidences introduite, aucune modification de contenu n'a été apportée à cette nouvelle étude d'incidences et que les adaptations s'y sont limitées à :

- Un référencement correct à la nouvelle législation d'application.
- La restriction de la discussion à une seule implantation, à savoir l'implantation scindée pour laquelle la concession domaniale a été obtenue. L'implantation dite groupée y a été reléguée au chapitre consacré aux alternatives.
- Entre-temps, des informations plus détaillées sont disponibles sur le câble offshore et ces informations ont été ajoutées au chapitre Description du projet.

2 DESCRIPTION DU PROJET

2.1 SITUATION DU PROJET

C-Power NV a l'intention de construire, dans les eaux marines sous la juridiction de la Belgique au niveau du Thorntonbank, un parc d'éoliennes pour la génération d'énergie électrique destinée à être intégrée dans le réseau de distribution d'électricité. C-Power exploitera ce parc pendant 20 ans. Ce projet comprend la construction, l'exploitation et le démantèlement du parc d'éoliennes sur le Thorntonbank et l'infrastructure nécessaire y afférente (plate-forme transformateur, câblage et mâts de mesure du vent).

Le projet actuel comprend 60 turbines dotées chacune d'une puissance de minimum 3,6 MW à maximum 5 MW. Cette implantation devrait générer une puissance totale de 216 à 300 MW. La production d'énergie par an y est estimée à 710 à 1000 GWh, ce qui correspond environ à la consommation moyenne de 180 000 à 255 000 ménages. Pour permettre le transport de l'énergie électrique vers le réseau de distribution électrique, une connexion câblée sous-marine a été prévue entre les turbines éoliennes et une plate-forme offshore distincte implantée dans le périmètre du parc d'éoliennes. Une connexion sera établie par câble sous-marin entre la plate-forme transformateur et le poste de raccordement sur la terre ferme à Bredene.

Les activités liées à la construction, à l'exploitation et à la démolition d'un parc d'éoliennes exigent un permis d'environnement. Ce permis est subordonné, entre autres, à la rédaction d'une étude d'incidences. Le placement des câbles électriques en mer territoriale exige également une étude d'incidences similaire.

Cette étude d'incidences procède à une estimation des effets du parc d'éoliennes sur l'environnement. On y est parti d'une base de 60 turbines de 3,6 MW. Les aspects liés à la construction, à l'exploitation et à la démolition y sont étudiés, ainsi que les aspects liés au placement des câbles. Les effets d'une augmentation de puissance à 5 MW par turbine sont traités séparément.

2.2 JUSTIFICATION DU PROJET

Dans le cadre d'une série de conventions et accords internationaux (notamment Kyoto, 5^e Conférence internationale de la Mer du Nord, et une série de directives de la CE), on a clairement opté pour une augmentation de la part des sources d'énergie renouvelables. En ce qui concerne la Belgique, l'objectif est d'accroître, d'ici 2010, la part de l'électricité issue de sources d'énergie renouvelables à 6 % de la consommation brute d'électricité. Parmi toutes les formes d'énergie renouvelables actuellement disponibles, l'énergie éolienne est actuellement la plus rentable.

Bien qu'un projet de turbines éoliennes en mer soit plus cher que sur terre, ce type de projet offre également une série d'avantages. Ces principaux avantages sont un rendement supérieur par turbine, un impact moins élevé sur l'environnement direct (humain) et la possibilité de réaliser des projets groupés.

Dans le choix de la localisation du projet actuel, on a tenu compte des recommandations précédentes des autorités. Il est ressorti de celles-ci que la préférence devait être donnée aux espaces marins situés à l'extérieur de la zone de 12 milles. D'autres conditions annexes sont une distance suffisante par rapport à la frontière néerlandaise, une profondeur pas trop élevée (maximum 25 m) et une interférence minimale avec les autres utilisateurs (marine, sable et extraction de gravier) des zones maritimes.

2.3 DESCRIPTION DU PROJET

2.3.1 Situation spatiale

Le parc d'éoliennes est implanté sur le Thorntonbank, un des bancs de sable les plus extérieurs du Plateau Continental Belge. Le Thorntonbank appartient aux bancs de Zélande et son orientation est quasi parallèle à la ligne côtière. Ce banc a une forme longitudinale typique, une orientation NE-SO et s'élargit

au niveau de la concession obtenue. Plus loin vers le Nord-Est, le banc devient le Rabsbank situé sur le Plateau Continental Néerlandais. Si l'on s'en réfère à sa limitation par la ligne - 20 mètres, le banc a une longueur de 18 km, une largeur minimale de 2 km et une largeur maximale de 4,5 km. Le 'sommet' du banc de sable se trouve environ à hauteur de la concession à -6 m. La superficie totale du banc se situe sur la Plaque Continentale Belge de 57,3 km² mesurée le long de la ligne -20 m. Une concession a été obtenue pour l'implantation de 60 turbines éoliennes, une plate-forme transformateur et deux mâts de mesure du vent.

2.3.1.1 Description de la concession obtenue

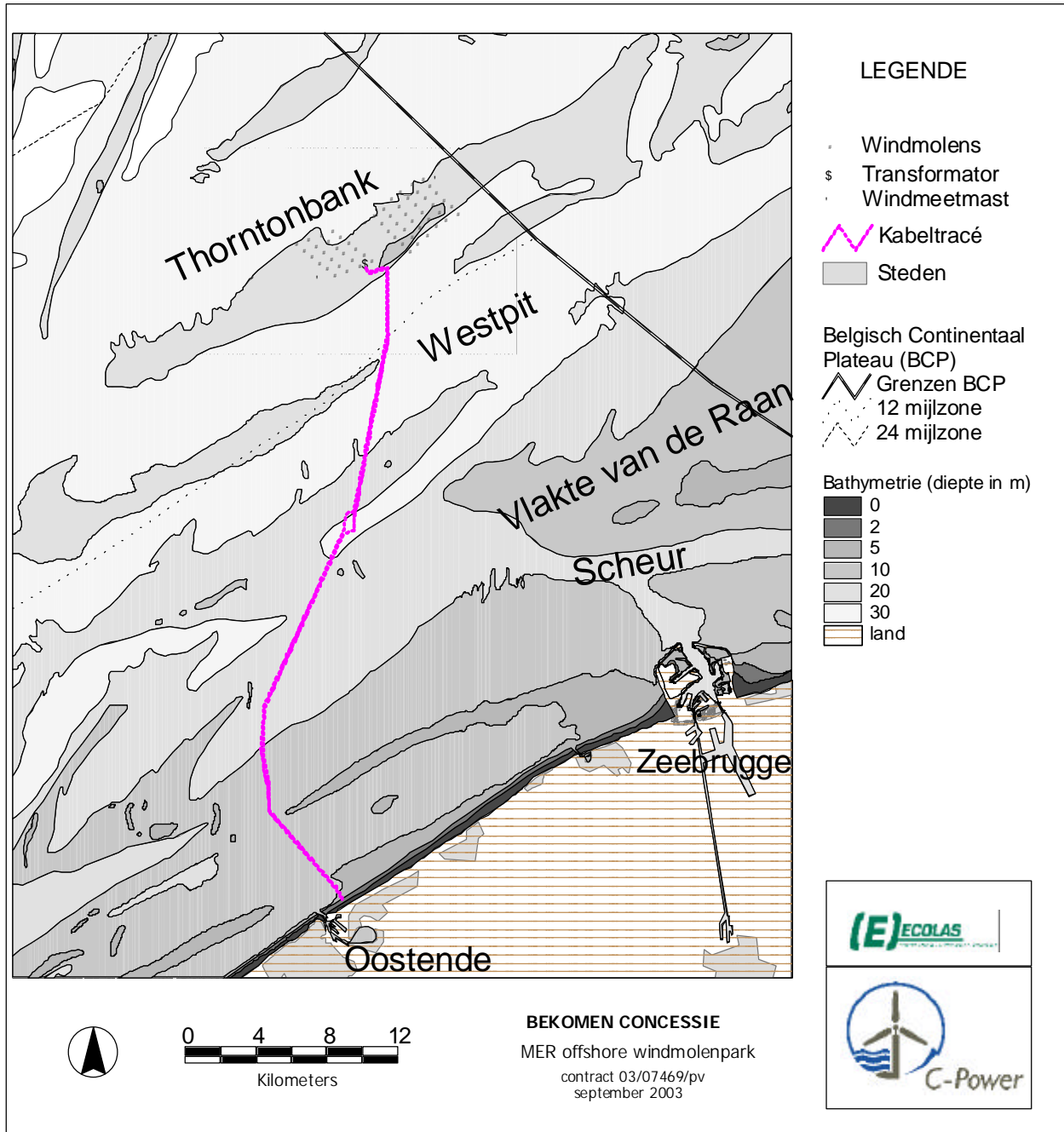
L'arrêté ministériel du 27 juin 2003, a accordé à C-Power une concession domaniale pour la construction et l'exploitation d'installations de production d'électricité à partir des vents dans les espaces marins. La concession obtenue sur le Thorntonbank est scindée en deux zones : la première à l'Ouest du câble télécom Concerto South1 et la conduite de gaz Interconnector (zone partielle A) composée de 24 turbines sur une superficie de 5,0 km² et la deuxième à l'Est (zone partielle B) composée de 36 turbines sur une superficie de 8,8 km². Ces deux zones constituent un ensemble technique et économique avec un tracé de câbles d'atterrissage, une plate-forme transformateur et deux mâts de mesure du vent. La plate-forme transformateur est située sur la bordure sud de la zone partielle A, tandis que les mâts de mesure du vent sont situés en dehors de la zone délimitée. Les profondeurs varient entre -6 et -20 m. Si l'on tient compte d'une zone de sécurité de 500 m autour des turbines éoliennes, on arrive à une superficie de 26,4 (10,7 + 15,7) km². Cette implantation résulte d'une capacité installée pour la superficie de 15,7 à 21,7 MW/km² et, si l'on tient compte aussi de la zone de sécurité, de 8,2 à 11,4 MW / km².

2.3.1.2 Implantation alternative

Comme on l'a déjà évoqué dans l'introduction, il existe à cette implantation une alternative historique appelée l'implantation groupée discutée dans le chapitre relatif aux alternatives et également abordée dans les études partielles. Cette implantation ne fait toutefois pas l'objet de cette demande et ne doit être considérée que comme une implantation alternative motivée par des raisons historiques.

2.3.1.3 Câbles

A partir de la plate-forme transformateur offshore du Thorntonbank, deux câbles haute tension seront posés à environ deux mètres de profondeur dans le sol marin suivant un tracé qui établira une connexion la plus directe possible avec le poste haute tension de Sas Slijkens à Ostende. Le tracé croise les routes de navigation 'couloir 1' et la passe 'bouée A1 vers S1-2' et le câble de télécommunication PEC. Au niveau du croisement du chenal 1, les câbles seront enfouis à minimum 4 m de profondeur dans le sol. Ensuite, il a été proposé de poursuivre le tracé des câbles à l'Ouest de et en parallèle avec le câble PEC en direction de la laisse de basse mer au niveau de l'ancien hôpital militaire et ensuite, sur un trajet entièrement souterrain, jusqu'au point de raccordement de Bredene. Le tracé offshore comprend deux câbles 150 kV placés à 100 mètres de distance l'un de l'autre, sauf dans le chenal 1 où les câbles seront placés à une distance de 500 mètres l'un de l'autre.



Situation du parc d'éoliennes

2.3.2 Description de la technologie

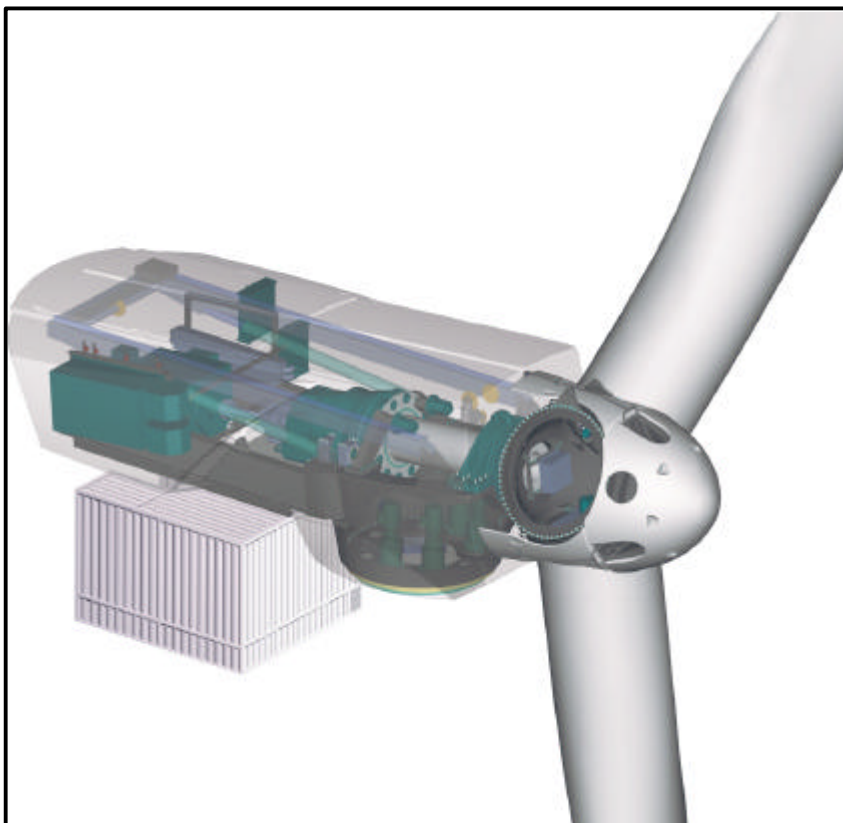
2.3.2.1 La turbine éolienne

C-Power a sélectionné une turbine éolienne 3,6 MW offshore de GE Wind Energy. Il s'agit du plus grand modèle de la gamme des produits "GE Wind Energy" dans laquelle sont appliquées les dernières et meilleures technologies disponibles connues et éprouvées par rapport au climat offshore.

La GE Wind Energy 3,6 MW est une turbine up-wind à trois pales avec commande de pales active (rotation des pales autour de l'axe longitudinal). Ce système est utilisé aussi bien pour l'arrêt de la turbine en cas d'arrêt d'urgence que pour le réglage de sa puissance. Un nombre de tours variable (8,5 à 15,3 tours par minute) du rotor active un générateur asynchrone. La puissance nominale est de 3,6 MW. La turbine fonctionne à des vitesses de vent entre 3,5 et 25 m/s et atteint sa puissance nominale à 14 m/s. La turbine possède 3 pales de 50 m en polyester. Le diamètre total du rotor est de 100 m et le rotor a une surface de 7 854 m². Le rotor tourne dans le sens horaire (à partir de la direction du vent).

La nacelle en polyester/acier comprend une boîte d'engrenages placée sur un bloc silencieux et le système électrique. Le système électrique se compose du générateur, du transformateur, du dispositif de commande et de leurs équipements annexes respectifs. Le transformateur amène la tension du générateur jusqu'à 33 kV. La nacelle est fixée sur un mât à environ 80 m au-dessus de la surface de l'eau à la marée la plus basse. Le mât est une structure métallique tubulaire d'un diamètre d'environ 5 m dont la paroi a une épaisseur de 60 mm (l'épaisseur et le diamètre varient en fonction de la hauteur du mât, en fonction du sol et en fonction de la profondeur de l'eau).

Le mât permet avant tout la transmission des forces du rotor et de la nacelle vers les fondations avec lesquelles il est relié. Ensuite, il permet également un accès sûr à la nacelle. Le mât est équipé pour cela d'une échelle et de plusieurs plates-formes. Dans le mât courent également des câbles électriques et des câbles de communication amenés du sol marin à la nacelle.



Les turbines sont spécialement adaptées au climat marin par des équipements supplémentaires, et notamment une protection supplémentaire contre l'érosion, la présence de bacs de réception pour les fuites, des palans et une commande à distance entièrement automatique.

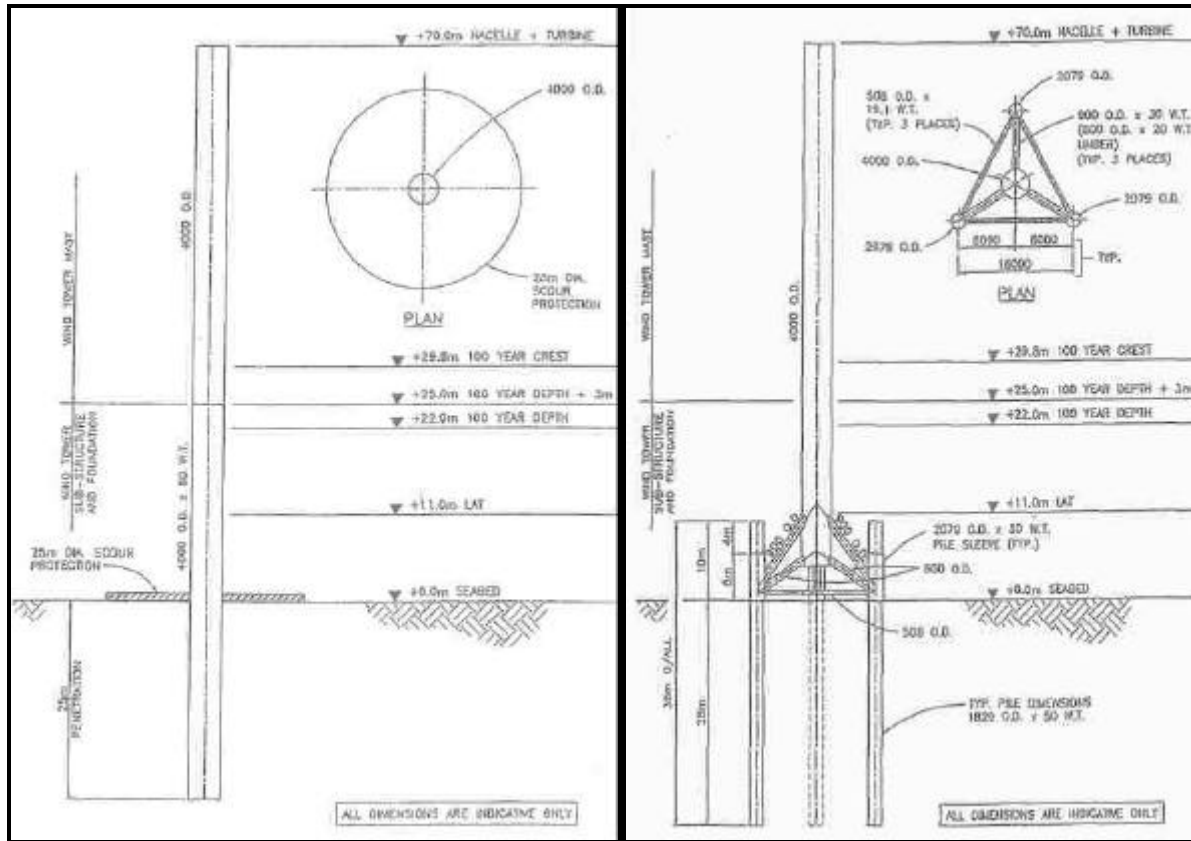
Dessin de la nacelle d'une turbine éolienne



Photo d'une turbine éolienne GE avec fondation monopile

2.3.2.2 Les fondations et la protection contre l'érosion

Les mâts des turbines éoliennes sont ancrés sur des fondations, qui à leur tour sont ancrées dans le sol marin. Le type des fondations dépend de la profondeur et de la nature du sol mais en principe, il a été opté pour un monopieu. L'utilisation d'une structure triopode ne s'avère nécessaire que dans les profondeurs plus importantes et les implantations groupées.



Présentation schématique d'une fondation monopile (à gauche) et d'une fondation triopode (à droite) – les mesures sont données à titre indicatif

La fondation monopile est actuellement la plus utilisée pour les turbines éoliennes en mer. Le monopieu est une colonne d'acier d'un diamètre d'environ 5 m (en fonction de la nature du sol, de la profondeur de l'eau, ...) et d'une épaisseur de paroi de ± 6 cm. En fonction des caractéristiques du sol, le pieu est enfoui dans le sol marin par enfoncement et/ou vibrations jusqu'à une profondeur de 20 à 40 m. Le poids du monopieu peut varier de 350 à 500 tonnes. En ce qui concerne les connexions entre le monopieu et le pylône de la turbine éolienne, on utilise le plus souvent un raccord : une gaine métallique qui se glisse sur le haut du pieu et se fixe par "grouting". Le raccord comprend également une plate-forme autour du pieu. Cette plate-forme est utilisée pour les travaux d'entretien, entre autres pour l'amarrage.

Le deuxième type de fondation est la fondation triopode. Celle-ci se compose d'une structure porteuse ancrée dans le sol marin par trois pieux reliés à une colonne centrale. Les pieux sont plus petits que le pieu monopile (diamètre ± 1,5 m). La turbine éolienne est ensuite directement ancrée sur cette structure sans aucun autre raccord.

Une couche de protection contre l'érosion est posée autour de la fondation de la turbine éolienne. Celle-ci se compose de deux couches de pierres de 1,5 à 4 cm et de 10 à 50 cm de diamètre. Les couches recouvrent un cercle d'un diamètre de 48 m et ont chacune environ 1 m d'épaisseur. A proximité directe du pieu, on utilise, dans la deuxième couche, des pierres très lourdes (60-300 kg).

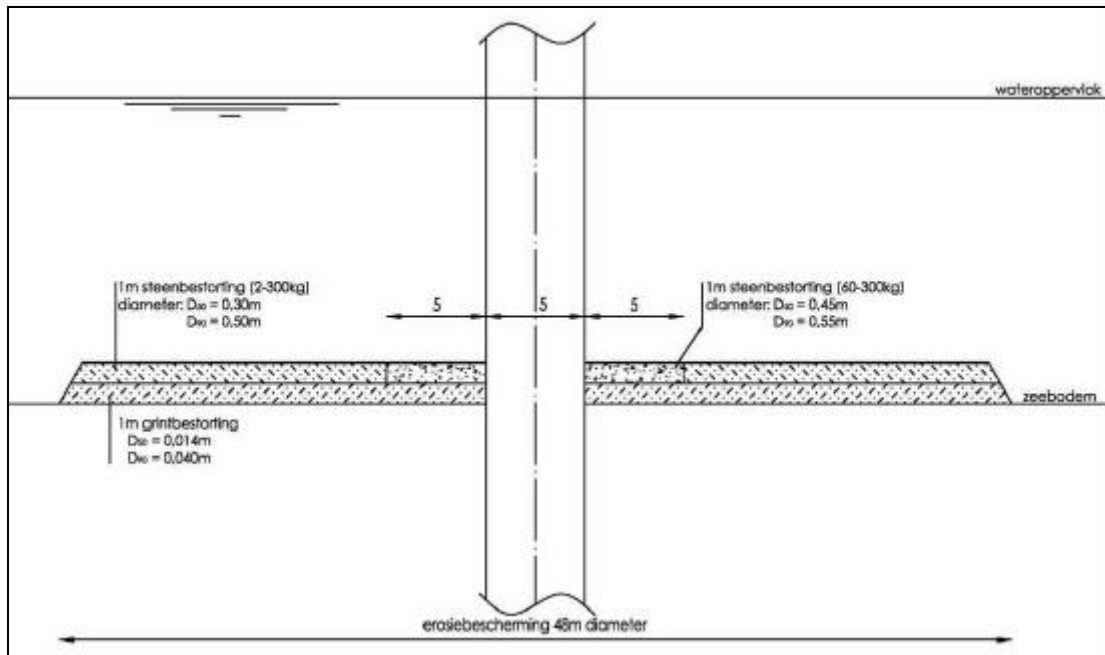


Illustration schématique de la protection contre l'érosion autour d'une fondation monopile

2.3.2.3 La plate-forme transformateur

Les principales composantes de la plate-forme d'un transformateur offshore sont les deux transformateurs 150/33 kV, l'installation d'commande de 150 kV et l'installation d'commande de 33 kV. Les principaux transformateurs sont des transformateurs refroidis par huile et contiennent chacun 60 tonnes d'huile. Le dispositif d'commande 33 kV et 150 kV est un gas insulated system. Outre ces principales composantes, la plate-forme transformateur est également équipée des équipements utiles et des systèmes de protection nécessaires, et notamment d'un générateur d'urgence avec moteur diesel contenant 30 000 litres de combustible et d'une zone de séjour de secours, de systèmes de lutte contre l'incendie, de bacs de réception en cas de fuite, etc. Dans le choix de ces différentes composantes, on a toujours essayé d'utiliser la 'best available technology' en tenant compte de leur utilisation dans une atmosphère marine. La plate-forme elle-même repose sur 4 fondations monopiles dotées de la protection contre l'érosion nécessaire.

2.3.2.4 Câblage

Dans l'enceinte du parc, le câblage se compose d'un câble offshore triphasique 36 kV avec pour isolation du polyéthylène inerte cross linked. Les 60 turbines sont reliées entre elles par groupes de 6 par des câbles et chaque groupe est à son tour relié à la plate-forme transformateur. La longueur moyenne des câbles individuels est de 500 mètres à 700 mètres, selon l'orientation du parc par rapport à la direction principale du vent. De plus, des câbles de télécommunication sont également intégrés dans les 'espaces creux' des câbles d'énergie. Les câbles de télécommunication sont utilisés pour la commande à distance et la surveillance à distance du parc de production d'énergie éolienne. La pose séparée des câbles de télécommunication est dès lors inutile.

Les câbles dans l'enceinte du parc sont enfouis à minimum 1 m de profondeur dans le sol marin par jetting (liquéfaction du sol par injection d'eau à haute pression). A proximité de la turbine éolienne, les câbles remontent à la surface où ils sont tirés dans des tubes en J, également appelés J-tubes, qui remontent du pied de la turbine dans le pylône. Les différents câbles du réseau vont de turbine en turbine pour enfin être rassemblés par groupe de six turbines au niveau de la plate-forme transformateur.

En ce qui concerne le transport de l'énergie à partir du parc d'éoliennes vers le réseau 150 kV public sur la terre ferme, celui-ci est prévu par le biais de la pose d'une connexion marine souterraine. Cette

connexion se compose de deux câbles triphasés 150 kV avec pour isolation du polyéthylène inerte cross linked. Le trajet total représente environ 40 km et suit la connexion la plus directe possible avec le poste haute tension de Sas Slijkens à Bredene. Les câbles sont enfouis à 2 m de profondeur dans le sol par jetting. Au croisement du couloir 1, les câbles sont enfouis à une profondeur de minimum 4 m. Après le croisement du câble de télécommunication PEC, les câbles à l'Ouest du câble PEC continuent en ligne droite en direction de la laisse de basse mer au niveau de l'ancien hôpital militaire.

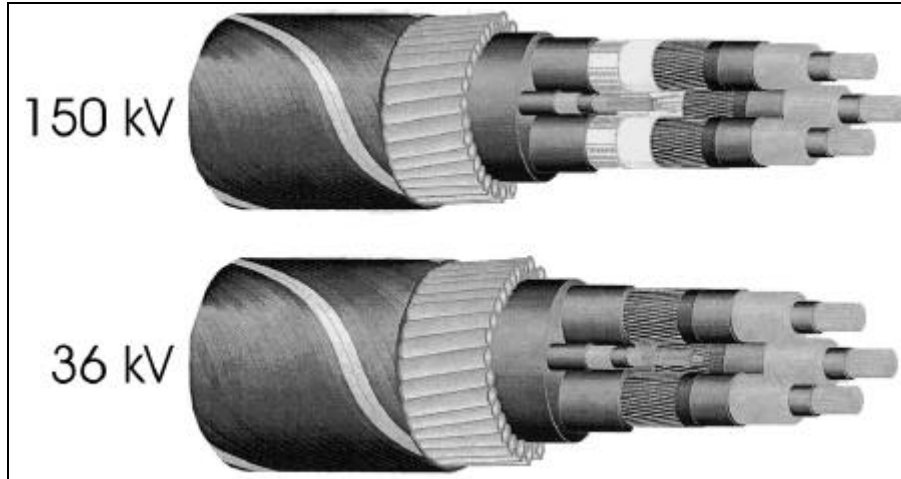


Illustration de la structure des câbles électriques

A partir d'environ -4m sous la ligne de flottaison, les deux câbles atterriront par le biais d'un forage dirigé à une profondeur importante par rapport à la ligne de crête des dunes à hauteur de la Godschalkstraat sur le territoire de la ville d'Ostende, à partir d'où tous ces câbles continueront leur trajet en souterrain jusqu'au poste haute tension de Sas Slijkens.

2.3.3 Description de la phase de construction

La construction du parc de production d'énergie éolienne se compose de trois grands volets : le montage des turbines éoliennes, les constructions marines et l'infrastructure électrique et accès net.

La construction sera effectuée en deux phases avec, dans une première phase, la construction de 24 turbines éoliennes, la plate-forme transformateur et la pose des câbles nécessaires, et dans une deuxième phase, les autres turbines et câbles.

2.3.3.1 Montage des turbines éoliennes

Les différentes parties de la turbine et des fondations seront, de préférence, amenées par voie maritime vers un "quai de montage" à Zeebruges ou Ostende où une partie de la suite du montage sera effectuée (par exemple montage du moyeu sur la nacelle). Les pièces électriques (principalement les commutateurs et les transformateurs) seront en grande partie installées sur le quai de montage pour limiter au maximum les travaux de construction marins.

La pose des fondations comprend les activités suivantes : étude du sol détaillée ; mesures hydrographiques ; transport offshore des pièces vers le Thorntonbank ; pose des fondations ; placement de la protection contre l'érosion et installation des câbles.

En ce qui concerne la pose des fondations, les pieux seront transportés dans des véhicules adaptés vers l'endroit où ils seront enfouis par enfoncement et/ou par vibrations à l'aide d'une installation placée sur une plate-forme auto-élévatrice. Les travaux sur la plate-forme auto-élévatrice garantissent une grande sécurité et une précision plus importante que les travaux effectués sur un ponton flottant et constituent une technique éprouvée. Dans ce cadre, la plate-forme auto-élévatrice, une grue flottante et un ponton sur lequel seront chargées plusieurs monopiles seront amenées à l'endroit exact. Ensuite, le monopieu sera placé par la grue flottante dans la sonnette. La grue, placée sur la plate-forme, sera utilisée pour placer la sonnette de battage au-dessus du pieu et après contrôle de la position du pieu, l'enfoncement sera entamé. Pour éviter que ne se forme une importante poche d'érosion avant le placement de la

couche de protection contre l'érosion, celle-ci doit être prévue le plus rapidement possible après le placement du pieu. Le plus souvent, une première couche sera déjà placée avant l'enfoncement du pieu pour éviter toute érosion immédiate.

Après la pose des fondations, les autres pièces seront montées à l'aide de grues et l'infrastructure électrique sera ensuite installée.

2.3.3.2 Infrastructure électrique

La construction de l'installation électrique du parc de turbines éoliennes est divisé en: pose d'une connexion de 150 kV, construction de la plate-forme transformateur offshore et connexion des turbines éoliennes entre elles et à la plate-forme du transformateur par groupe de 6.

Une connexion 150 kV entre le réseau public 150 kV et le poste du transformateur offshore est prévue, qui se compose de deux câbles. Les câbles marins sont placés en utilisant un câblier et un jettrencher. Le jettrencher creuse une tranchée en injectant de l'eau sous pression dans le sol marin. Le sol est ainsi liquéfié. Le câble se glisse dans la tranchée qui se referme automatiquement. Le câblier est équipé d'un mandrin d'environ 25 m de diamètre sur lequel est enroulé le câble. Pendant la pose du câble, celui-ci est déroulé automatiquement et de manière contrôlée. Le bateau dispose d'un système DGPS qui doit garantir la pose du câble suivant le tracé préalablement établi.

Le croisement des câbles et des conduites de gaz doit être effectué en concertation avec les opérateurs et en tenant compte des réglementations en la matière. Dans la première phase de construction, le croisement PEC est le seul croisement de câbles qui doit être réalisé. Dans la deuxième phase, par contre, les câbles 33 kV des six groupes croiseront une conduite de gaz et un câble de télécommunication. Le croisement des câbles existants sera effectué en installant une assise au-dessus des conduites existantes. Ce matelas fera office de protection entre les câbles et les conduites déjà existantes et sera réalisé en matériau respectueux de l'environnement. Une protection contre l'érosion est prévue au-dessus des câbles installés à la surface. La couche de protection contre l'érosion se compose d'un enrochement de 1 mètre d'épaisseur, et ceci sur une surface d'environ 10 m de large et 50 m de long. Au croisement des chenaux, il faut également tenir compte non seulement des dimensions actuelles des chenaux (largeur et profondeur de l'eau), mais également des futurs élargissements et approfondissements. Dans le chenal 1, les câbles seront enfouis à minimum 4 m de profondeur.

Les fondations de la plate-forme transformateur (4 monopieux) seront placées de la même façon que les turbines. Deux transformateurs identiques d'une puissance d'environ 175 MVA pièce sont prévus sur la plate-forme transformateur. Leurs dimensions exactes dépendront des résultats des études qui doivent encore être effectuées pendant l'ingénierie de détail. Dans la construction de la phase 1, la plate-forme transformateur sera complètement terminée et montée intégralement sur les fondations. Cela signifie que tous les commutateurs 150 kV seront placés, de même que les deux transformateurs 150/33 kV d'une puissance d'environ 175 MVA chacun et tous les commutateurs 33 kV pour la connexion des turbines au réseau. Enfin, tous les équipements d'utilité générale de la plate-forme seront également installés.

2.3.4 Description de la phase d'exploitation

Un problème spécifique qui se pose au niveau des parcs de production d'énergie éolienne offshore est celui de l'accessibilité aux installations. Les interventions pendant les périodes de tempête sont bien sûr exclues et même lorsque les conditions climatiques sont bonnes, comparativement aux installations de terre ferme, les interventions offshore demandent des outils et des navires chers, ainsi qu'un personnel supplémentaire. Pour limiter un maximum la perte de revenus pendant les temps d'arrêt et limiter un maximum les frais de réparation, il faut par conséquent élaborer une stratégie basée sur une fiabilité de fonctionnement, un contrôle à distance et une commande à distance maximale. La sûreté de fonctionnement maximale est garantie par la sélection appropriée des turbines, des transformateurs des câbles, Le contrôle à distance et la commande à distance du parc se font à partir d'un bâtiment de contrôle sur la terre ferme. Le traitement informatisé des données issues des inspections, des messages d'erreurs et des activités de maintenance peut permettre d'optimiser le programme de maintenance préventive. La stratégie de maintenance se compose d'une combinaison optimisée d'entretien préventif et d'intervention en cas de défaillances.

Etant donné le nombre relativement élevé de turbines éoliennes qui seront placées, il s'avère économiquement intéressant, en tant qu'exploitant, de disposer de ses propres navires et outils d'exploitation et de maintenance.

Ces outils et ces navires sont :

- Un bateau d'entretien en bon état de navigabilité, également équipé de l'installation de sondage nécessaire pour la surveillance de la protection contre l'érosion et de la morphologie de la zone du parc et de la zone des tracés du câblage. Ce bateau sera connecté au parc à turbines éoliennes de sorte à pouvoir garantir des interventions rapides entraînant une disponibilité maximale. La possibilité est envisagée d'également équiper ce bateau de maintenance pour d'autres tâches, et notamment la lutte contre l'incendie, le remorquage ou la lutte contre les pollutions marines par les hydrocarbures.
- Un ponton de travail ou une plate-forme élévatrice avec grue pour le transport et le montage des pièces "moyennes".
- Les navires opèrent à partir d'une base de maintenance située à proximité du bâtiment maître (par exemple à partir du port de Zeebruges ou d'Ostende). Une collaboration sera en outre instaurée avec une société charter afin de pouvoir disposer d'hélicoptères qui garantiront un accès rapide par voie aérienne (par exemple pour les interventions urgentes à la plate-forme transformateur).

2.3.5 Description de la phase de démantèlement

C-Power souhaite exprimer sa volonté de "restaurer le milieu marin en son état initial". Etant donné la durée de la concession et l'évolution des progrès technique, il est actuellement impossible de déjà donner exactement la méthode qui sera réellement utilisée. C-Power propose de choisir, en concertation avec les autorités compétentes, la meilleure technique disponible au moment du démantèlement. C-Power a néanmoins essayé de donner un aperçu de la méthode qui sera le plus probablement utilisée.

Les turbines éoliennes et la plate-forme transformateur seront entièrement démontées et recyclées. Dans l'ensemble, on peut dire qu'en ce qui concerne le matériel à utiliser, il sera fait appel à du matériel similaire à celui utilisé pendant la phase de construction, et très certainement en tout cas en ce qui concerne les travaux de démolition au-dessus de l'eau et le transport.

Après avoir enlevé les constructions, celles-ci seront mises à la démolition et, dans la mesure du possible, les pièces seront recyclées par des sociétés spécialisées et certifiées. C-Power s'engage à retirer les fondations jusqu'à une profondeur de 3 mètres sur la base de la meilleure technologie disponible. Celle-ci consiste pour l'instant à enlever le pylône et à scier les pieux de fondation jusqu'à une profondeur de plusieurs mètres dans le sous-sol marin. Pendant la phase de démantèlement, on retirera un maximum de couche de protection contre l'érosion, probablement par déblayage à partir d'un ponton flottant. C-Power a opté pour le retrait total des câbles enfouis. La méthode qui sera la plus probablement utilisée sera le jetting, éventuellement complétée d'autres techniques.

2.4 ALTERNATIVES

Dans le choix de la zone de concession du parc à turbines éoliennes, plusieurs considérations ont été prises en compte. Cette évaluation a été réalisée en différentes étapes. Avant tout, on a tenu compte d'une série de critères d'exclusion de certaines zones. Les localisations situées à l'intérieur de la zone 12 milles ont été exclues sur la base des recommandations émises par les autorités et en raison de leur impact supérieur sur le paysage, la faune et la flore, ainsi que les risques plus élevés en matière de sécurité qui y étaient liés. Les localisations situées en dehors de la zone 24 milles ou à une profondeur de plus de 30 m ont également été exclues en raison de leur influence importante sur la rentabilité du projet. Enfin, les routes de navigation, les zones de sécurité des pipelines et les zones militaires ont également été exclues. Le résultat de cet exercice a été que seuls le Hinderbanken, le Thorntonbank, la tête Ouest du Gootebank et quelques autres zones (trop) petites entraient en ligne de compte. Sur la base de la superficie disponible, de la distance par rapport à la plate-forme transformateur, de l'estimation de l'impact sur la faune, du risque en matière de sécurité et de l'orientation, C-Power a alors procédé à une sélection plus affinée. Cette analyse a donné comme localisations les plus favorables celles situées à l'Est du Thorntonbank. Les effets environnementaux de l'alternative de l'implantation groupée sont discutés dans l'étude d'incidences.

En ce qui concerne le tracé des câbles, les alternatives possibles sont que le câble pourrait être raccordé au réseau de distribution d'électricité, soit à Ostende, soit à Zeebruges. Bien que la distance jusqu'à Zeebruges soit plus courte, il n'est pas possible de procéder au raccordement à Zeebruges, ceci du fait de l'absence de capacité de raccordement à cet endroit.

L'agencement des turbines a ensuite été optimisé en fonction de la concession obtenue, sur la base de la distance minimale entre les turbines éoliennes pour garantir leur fonctionnalité. Celle-ci sera d'environ 5 à 6 diamètres de rotor. Un placement trop rapproché mène non seulement à une perte de rendement, mais également à une charge supérieure sur le mât et la structure des fondations. Il a également tenu compte du fait qu'un agencement parallèle à la côte diminue l'impact sur les oiseaux.

En ce qui concerne la capacité, on aurait pu opter pour d'autres turbines éoliennes. Dans le cadre de cette étude d'incidences, nous avons procédé à une comparaison entre une turbine 3,6 MW et une turbine 5 MW. Nous nous sommes également arrêtés sur la différence au niveau de l'impact entre une fondation tripode et une fondation monopile.

3 EVALUATION DES EFFETS

3.1 CLIMAT

En ce qui concerne le climat, il convient d'examiner, d'une part, le climat local, principalement les régimes de vent et, d'autre part, le climat à l'échelle mondiale.

3.1.1 Situation actuelle et développement autonome

En Belgique, le climat se caractérise par un climat maritime tempéré, avec des étés frais et des hivers doux. En mer, on observe environ les mêmes caractéristiques, mais les régimes de vent y sont plus constants et le vent atteint des vitesses supérieures. A 10 km de la côte, la vitesse du vent en mer peut être de 25 % supérieure à celle mesurée à la côte. La principale direction du vent au niveau de la côte belge est (O)SO. La vitesse du vent moyenne, calculée sur la base des données des 5 stations de mesure (Westhinder, Wandelaar, Cadzand, Vlakte van de Raan et Droogte van 't Schoonveld) est de 28 km/h. La vitesse du vent la plus faible est celle mesurée à Cadzand, à savoir 23 km/h, la plus élevée celle mesurée à Westhinder, à savoir 30 km/h. La vitesse du vent augmente avec la hauteur au-dessus de la surface de l'eau. A une hauteur de 75 m au-dessus de l'eau, la vitesse du vent oscille entre 30 et 32 km/h. La vitesse du vent est plus élevée pendant les mois d'hiver que pendant les mois d'été.

En ce qui concerne le climat mondial, une grande attention est accordée à l'effet de serre et au réchauffement de la terre. En raison de l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre, on s'attend à une augmentation de la température mondiale de 3,6°C sur 100 ans. Cette augmentation de la température devrait entraîner une augmentation de 49 cm du niveau de la mer. Pour réduire l'émission des gaz à effet de serre, il faut passer à des énergies respectueuses de l'environnement, et notamment l'énergie solaire – l'énergie tirée de la biomasse et l'énergie éolienne, ...

3.1.2 Discussion des effets

Il est clair qu'au niveau mondial, le parc d'éoliennes ne contribuera que dans une très faible mesure à la réduction des émissions des gaz à effet de serre. Au niveau de la Belgique, par contre, sa contribution sera mesurable. Les effets que peut entraîner cette réduction des gaz à effet de serre, et notamment sur la température de la terre et le niveau de l'eau, seront donc, dans l'ensemble, insuffisants pour permettre une estimation correcte. Les effets sur la prévention des situations extrêmes (tempêtes, hivers rigoureux, étés torrides, ...) sont encore plus difficiles à estimer, mais seront également minimes.

L'influence du parc d'éoliennes sur les régimes de vent au niveau local se limitera à des effets locaux. Un effet sera noté sur la vitesse du vent jusqu'à 2,5 km après les turbines éoliennes. Dans l'enceinte du parc, les turbines éoliennes s'influenceront mutuellement. L'agencement des turbines éoliennes jouera également un rôle dans la minimalisation de cet effet. Elles seront en effet placées dans la direction dominante du vent et croisées.

L'effet de la libération de chaleur par les câbles enfouis sur les températures locales restera limité à l'environnement très proche dans le sol (maximum quelques mètres).

3.2 SOL

3.2.1 Situation actuelle et développement autonome

Situation de la zone de l'étude : La zone de l'étude se situe dans la baie sud de la Mer du Nord, sur le Plateau Continental Belge (PCB). Le PCB se caractérise par une série de bancs de sable. Les *Kustbanken* et les *Zeelandbanken* sont pratiquement parallèles à la ligne côtière, ceci contrairement aux *Vlaamse* et *Hinder Banken* dont l'axe du banc de sable forme un angle évident par rapport à la

côte. Le sol marin est pratiquement entièrement composé de sable, avec localement des zones de gravier et d'alluvions, d'origine géologique récente. Certains processus géologiques tels que l'érosion et la sédimentation jouent encore un rôle important dans cette zone. Ces processus sont largement gouvernés par les courants et les vagues sous l'influence du vent.

Morphodynamique : La zone du projet est située sur le Thorntonbank, le banc le plus au nord et parallèle à la côte, et est définie sur les cartes marines par l'isobathe de 20 m. Ce banc a une forme longitudinale typique avec une orientation NE-SO. De plus, vers le Nord-Est, le banc devient le Rabsbank situé sur le Plateau Continental Néerlandais. Le sol du Thorntonbank se caractérise par un matériau sablonneux et la formation de dunes (ondulations). La forme des dunes, leur orientation et leur dimension dépendent de leur situation sur le banc et de la profondeur de l'eau. Les structures de dunes les plus importantes démontrent un développement complexe et dynamique sous l'influence des marées et de leurs courants. Le transport des sédiments au niveau des implantations du parc d'éoliennes est complexe et dépend de la morphologie du banc.

Géologie : La couche géologique supérieure du banc de sable se compose d'un dépôt quaternaire (d'une épaisseur moyenne de 16 m) qui se situe sur une couche argileuse tertiaire. Le caractère des dépôts quaternaires est déterminé par le niveau d'eau fluctuant et l'interaction entre les processus glaciaires et interglaciaires. Les couches tertiaires sous-jacentes sont, pour la partie Est du Thorntonbank, argileuses (formation de Maldegem) et, pour la partie Ouest, se composent de couches sous-jacentes de sédiments sablonneux et argileux (formation d'Aalter).

Granulométrie : Les sédiments superficiels du Thorntonbank sont des sables moyens d'une taille de grain moyenne de 250-300 µm (Van Lancker, 1993). Au Nord des bancs, les sédiments sont plus graveleux et localement enrichis avec du gravier. Il est clair que les sédiments superficiels des bancs de sable dépendent des différences locales de granulométrie liées à la localisation morphologique. Au niveau du Thorntonbank, la concentration en matières en suspension est relativement faible par rapport aux zones plus proches de la côte et se situe à des valeurs entre 10-25 mg/l.

Qualité des sédiments : Les sédiments du sol de la Mer du Nord sont enrichis surtout en métaux lourds, en huiles minérales et en nutriments d'origine anthropogène. Cette situation peut, entre autres, être due aux déversements opérés dans le cadre des activités maritimes et le déversement des boues de dragage. Ces enrichissements ont un caractère fortement local en raison de la dilution immédiate de la pollution par le courant d'eau.

Projets de turbines éoliennes : Le parc d'éoliennes 'Seanergy', prévu sur le Vlakte van de Raan, n'influencera pas de manière importante la situation de référence de ce projet.

3.2.2 Discussion des effets

3.2.2.1 Développement autonome

Dans la situation actuelle, l'activité anthropogène (au niveau de la sédimentologie) dans la zone de projet proposée est limitée à l'extraction de sable. Le Thorntonbank appartient à la zone de concession 1 d'extraction de sable dans laquelle 4 concessions ont été accordées. Seule la NV Belmagri possède une zone d'extraction de sable spécifique qui jouxte la concession obtenue. Actuellement, l'extraction de sable sur le Thorntonbank est limitée à environ 5 % de l'extraction totale du PCB (77 274 tonnes en 2001, soit 4,2 % de la quantité totale extraite des zones 1 + 2). L'évolution morphologique du Thorntonbank pourrait être à l'avenir influencée par une augmentation de l'activité d'extraction de sable. Outre l'intensité d'extraction, la technique d'extraction constitue également un facteur important au niveau de l'impact sur la morphologie du banc. Un changement au niveau de la macromorphologie peut influencer le milieu hydrodynamique local et régional, ce qui peut entraîner, à son tour, des changements au niveau du transport des sédiments. Étant donné qu'on ne connaît pas clairement l'intention des différents concessionnaires, cet impact sur la morphologie est difficile à estimer. Si les activités d'extraction n'augmentent pas, l'impact sera néanmoins négligeable.

3.2.2.2 Phase de construction

L'implantation d'un ensemble de pieux dans le sol entraîne une perturbation de la structure du sol sur l'ensemble de la longueur de la partie du pieu enfoncée. Il s'agit d'un effet local minime. L'enfouissement du câble dans le sol marin entraîne également une perturbation de ce dernier. Très rapidement après l'enfouissement du câble, la structure du sol retrouvera cependant son état initial. La protection contre l'érosion (enrochement) entraîne également une perturbation de l'état initial du sol.

Toute pollution potentielle du sol due aux activités déployées ne revêtirait qu'un caractère indirect. S'il devait y avoir pollution des eaux marines, due par exemple à une catastrophe imprévue pendant la construction, l'entretien ou le démantèlement du parc, une partie de la pollution se fixera aux particules qui seront à ce moment en suspension dans la colonne d'eau.

3.2.2.3 Phase d'exploitation

La perturbation provoquée par les pieux individuels sur le sol marin sera faible. Localement, les effets du pieu sur les courants du sol et les sédiments entraîneront des changements au niveau des grosses ondulations (structures du sol) par rapport à leur tendance initiale. Si l'on tient compte d'une couche de protection contre l'érosion de maximum 48 m de diamètre, le sol marin sera perturbé sur une superficie de 1800 m² autour de la turbine éolienne. La superficie totale perturbée pour l'ensemble du banc sera d'environ 0,1 km². Cela signifie que le sol marin sera durablement perturbé sur environ 0,8 % de la surface de la concession. Le transport des sédiments et la morphologie locale seront perturbés, mais cela n'aura probablement pas d'influence sur la morphologie globale du banc.

Pour arriver à une estimation précise du changement local induit au niveau du transport des sédiments et de l'effet sur les structures locales du sol marin, dans cet environnement sédimentologique et hydrologique dynamique, une étude de sédimentologie détaillée et un levé s'avèrent nécessaires.

Les câbles seront enfouis à une profondeur suffisante dans le sol marin pour ne pas risquer d'être exposés et ne pas provoquer d'érosion supplémentaire autour des câbles.

3.2.2.4 Phase de démantèlement

Pendant cette phase, des effets indirects peuvent être observés, qui dépendent de l'exécution technique du démantèlement. L'enlèvement des fondations des turbines éoliennes jusqu'à quelques mètres sous le niveau du sol perturbera une nouvelle fois la structure du sol. Pendant la phase de démantèlement, une pollution accidentelle du sol peut survenir à tout moment, même secondairement par le biais des particules en suspension qui dans un premier temps absorberaient la pollution de l'eau et dans un deuxième temps la rejetteraient. Ces effets sont comparables à ceux décrits dans la phase de construction.

3.3 EAU

3.3.1 Situation actuelle et développement autonome

Hydrographie : L'eau de la Mer du Nord se compose principalement d'un mélange d'eau nord-atlantique et d'une eau relativement salée et douce provenant des rivières. Au niveau du Thorntonbank, l'influence des courants fluviaux est très minime.

Température : Au niveau du Thorntonbank, la température annuelle moyenne à la surface de l'eau est de 11 °C.

Salinité : Dans la Mer du Nord, la salinité varie entre 31 et 35 mg/kg.

Turbidité : La turbidité de l'eau marine est déterminée par la quantité de matières (en suspension) dans l'eau. Au niveau du Thorntonbank, on dispose de peu de données de mesure. On peut toutefois supposer, en raison du sol sablonneux, que les concentrations naturelles en matières en suspension y

sont légèrement inférieures à celles mesurées plus près de la côte. La concentration maximum devrait se situer autour de 1 g/l en conditions normales et autour de 5 g/l en cas de tempête. Après une tempête, le sable redescend sur le sol en quelques minutes.

Hydrodynamique : Les hauteurs maximales des vagues (période de retour de 50 ans) sont d'environ 12 m, ce qui correspond à une période des vagues d'environ 12 s. Le cycle des marées hautes et basses biquotidiennes de la côte belge entraîne une variation au niveau de la profondeur de l'eau qui peut atteindre plus de 5 m.

Les courants de la Mer du Nord sont provoqués, d'une part, par l'effet des marées (composante dominante) et, d'autre part, par les effets du vent ou éventuellement des différences de densité. L'effet oscillant de la marée entraîne un courant résiduel net responsable de la moitié des courants dans la Mer du Nord. Les situations les plus extrêmes (grandes rapidités des courants et niveaux d'eau extrêmes) sont observées lorsqu'une tempête coïncide avec une marée d'équinoxe. Les vitesses varient principalement entre 0,2 et 0,8 m/s (en moyenne 0,5 m/s). Au niveau de la zone de projet, le courant est principalement un courant Sud-Ouest, ainsi que Nord-Est.

Le niveau d'eau dans la zone du projet variera en fonction des marées (bas à marée basse, et haut à marée haute) ainsi qu'en fonction des vagues provoquées par le vent, ce qui donnera des profondeurs d'eau maximales dans la zone du projet de 23 à 42 m.

L'exploitation du parc d'éoliennes n'aura pas d'influence significative sur les modifications climatologiques à long terme par rapport aux gradients de niveau d'eau induits par les marées et les tempêtes. Le développement des activités d'extraction de sable sur le Thorntonbank tout près de la future localisation du parc d'éoliennes aura une certaine influence mais qui sera limitée à l'hydrodynamique de la zone du projet.

Caractéristiques chimiques de l'eau marine : L'eau marine contient tous les éléments naturels du tableau périodique. En outre, on y trouve également un grand nombre de substances dont la présence est due à l'activité humaine. Les principales composantes s'y trouvent en divers rapports fixes. Les concentrations de certains oligo-éléments dans l'eau marine sont fortement augmentées par les activités humaines.

Pour tous les métaux lourds, les concentrations au niveau de l'estuaire sont en moyenne supérieures à la concentration observée à la côte et en haute mer. Ces différences s'expliquent par les afflux en provenance de la terre via les rivières. Cela laisse supposer qu'au niveau du Thorntonbank, les valeurs observées seront relativement faibles. En haute mer et au niveau de la zone côtière, aucun métal lourd (à part le cuivre, mais il ne s'agit pas d'un élément essentiel) ne dépasse la valeur EAC.

La principale liaison organostannique est le tributylétain (TBT). Il s'agit d'un biocide utilisé en milieu aquatique en temps qu'"antifouling". Un de ses principaux effets est la disruption endocrinienne qui entraîne, entre autres, une féminisation des organismes masculins et la stérilité. La concentration offshore du tributylétain est <1 ng/l.

En raison de la faible solubilité des PCB, leur concentration dans l'eau est le plus souvent faible et qui plus est difficile à détecter. Les concentrations des HAP au niveau de l'estuaire et des zones côtières sont supérieures à celles observées dans les parties plus profondes de la Mer du Nord.

La quantité d'hydrocarbures déversée en 1995 dans la Mer du Nord par la navigation a été d'environ 6.750 tonnes. La pollution par les hydrocarbures provient principalement d'accidents.

A court terme, on peut s'attendre à ce que la tendance à la baisse au niveau des concentrations des polluants anorganiques se poursuive. Etant donné les conventions récemment conclues en ce qui concerne l'interdiction du TBT, sa concentration devrait également continuer à descendre. De manière analogique, on peut également s'attendre à une diminution de l'utilisation des autres polluants organiques. A court et moyen terme, les problèmes avec les polluants organiques persistants restent néanmoins à l'ordre du jour. Pour les différents nutriments, l'évolution probable est une nouvelle diminution du statu quo du NH_4 ; initialement une nouvelle augmentation du NO_2/NO_3 liée à l'élimination des nitrates dans les eaux résiduaires, mais finalement un renversement de cette tendance ; la poursuite de la diminution des phosphates. On peut également espérer à l'avenir une diminution du problème de l'eutrophisation. Dans l'ensemble, on peut s'attendre à une lente diminution de la pollution par les hydrocarbures. La tendance à la baisse déjà observée est déjà partiellement attribuable au renforcement des contrôles sur les déversements même si les déversements d'hydrocarbures et autres calamités non identifiées restent encore nombreux.

Projets de turbines éoliennes : A l'exception des éventuels déversements accidentels, selon toute attente, le projet du parc d'éoliennes 'Seanergy', ne devrait exercer aucune influence sur la situation de référence en ce qui concerne la discipline 'eau'.

3.3.2 Discussion des effets

3.3.2.1 Phase d'aménagement

Lors de l'installation, des particules au sol et les polluants qui y adhèrent peuvent pénétrer dans la couche d'eau et, de là, migrer vers l'eau marine. On peut donc dire qu'il s'agit d'une source indirecte potentielle relativement négligeable d'arrivée métaux lourds et autres polluants dans l'eau marine. Le placement de pieux provoque localement et temporairement une augmentation de la turbidité dont l'effet peut être estimé négligeable.

3.3.2.2 Phase d'exploitation

L'influence de l'obstruction au niveau de l'hydrodynamique est bien connue et relativement limitée dans la zone d'influence. Etant donné la grande distance entre les différents pieux, il n'y aura aucune interférence entre l'influence des différents pieux sur le courant.

Tout comme dans la phase de construction, aucun effet négatif ne doit être pris en compte en ce qui concerne l'augmentation de la turbidité pendant la phase d'exploitation.

3.3.2.3 Phase de démantèlement

Les travaux liés au démantèlement peuvent provoquer les mêmes effets que ceux prévus pendant la phase de construction (augmentation de la turbidité, déversements accidentels).

3.3.2.4 Câbles

La pose et le retrait des câbles provoqueront irrémédiablement la présence de matières en suspension dans l'eau. L'impact de ces matières sur l'augmentation de la turbidité sera toutefois de très courte durée et négligeable.

En dehors des déversements accidentels au moment de l'installation ou du retrait des câbles, aucun effet dû à la présence des câbles n'est à prévoir sur la qualité de l'eau.

3.4 AIR

3.4.1 Situation actuelle et développement autonome

Un point de mesure du VMM situé dans la direction dominante du vent à la côte s'avère utile pour mesurer la qualité de l'air au-dessus de la mer. Ce point de mesure sera Zeesluis à Zeebrugge. En 2000, un point de mesure temporaire a également été installé à La Panne pour l'évaluation de la pollution transfrontalière en provenance de la zone industrielle autour de Dunkerque.

Une comparaison des valeurs obtenues avec les valeurs limites et les valeurs indicatives de qualité atmosphérique montre qu'il n'y a aucun problème à noter au niveau des points de mesure. Les valeurs obtenues pour le SO₂ sont inférieures à la valeur indicative et aux valeurs limites de l'Organisation mondiale de la santé. En ce qui concerne le NO_x aussi, aucun problème n'a été noté étant donné que dans la situation actuelle, sa concentration atmosphérique est inférieure à 50 % de la valeur indicative ou valeur limite. En ce qui concerne les concentrations des matières en suspension, on constate que les valeurs actuelles sont loin en dessous des concentrations limites prescrites par l'Union européenne. A l'avenir, ces valeurs limites seront abaissées mais même dans ce cas, les objectifs qualitatifs resteront atteints. En ce qui concerne le CO, les valeurs actuelles sont loin en dessous des objectifs en matière de qualité atmosphérique. Comparativement à d'autres stations de contrôle, les niveaux des substances organiques volatiles le long de la côte sont faibles. Etant donné qu'il n'y a pas de sources d'émission importantes dans la région côtière et du fait que l'air atteint la côte principalement en provenance du Sud-Ouest, on peut s'attendre à ce que la qualité de l'air au-dessus de la Mer du Nord reste momentanément bonne.

On sait aussi déjà que les nutriments et micropolluants marins sont amenés par l'atmosphère, leurs concentrations sont suffisamment faibles et indiquent que la qualité atmosphérique au-dessus de la mer n'a pas été altérée.

Dans le cadre du développement autonome, on peut supposer que :

- pendant la phase de construction et la phase de démantèlement, on notera une amélioration de la qualité atmosphérique au-dessus de la mer, au niveau de la localisation prévue pour l'installation des turbines éoliennes due à l'absence des émissions dont sont responsables les navires nécessaires au transport et à la construction/démantèlement des turbines éoliennes.
- Il n'y aura pas d'émissions liées à l'utilisation du matériel de construction des turbines éoliennes.
- Les émissions évitées en raison de la production d'électricité par le parc d'éoliennes sur terres, avec un effet négatif sur la qualité atmosphérique.

3.4.2 Discussion des effets

3.4.2.1 Phase de construction

Pendant la phase de construction, il faut tenir compte des émissions des navires nécessaires pour l'installation des turbines éoliennes et des émissions liées à l'utilisation de matériel destiné aux turbines éoliennes.

Les émissions totales en provenance des navires ont été estimées à 5 800 tonnes CO₂, 105 tonnes NO_x, 95 tonnes SO₂, 10 tonnes de poussière et 7,5 tonnes de SOV. Ces charges ne représentent que quelques % seulement des émissions que permet d'éviter chaque année le fonctionnement du parc d'éoliennes. Ces charges représentent, pour l'ensemble des polluants 0,01 % environ des émissions totales attribuables à la navigation dans la Mer du Nord et la Mer Baltique. Si l'on tient compte du fait que la Manche est l'une des routes de navigation les plus empruntées, on peut supposer que les charges en provenance des navires utilisés dans le cadre de la construction du parc d'éoliennes n'auront localement (au niveau des activités) qu'une influence très limitée sur la qualité de l'air ambiant.

Les émissions liées à l'utilisation du matériel destiné aux turbines éoliennes sont estimées à 92 000 tonnes CO₂, 730 tonnes SO₂ et 343 tonnes NO_x. Si on calcule les émissions évitées chaque année sur la base des facteurs d'émission de la production classique d'électricité, les émissions dues à l'utilisation de matériel destiné au parc d'éoliennes sont estimées à 19 % des émissions de CO₂ évitées chaque année, 92 % des émissions de SO₂ évitées chaque année et 38 % des émissions de NO_x évitées chaque année. Cela signifie que les émissions dues à l'utilisation du matériel seront compensées après moins de 1 an de fonctionnement du parc d'éoliennes.

3.4.2.2 Phase d'exploitation

Pendant la phase d'exploitation, on ne doit s'attendre à aucune émission atmosphérique en provenance du parc d'éoliennes à proprement parler. La production nette d'électricité par le parc d'éoliennes (710 GWh/an) ne devant pas être générée par la production classique ou nucléaire permet d'éviter les émissions sur la terre ferme. L'ampleur des émissions évitées sur la terre ferme dépend du fait que l'on envisage pour générer la production nette d'électricité du parc d'éoliennes uniquement la production classique ou la combinaison d'une production classique et d'une production nucléaire. Les émissions évitées chaque année, calculées sur la base des facteurs d'émission de la production classique, se montent à 2,30 % des émissions par la production classique en Belgique pour tous les polluants. Les émissions évitées chaque année, calculées sur la base des facteurs d'émission de la production classique et nucléaire, se montent à 0,97 % des émissions de la production classique en Belgique pour tous les polluants.

D'ici 2010, des plafonds d'émission ont été imposés à la Belgique pour le SO₂ et le NO_x, de respectivement 99 000 et 176 000 tonnes/an (2001/81/CE). Les émissions évitées, calculées sur la base des facteurs d'émission de la production classique, se montent respectivement à 0,8 % du plafond d'émission pour le SO₂ et 0,5 % du plafond d'émission pour le NO_x, soit des valeurs significatives. L'objectif de Kyoto pour la Belgique est une réduction des émissions des gaz à effet de serre de 126 600 000 tonnes d'équivalent de CO₂ d'ici 2010. Les émissions évitées, calculées sur la base des facteurs d'émission pour la production classique, se montent à 0,39 % de ce plafond, soit une valeur significative.

Si la production d'électricité par le parc d'éoliennes devait effectivement donner lieu à une diminution équivalente de la production thermique classique d'électricité sur la terre ferme, on noterait un effet

positif significatif au niveau de l'influence sur la qualité atmosphérique sur la terre ferme dans l'ensemble et sur l'effet de serre et les dépôts acides plus particulièrement.

3.4.2.3 Phase de démantèlement

Pendant la phase de démantèlement, il ne faut tenir compte que des émissions dues aux navires utilisés pour le démantèlement. Celles-ci peuvent être grosso modo assimilées aux émissions des navires pendant l'installation des turbines éoliennes. L'impact sur la qualité atmosphérique est à nouveau local (au niveau de la localisation des turbines éoliennes), limité dans le temps et très limité comparativement aux émissions totales liées à la navigation dans la Manche, de sorte qu'il n'y a aucune raison de craindre un impact significatif au niveau de la qualité atmosphérique.

3.4.2.4 Monitoring

Etant donné que l'impact sur la qualité atmosphérique escompté est très limité, aussi bien en termes d'ampleur qu'en termes de durée, il n'y a pas de raison de prévoir un monitoring de la qualité de l'air ambiant.

3.5 BRUITS ET VIBRATIONS

Aucune norme sonore spécifique n'est d'application sur les turbines éoliennes. La situation de référence se compose donc de la situation actuelle en matière de bruits sous l'eau, au-dessus de l'eau, au niveau de la côte et au niveau des habitations les plus proches. Dans la détermination du climat sonore actuel, il a été tenu compte des 50 turbines éoliennes du "parc d'éoliennes Seanergy" qui dispose actuellement d'une demande de concession domaniale conforme, d'une autorisation de construction et d'un permis d'environnement mais qui sont provisoirement suspendus.

En résumé, on peut dire que des niveaux sonores continus entre 90 et 100 dB (re 1 μ Pa) dans la zone de fréquence 100 Hz à quelques kHz dans les eaux côtières peu profondes ne sont pas inhabituels et sont principalement attribuables à des bruits naturels. On peut déduire de ces hypothèses que dans le pire des cas, l'effet du bruit de la turbine éolienne sous l'eau restera limité à la zone située entre les turbines éoliennes et ne dépassera pas le périmètre de sécurité de 500 m. Il convient toutefois de souligner ici que le passage d'un petit bateau entraîne déjà des niveaux sonores de 10 dB supérieurs au fond sonore maximal utilisé. Il s'agit toutefois, bien sûr, dans ce cas, d'une augmentation temporaire du niveau sonore.

Le bruit de fond au-dessus de l'eau (surtout dû aux oiseaux et aux avions) a été déterminé à l'aide des données trouvées dans la littérature sur la zone de silence potentielle 'Le Zwin' qui se trouve dans le même corridor de vol que la zone du projet et est estimé entre 30 et 40 dB(A) (LA95,1h ; vitesse du vent moins de 5 m/s).

On peut déduire des calculs théoriques (modélisés) du bruit spécifique (Lsp) au-dessus de l'eau de 4 projets alternatifs que les turbines éoliennes, dans leur utilisation moyenne, seront audibles au-dessus de l'eau jusqu'à 14 à 15 km si on utilise des turbines 3,6 MW offshore GE Wind Energy et jusqu'à 20 à 21 km si on utilise les turbines éoliennes 5 MW. Dans ces calculs, il n'a pas été tenu compte du bruit de fond notamment de l'agitation de l'eau et de la barre. En situation critique (si le bruit se déplace sur un plan bidimensionnel), on a calculé, sur la base des modèles théoriques et sans tenir compte du bruit de fond, que le bruit spécifique du parc d'éoliennes devrait respectivement s'élever à 45 dB(A) et 40 dB(A) à une distance de 10 et 17,5 km (avec des turbines éoliennes de 3,6 MW). Dans le cas de l'utilisation de turbines éoliennes 5 MW, le bruit spécifique du parc d'éoliennes atteindrait respectivement un contour de 45 dB(A) et 40 dB(A) à une distance de 14 et 24 km si le récepteur est placé vent dans le dos. Cette situation critique ne devrait toutefois probablement jamais se produire. Le bruit spécifique de l'implantation alternative à grande distance est comparable et aucune préférence en matière de bruit n'est donc d'application.

Même dans la situation la plus critique, le bruit spécifique calculé du parc d'éoliennes sera inférieur au bruit de fond de la barre mesuré au niveau de la ligne côtière.

Le bruit spécifique, calculé dans une situation d'utilisation moyenne, ne dépassera pas les valeurs indicatives fixées par Vlare II pour les zones d'habitation ou pour les zones de séjour récréatif, de sorte qu'on ne s'attend à aucune nuisance.

3.6 FAUNE ET FLORE

3.6.1 Situation actuelle et développement autonome

3.6.1.1 *Invertébrés et poissons*

La description des invertébrés et des poissons de la zone d'étude est principalement basée sur un rapport de synthèse effectué par le Département de la pêche maritime dans le cadre de la présente étude d'incidences.

Le benthos constitue un maillon important de l'organisation trophique de l'écosystème marin, notamment en tant que ressource alimentaire pour toutes sortes d'organismes.

En automne 2002, deux fois 7 stations du Thorntonbank ont été étudiées au niveau de leur épibenthos. Au total, 27 espèces ont été observées. Le nombre d'espèces par station varie de 8 à 15. Les grandes différences au niveau du nombre des individus sont dues aux *Crangon crangon*, *Liocarcinus holsatus* et *Ophiura albida*. Les index de diversité et de dominance, ne permettent toutefois pas déduire de grandes lignes et constituent le résultat de l'interaction entre ces trois espèces dominantes. Ce qui est important, c'est toutefois que l'index de diversité Shannon-Wiener est nettement élevé à la fin du mois d'octobre qu'à la fin du mois de septembre. L'index de dominance Simpson, par contre, est moins élevé fin octobre que fin septembre. L'index Shannon-Wiener varie de 1,24 à 3,13 ; l'index de dominance Simpson va de 0,14 à 0,57.

Toutes les stations étudiées sur le Thorntonbank ont, en ce qui concerne leur macrobenthos, généralement un index de diversité élevé et un faible index de dominance. Cette constatation, liée au relativement grand nombre d'espèces trouvées montre, que le Thorntonbank et ses environs constituent une zone précieuse tout comme le reste de la côte belge. Sur les positions étudiées, les zones comptant le plus grand nombre d'espèces et le plus grand nombre d'individus par espèce ne coïncident pas avec la localisation prévue pour le parc d'éoliennes.

La zone du Thorntonbank peut être considérée comme zone de frai pour les poissons – à l'exception du sprat, *Sprattus sprattus* (L). Le frai du *Sprattus sprattus* (L.) se fait pendant la première moitié de l'année avec un pic marqué pendant les mois d'avril et mai. Comparativement au reste de la côte belge, le Thorntonbank revêt une fonction relativement peu importante en tant que zone de croissance de la sole et de la plie. En ce qui concerne la limande, le Thorntonbank revêt une fonction relativement importante. Le Thorntonbank fait en effet office de zone de transit de l'ichtyoplancton (œufs et larves) en direction du courant résiduel, à savoir du Sud-Ouest vers le Nord-Est.

Pour se faire une bonne idée de la population des poissons exploitable sur le Thorntonbank, le Service de la Pêche maritime a, sur la base de toutes sortes de données (prises, enregistrements, enregistrement satellite, questionnaire) décidé ce qui suit: (1) le Thorntonbank est sensiblement moins important pour l'exploitation commerciale du poisson et de la crevette que d'autres zones de la côte belge, telles que le banc de Wenduine et le Vlakte van de Raan ; (2) la totalité des recettes issues de la pêche totale dans la section de pêche dans laquelle se situe le Thorntonbank est considérablement inférieure à celle des sections environnantes ; (3) les espèces de poissons rencontrées sur le Thorntonbank ne sont pas différentes des espèces que l'on rencontre ailleurs le long de la côte belge.

Développement autonome

Dans le cas où la construction du parc d'éoliennes du Thorntonbank ne serait pas réalisée, on peut partir du principe que la communauté benthique ne sera pas fondamentalement modifiée. On peut toutefois supposer que de grands changements devaient se produire dans le secteur de la pêche, par exemple au niveau des méthodes de pêche, l'intensité et la localisation de la pêche auraient, par contre, une influence sur la composition de la communauté benthique, et par conséquent également sur l'ichtyofaune. D'autres changements au sein du PCB peuvent également avoir un effet sur le milieu aquatique dans son ensemble. Etant donné que nous ne sommes pas actuellement au courant d'évolutions de ce type, nous ne pouvons pas nous prononcer de manière plus précise sur le développement autonome du benthos et de l'ichtyofaune sur le PCB.

3.6.1.2 *Oiseaux*

La description de la situation de référence et l'évaluation des effets relatives aux oiseaux ont été réalisées par l'Instituut voor Natuurbehoud.

Sur le PCB, les densités d'oiseaux marins les plus élevées sont enregistrées en hiver. Au printemps et en automne, la densité moyenne est légèrement inférieure. Pendant l'été, on observe relativement peu d'oiseaux sur le PCB. Dans la zone cible autour du Thorntonbank, par contre, les fluctuations tout au long de l'année sont moins importantes. En hiver, au printemps et en automne, les densités d'oiseaux marins y sont dans l'ensemble inférieures à celles notées sur le PCB. Il convient toutefois de remarquer que contrairement au PCB, les densités les plus élevées y sont atteintes pendant l'été. L'éventail des espèces sur et dans la zone cible autour du Thorntonbank diffère fortement sur certains points de celui noté sur le reste du PCB. Proportionnellement, les espèces côtières, surtout les plongeurs, le grèbe huppé, la macreuse noire, la mouette rieuse et le goéland argenté y sont fréquentes. Par contre, les espèces non côtières telles que le guillemot/petit pingouin, la mouette tridactyle et aussi le goéland représentent une part importante de l'éventail des espèces dans la région cible.

En hiver, la zone cible est fortement dominée par la présence du guillemot/petit pingouin (59 % de toutes les espèces) et la mouette tridactyle (21 %). Au printemps, l'importance de ces espèces diminue bien qu'elles continuent à représenter 35 % de l'ensemble des espèces observées. A cette époque, la majorité des oiseaux sont des goélands. En été, le guillemot/petit pingouin disparaît complètement de la zone cible tandis que le pétrel glacial, le fou de bassan, les labbes et les sternes représentent une part non négligeable de l'éventail des espèces. La position dominante du goéland brun et de la mouette tridactyle persiste également au printemps. En automne enfin, l'éventail des espèces dans la zone cible est dominé par le guillemot/petit pingouin et le goéland brun.

Le rapport de l'Institut voor Natuurbehoud donne une idée de l'importance du Thorntonbank pour les différents oiseaux marins. Dans le cadre de cet aspect, une série de facteurs importants y sont envisagés, et notamment le fait de reprendre ou non dans l'Annexe I de la Directive CE relative aux oiseaux le statut de l'espèce en Europe ou en Belgique, l'importance des eaux marines en tant que corridor de migration pour une espèce donnée, ... Les principales conclusions de cet aspect peuvent être résumées comme suit :

- Pour toutes les espèces qui, sur le plan international, bénéficient d'un statut élevé de protection ou dont les populations sont vulnérables, locales ou en diminution (c'est notamment le cas du plongeur catmarin, du fou de bassan, de la macreuse noire, de la mouette pygmée, de la sterne caugek, de la sterne ordinaire et de la sterne naine), la zone cible ne revêt aucune importance spécifique. Quelques-unes de ces espèces atteignent néanmoins des densités relativement élevées dans la zone cible mais elles sont soit réparties sur de grandes parties du PCB, soit la zone cible se situe en bordure de la zone de répartition ou du corridor de migration de sorte qu'elle ne revêt que peu d'importance.
- Les espèces plus courantes de la zone cible (le goéland brun, la mouette tridactyle, le guillemot/petit pingouin) atteignent des densités relativement élevées dans la zone cible, mais étant donné leur présence largement répandue sur le PCB, la zone cible ne revêt néanmoins aucune importance spécifique pour ces espèces. De plus, ces espèces ne sont pas menacées au niveau international et ne bénéficient donc d'aucun statut de protection internationale particulier.
- Les autres espèces (la grèbe huppé, le pétrel glacial, le grand labbe, la mouette rieuse, le goéland cendré, le goéland argenté et le goéland marin) ont soit des densités relativement faibles dans la zone cible, soit connaissent une dispersion tellement vaste que pour elles, la zone cible ne revêt aucune importance spécifique. Ces espèces non plus ne sont pas menacées au niveau international et ne bénéficient donc pas d'un statut de protection internationale.

Cinq initiatives législatives internationales ont des conséquences au niveau de la protection des oiseaux dans les eaux marines belges. Il s'agit de la Directive CE relative aux oiseaux, de la Directive CE relative à l'habitat, de la Convention de Ramsar, de la Convention de Berne et de la Convention de Bonn.

Développement autonome

Dans l'éventualité de la non-installation d'un parc d'éoliennes sur le Thorntonbank, on peut supposer que la valeur ornithologique du site restera probablement pratiquement inchangée. A l'exception des fluctuations (semi-)naturelles existantes dans les espèces marines (par exemple dues aux changements dans la disponibilité des ressources alimentaires ou aux glissements observés dans les

zones d'hivernage), aucun signe n'indique que des changements importants sont actuellement observés dans la zone cible. Les changements notés au niveau de la répartition des oiseaux marins dus au réchauffement de la terre ne seront pas mesurables à court terme et ne devraient donc pas interférer avec le futur monitoring des oiseaux marins dans la zone cible.

3.6.1.3 Mammifères

La description de la situation de référence et l'évaluation des effets en ce qui concerne les mammifères marins a été réalisée par l'Institut voor Natuurbehoud.

Quatre espèces de mammifères marins ont des populations résidant dans la Mer du Nord, c'est-à-dire qu'elles utilisent cette zone pour se reproduire et rechercher de la nourriture : le phoque (*Phoca vitulina*), le phoque gris (*Halichoerus grypus*), le marsouin (*Phocaena phocaena*) et le souffleur (grand dauphin) (*Tursiops truncatus*). Le marsouin est l'espèce la plus répandue. La population totale du marsouin qui reste sur le PCB pendant les mois d'hivers est difficile à estimer. On a toutefois constaté au niveau international que cette population est peu importante. Sur le PCB, les marsouins ne semblent pas avoir de zone de prédilection et on le trouve également ailleurs sur le PCB et sur le Thorntonbank. Les lagénorhynques à bec blanc sont relativement courants dans la baie sud de la Mer du Nord mais dans un contexte international, le BCP revêt un rôle moins important pour cette espèce. C'est certainement, en tout cas le cas du phoque et du phoque gris qui vivent littéralement sur la côte et s'aventurent très peu en mer.

Le lagénorhynque à bec blanc (*Lagenorhynchus albirostris*), le lagénorhynque à flancs blancs (*Lagenorhynchus acutus*) et le petit rorqual (*Balaenoptera acuto-rostrata*) séjournent régulièrement, en grand nombre, dans de grandes parties de la Mer du Nord pour s'alimenter (ICES 2001a). De plus, on observe également moins fréquemment ou plus rarement d'échouages d'autres espèces de mammifères marins telles que le cachalot (*Physeter macrocephalus*), le rorqual commun (*Balaenoptera physalus*), le globicéphale noir (*Globicphala melaena*), le dauphin bleu et blanc (*Stenella coeruleoalba*), le dauphin commun (*Delphinus delphis*), le phoque à capuchon (*Cystophora cristata*) et le phoque marbré (*Pusa hispida*).

Développement autonome

En cas de non-installation d'un parc d'éoliennes sur le Thorntonbank, on peut supposer que la valeur des mammifères marins du site restera pratiquement la même. A l'exception des fluctuations (semi-) naturelles au niveau de la population des mammifères marins (par exemple en raison des changements dans la disponibilité des ressources alimentaires ou par des glissements dans les zones d'hivernage, on ne dispose d'aucun signe montrant que des changements importants se déroulent actuellement dans la zone cible. Les changements au niveau de la distribution des mammifères marins dus au réchauffement de la terre ne seront pas mesurables à court terme et de ce fait, n'interféreront pas avec le futur monitoring des mammifères marins dans la zone cible.

3.6.2 Discussion des effets

3.6.2.1 Invertébrés et poissons

Phase d'aménagement

Dans la première phase, on peut dire qu'il ne faudra pas s'attendre à des différences significatives au niveau des effets sur les invertébrés et les poissons entre les différentes implantations proposées. Les turbines éoliennes, la plate-forme transformateur et la protection contre l'érosion occuperont une surface d'environ 0,11 km² de sol marin qui constitue le biotope de nombreux organismes benthiques. Leur effet sera immédiat et irréversible pendant la phase d'exploitation du parc. Etant donné que la surface occupée concernée est peu importante par rapport à l'ensemble du PCB, la perte du biotope pour les organismes benthiques est évaluée comme ayant un effet négatif minime.

La pose des fondations entraînera une perte locale au niveau du nombre des individus. Selon toute attente, l'influence de cette mortalité n'aura pas d'impact négatif important sur la biomasse, ni sur le fonctionnement de l'écosystème local. Il s'agit toutefois d'un effet direct et irréversible.

La construction des turbines éoliennes entraînera une perturbation évidente et une occupation partielle du Thorntonbank, qui sert de zone de frai et de croissance pour certaines espèces de poissons. Il ressort du rapport du CLO-DvZ que la région du Thorntonbank, comparativement au reste

de la côte belge, revêt une fonction relativement insignifiante en tant que zone de croissance de la sole et de la plie. En ce qui concerne la limande, elle revêt par contre une fonction relativement importante. En tant que zone de frai, le Thorntonbank est surtout important pour le sprat. Actuellement, il est impossible de prédire si la limande et la sole reviendront vers ces zones de frai et de croissance lorsque les turbines éoliennes seront mises en place. Il s'agit d'une lacune dans la connaissance et nous recommandons de suivre cette évolution.

En raison de l'arrêt de la pêche sur le site du projet, celui-ci ne sera plus perturbé par les activités de pêche (surtout la pêche au chalut). Cette situation aura un effet favorable sur la population des poissons.

Pendant la phase de construction, l'ensemble de la zone faisant l'objet de la concession sera perturbé d'une manière générale. Cette perturbation sera principalement due aux bruits et aux vibrations, à la perturbation du sol marin et la modification de la turbidité qui en découlera. Les sédiments brassés pourraient mener à l'obstruction des mécanismes de filtrage des organismes marins et entraîner des conséquences fatales. Il s'agit d'un effet indirect, temporaire et irréversible. Etant donné qu'on s'attend à ce que les travaux n'entraînent pas d'augmentation importante de la turbidité, on ne s'attend pas à une grande influence négative, même pour les travaux de longue durée.

On peut s'attendre à ce que pendant la phase de construction, et surtout pendant l'enfoncement des pieux, les poissons éviteront la zone de la concession. Contrairement à la phase d'exploitation, l'adaptation sera peut-être aussi moins importante. On ne dispose que de très peu de données et pour certains aspects d'aucune donnée, sur l'effet sur les poissons des vibrations et des bruits de courte durée, par exemple dus à l'enfoncement des pieux. On considère donc que ce point constitue une lacune dans la connaissance et une étude supplémentaire s'avère nécessaire.

Phase d'exploitation

La présence de fondations, de mâts et d'une couche de protection contre l'érosion entraînera l'apparition d'un nouveau biotope dans la zone du projet, ce qu'on appelle un récif artificiel. Plusieurs chercheurs (Sampaolo & Relini, 1994; Foster et al., 1994; Fabi et al., 2002; Zalmon et al., 2002; Keenan, 1996) ont constaté que les récifs artificiels possédaient une biomasse et une biodiversité nettement accrues. Les structures des pieux et les enrochements serviront de substrat à l'épifaune. Les creux entre les pierres serviront d'abri ou de refuge de certaines espèces contre leurs prédateurs. Les espèces animales et végétales, ainsi que leur nombre, qui occuperont les structures artificielles dépendront de la complexité et de la hauteur de la structure, de l'incidence de la lumière, de la profondeur de l'eau et du type de matériaux utilisés. Etant donné que les structures artificielles du parc d'éoliennes et les animaux et les plantes qui y seront attachés ne seront pas présents naturellement dans la mer, cet effet peut être considéré comme légèrement négatif.

Les câbles généreront un champ magnétique et un champ électrique artificiels. Les champs magnétiques générés peuvent interférer avec les mécanismes d'orientation surtout des poissons cartilagineux, notamment les requins et les raies. Etant donné que l'effet potentiel de des câbles est strictement limité à une distance de 1 m autour des câbles, aucun effet significatif n'est escompté au niveau de ce groupe d'animaux.

L'émission de bruits et les vibrations dans la colonne d'eau marine peut avoir un impact sur le comportement surtout des poissons osseux prédateurs et les poissons cartilagineux. La mesure dans laquelle cela s'applique également aux bruits et aux vibrations provoqués par les turbines éoliennes n'est pas encore suffisamment connue pour pouvoir tirer de conclusion à ce sujet.

Phase de démantèlement

Les effets notés pendant la phase de démantèlement dépendront de la manière dont le parc d'éoliennes sera démantelé. C-Power a opté pour la restauration du site en son état initial.

De manière générale, on peut dire que les effets de la phase de démantèlement seront plus ou moins identiques à ceux observés pendant la phase de construction.

Câbles

On notera, tout le long du tracé des câbles, une perturbation générale (brassage du sol marin et des sédiments et modification de la turbidité).

Les effets des champs magnétiques générés par le câblage pourraient surtout toucher les requins et les raies.

Les câbles enfouis dégageront une certaine chaleur. Aucune littérature n'a été retrouvée sur l'effet du dégagement de chaleur sur les organismes marins. Des études supplémentaires s'avèrent donc nécessaires.

3.6.2.2 Oiseaux

Phase d'aménagement

Pendant la phase de construction, on notera une perturbation significative au niveau de l'avifaune due aux travaux. Les espèces sensibles aux perturbations, telles que le plongeon catmarin et les grèbes huppés (Seys et al. 1999a), éviteront dès lors temporairement cette zone pendant les travaux. D'autres espèces (notamment les goélands et les sternes) pourraient peut-être tirer certains avantages des travaux par la disponibilité temporaire de nouvelles ressources alimentaires (due au brassage du sol et à l'activité de navigation accrue). Le parc d'éoliennes pourrait déjà dès sa phase de construction exercer un effet barrière sur les oiseaux migrateurs. De même, toujours pendant la phase de construction, des collisions pourraient déjà avoir lieu avec les mâts, bien que le risque de collision soit nettement inférieur à ce qu'il sera pendant la phase opérationnelle. Aussi bien pendant la phase de construction que pendant la phase de démantèlement, l'effet sur l'avifaune marine est évalué comme modérément négatif et en outre limité dans le temps.

Phase d'exploitation

En ce qui concerne les éventuels effets sur l'avifaune, il convient de faire une distinction entre :

- effets sur les oiseaux qui **se reposent ou viennent s'alimenter**;
- effets sur les oiseaux migrateurs et les routes migratoires locales;
- effets cumulés.

Le tableau ci-dessous reprend, par espèce, une évaluation intégrée qui tient compte de l'effet perturbateur et de l'aspect collision, mais également du statut de protection internationale de l'espèce concernée. Tenir compte dans l'évaluation du statut de protection a permis d'éviter qu'une espèce ayant un faible statut de protection ait une estimation élevée de l'effet perturbateur et du risque de collision (par exemple le goéland brun), alors que l'effet intégré serait considéré comme modérément négatif. Lorsque, pour une espèce donnée, on ne disposait pas de suffisamment de données, par exemple sur sa sensibilité à la perturbation ou aux risques de collision, l'évaluation présentée dans ce tableau (voir Tableau 1) est basée sur le 'best-expert-judgement'. Il convient de souligner qu'on ne dispose pas non plus actuellement de suffisamment de données sur les routes migratoires nocturnes. Cette remarque vaut pour toutes les espèces traitées.

Les principales conclusions que l'on peut tirer de ce tableau sont :

- Pour aucune espèce, l'effet intégré du parc d'éoliennes n'a été évalué négativement. Pour 13 espèces étudiées, on s'attend à un effet négatif modéré, tandis que pour 4 espèces, l'effet sera minime et négligeable.
- L'effet perturbateur est évalué comme négatif pour 3 espèces de goélands (le goéland cendré, le goéland brun et la mouette tridactyle) parce que ces espèces se trouvent actuellement en densité élevée sur le site du parc d'éoliennes et, selon toute vraisemblance, devraient fortement diminuer après l'installation du parc d'éoliennes du fait de la disparition des activités de pêche. La mesure dans laquelle les parcs d'éoliennes perturbent le guillemot/petit pingouin n'est pas suffisamment connue, mais étant donné que l'hiver, ce groupe d'espèces est présent en densité très élevée sur le site des éoliennes, l'effet perturbateur a été évalué comme étant négatif.
- Le nombre de victimes de collisions le plus important sera celui noté parmi les espèces les plus courantes que l'on rencontre dans la zone du parc d'éoliennes. Les grandes espèces surtout (fou de bassan) et les goélands sont sensibles aux collisions de sorte qu'il faut s'attendre à un nombre relativement élevé de victimes parmi les goélands bruns très courants, mais aussi parmi d'autres espèces de goélands (goéland cendré, goéland argenté, goéland marin et mouette tridactyle) et le guillemot/petit pingouin très courant. L'absence d'activités

de pêche sur le site fera sans doute baisser le nombre de goélands victimes d'une collision par rapport au nombre de collisions escomptées sur la base de le nombre actuel sur le site.

- Par rapport aux autres localisations où sont planifiés jusqu'à présent des parcs d'éoliennes, le Thorntonbank constitue sans aucun doute la localisation la plus favorable en ce qui concerne son impact sur les oiseaux marins. Pour aucune espèce, le Thorntonbank ne représente une zone de concentration importante. Comparativement au Vlakte van de Raan et au Wenduinebank, le Thorntonbank est en outre beaucoup moins important pour la majorité des espèces les plus vulnérables bénéficiant d'un statut de protection élevé.

Tableau 1: Impact escompté sur les oiseaux marins d'un parc d'éoliennes sur le Thorntonbank. Il est fait une distinction entre l'effet perturbateur et l'aspect collision. L'effet intégré est une combinaison de l'aspect perturbation et collision dans lequel il a également été tenu compte du statut de protection internationale de l'espèce concernée ; - = effet négligeable, + = effet modérément négatif, ++ = effet négatif et +++ = effet fortement négatif.

<i>Espèce</i>	<i>Perturbation</i>	<i>Collision</i>	<i>Effet intégré</i>
Plongeon catmarin	+	+	+
Grèbe huppé	-	-	-
Pétrel fulmar	+	+	+
Fou de Bassan	+	++	+
Macreuse noire	-	-	-
Grand labbe	+	+	+
Mouette pygmée	+	+	+
Mouette rieuse	-	-	-
Goéland cendré	++	++	+
Goéland brun	++	+++	+
Goéland argenté	+	++	+
Goéland marin	+	++	+
Mouette tridactyle	++	++	+
Sterne caugek	+	+	+
Sterne pierregarin	+	+	+
Sterne naine	-	-	-
Guillemot/Petit Pingouin	++	++	+

Récemment, le Ministre fédéral de l'environnement a proposé trois zones de protection spéciales pour les eaux marines belges au cours d'une conférence de presse, mais leur description officielle n'a pas encore été publiée pour l'instant au Moniteur belge. Ces zones comprennent 1) une partie des bancs côtiers occidentaux et des bancs flamands, 2) la partie centrale et occidentale du banc de Wenduine, y compris les eaux profondes au Nord de ce banc et 3) la partie occidentale du Vlake van de Raan. Le Thorntonbank se trouve à environ 14 km par rapport à la zone de protection spéciale la plus proche. Dans une circulaire relative au cadre d'évaluation conditions annexes pour l'implantation de turbines éoliennes (Circulaire EME/2000.01) et dans une étude de l'Instituut voor Natuurbehoud relative à l'installation de turbines éoliennes le long de la jetée occidentale de Zeebrugge (Everaert et al., 2001), la position suivante a été adoptée : 'en cas de zones de protection spécifiques et/ou d'espèces d'oiseaux, réserves et/ou à proximité d'habitats protégés, l'implantation d'un parc (de turbines éoliennes) doit respecter une règle de distance de 500 à 700 m'.

En raison de la grande distance (environ 14 km), l'effet du parc de turbines éoliennes sur la zone de protection est estimé comme très faible à inexistant.

Phase de démantèlement

On s'attend à ce que les effets pendant la phase de démantèlement soient de même nature que ceux observés pendant la phase de construction.

Câbles

Les câbles posés entre le parc d'éoliennes et la terre ferme courent provisoirement le long de la Special Protection Area délimitée au niveau du Wenduine. Si ces câbles avaient dû traverser cette SPA, leur passage aurait provoqué une perturbation temporaire de la zone SPA. La présence des câbles n'aura pas d'effets directs sur les oiseaux marins.

3.6.2.3 Mammifères marins

Les mammifères marins pourraient être gênés de différentes manières par les parcs d'éoliennes offshore, et ceci, aussi bien pendant la construction que pendant la phase d'exploitation du parc :

- vibrations et changements sonores dus à l'enfoncement des pieux
- rayonnement électromagnétique dû au fonctionnement du parc
- perte d'habitat due à la présence d'un parc d'éoliennes
- perturbation due à la présence d'un parc de machines pendant la construction du parc.

Phase d'aménagement

On peut s'attendre à ce que les perturbations provoquées par la première phase de construction chassent les mammifères marins. Il est probable que par la suite, ils s'habitueront aux nouvelles conditions créées. Etant donné la durée et la répartition spatiale des travaux, la mobilité des mammifères marins et les nombres actuellement observés sur le PCB, l'influence des travaux pendant la phase de construction sera limitée et ne sera pas permanente.

Phase d'exploitation

Pendant la phase opérationnelle, les effets du rayonnement électromagnétique et du bruit sur les mammifères marins seront négligeables. Si l'on devait observer des effets négatifs sur les mammifères marins, les espèces les plus vulnérables seraient le marsouin et le lagénorhynque à bec blanc, ceci du fait qu'on les trouve plus loin en mer et autour du Thorntonbank, tandis que le phoque commun est un véritable habitant des côtes. On ne s'attend pas d'emblée à des effets positifs, mais le développement d'un récif artificiel sous l'eau pourrait attirer certains mammifères marins en raison de la ressource alimentaire qu'il représentera. L'évolution de cette hypothèse ou simplement sa vérification est difficile à estimer et ces deux éléments dépendront fortement des conditions locales.

Phase de démantèlement

On s'attend à ce que les effets pendant la phase de démantèlement soient de même nature que ceux observés pendant la phase de construction.

Câbles

Les effets de la présence de câbles (rayonnement électromagnétique et chaleur) seront probablement négligeables.

3.7 MONUMENTS ET PAYSAGES

3.7.1 Situation actuelle et développement autonome

Dans la situation de référence nous sommes partis de la vue sur la base du parc d'éoliennes Seanergy prévu au lieu dit Vlakte van de Raan, à 12 km de la côte.

La mer et la plage sont considérées par la population comme positives. La côte est en effet un lieu touristique important en Belgique aussi bien pour les touristes d'un jour que pour ceux qui y séjournent plus longtemps. La côte belge est également choisie par beaucoup comme lieu de résidence temporaire ou permanent. Le pouvoir attractif de la mer et de la plage en constitue les principaux attraits. Le paysage marin est le plus souvent décrit comme 'calme/tranquille', 'naturel', 'dégagé', 'infini' et 'magnifique'. L'un des aspects les plus appréciés de la côte est 'son magnifique paysage et ses vues sur l'horizon (panorama)'. Les promenades sur la digue sont également très

appréciées pour leur vue sur la mer. Le paysage marin est en outre considéré comme 'propre', 'intact/sauvage/idyllique' et 'unique'.

La présence du parc d'éoliennes de Seanergy à 12 km de la côte modifiera considérablement l'horizon et la beauté du paysage marin.

La ligne côtière vers de l'intérieur du pays se caractérise par une succession de bâtiments. A hauteur de Zeebruges, le port de Zeebruges démontre un caractère fortement dominant déjà ressenti comme perturbateur.

3.7.2 Discussion des effets

Pendant la phase de construction, on notera une perturbation visuelle temporaire du paysage due à la présence de toutes sortes de moyens et équipements techniques, et notamment des bateaux, des plates-formes, ... Le nombre de bateaux naviguant entre la côte et les installations dans le cadre du projet est relativement limité par rapport au nombre moyen de bateaux qui croisent sur les différentes routes maritimes. Par conséquent, l'effet des bateaux utilisés dans le cadre du projet a été considéré comme faiblement négatif.

Les activités de construction en mer ne seront visibles de la côte que dans une mesure (très) limitée. Peu de données relatives à la visibilité sont disponibles et ces données sont contradictoires. Selon des mesures réalisées à partir de la base aérienne de Middelkerke, les objets qui se situent à plus de 25 km ne sont jamais visibles de la côte, tandis que les observations néerlandaises en mer parlent d'une visibilité à plus de 30 km pendant 2,5 % (Europlatform) ou 18,9% (Goeree) du temps. Etant donné qu'on ne dispose pas de données scientifiques consensuelles sur ce sujet, on ne peut pas déterminer avec précision si les objets seront ou non visibles. A une telle distance de la côte, les objets, même s'ils sont visibles, paraîtront extrêmement petits et disparaîtront en tout cas, en partie, derrière la ligne d'horizon.

Pendant 20 ans, les turbines éoliennes modifieront le paysage marin. L'influence du parc d'éoliennes sur de Thorntonbank (27 km de la côte) sera néanmoins très faible par rapport au changement que subira le paysage marin en raison de la présence des turbines éoliennes au Vlakte van de Raan (12 km de la côte). Le parc d'éoliennes de Vlakte van de Raan se trouve plus près de la côte et sera donc plus visible que le parc d'éoliennes du Thorntonbank. La vue qu'on devrait en avoir a été simulée sur photos et les turbines éoliennes du Thorntonbank et celles de Vlakte van de Raan devraient se voir à partir de la plage à hauteur de Blankenberge. Il ressort de cette simulation que les éoliennes du Thorntonbank apparaîtront très petites et ne seront pas vraiment bien perceptibles. Sur la base des calculs et en tenant compte de la courbure de la terre, une turbine éolienne de 75 m de hauteur à une distance de 27 km disparaît à moitié derrière la ligne de l'horizon. Sur la base des données de visibilité actuellement disponibles, il n'est pas possible de déterminer de manière claire si certaines parties du parc d'éoliennes se trouvant au-dessus de la ligne d'horizon seront effectivement visibles. Sur la base des données disponibles, on estime que le parc d'éoliennes ne sera visible qu'une partie très limitée du temps et se situera au seuil de la perception d'un observateur ayant de bons yeux. En raison de la grande distance par rapport à la côte, la couleur des turbines éoliennes sera fortement estompée et n'aura donc une grande importance au niveau de leur perception.

Dans deux entretiens en profondeur effectués par WES, des simulations photographiques des deux parcs d'éoliennes ont été présentées à 20 personnes dont des habitants, des exploitants horeca, des touristes, deux résidents, ... Tous les interrogés ont trouvé l'image acceptable et non dérangeante ou à peine dérangeante.

Etant donné que le parc d'éoliennes est situé trop loin en mer pour les courtes excursions, son potentiel récréatif sera faible. Les excursions vers un parc d'éoliennes devraient plutôt être organisées au parc d'éoliennes de Vlakte van de Raan.

La construction, l'exploitation et le démantèlement du parc d'éoliennes n'auront pas d'effet sur le patrimoine culturel de la côte entre Knokke et Ostende, ni sur celui de la Mer du Nord.

Sur la base de tout ce qui précède, on peut conclure que la construction et l'exploitation d'un parc d'éoliennes sur le Thorntonbank auront probablement un effet très limité, voire négligeable, sur le paysage marin.

3.8 ACTIVITES HUMAINES

3.8.1 Situation actuelle et développement autonome

On distingue plusieurs types d'utilisateurs des eaux marines belges. La majorité d'entre eux ont des occupations économiques. Les fonctions habituelles comprennent : dragage et déversement des boues de dragage ; conduites de gaz et câbles de télécommunications ; utilisation militaire (déversement de munitions de guerre, détonation de munitions, terrains d'exercice) ; zone de préservation de la nature (Ramsar, Natura 2000, zones de protection spéciales de l'avifaune) ; plates-formes d'observation océanologiques ; navigation ; pêche, trajectoires ; projets d'éoliennes, extraction de sable et de gravier.

La zone demandée dans la demande de concession et/ou l'environnement direct sont utilisés pour l'extraction de sable et de gravier, la pêche côtière, certaines applications militaires (détonation d'explosifs), la navigation et probablement aussi dans une mesure limitée à des fins récréatives. Les autres utilisateurs des eaux marines belges et les interactions potentielles avec ces utilisateurs sont discutés dans la mesure où celles-ci revêtent une importance au niveau du projet d'éoliennes.

3.8.1.1 Pêche

La pêche au poisson plat (limande, sole, plie) au chalutier est le type de pêche le plus important sur le PCB et se concentre surtout sur les couloirs entre les bancs de sable. La pêche à la crevette se concentre plutôt sur les 'têtes' des bancs de sable, plus près de la côte.

Entre 1950 et 1955, la pêche belge a noté une augmentation de son activité qui est ensuite redescendue progressivement, tant en termes des arrivages qu'en termes de taille de la flotte. Entre 1980 et 1990, le nombre de bateaux est resté relativement constant mais est en diminution depuis 1993. Tandis que la valeur des arrivages se caractérise par une nette croissance, on note au fil des ans, de fortes fluctuations dans la valeur relative des arrivages de poissons avec un pic entre 1980 et 1990 et ensuite une baisse de leur valeur relative qui est redescendue à sa valeur enregistrée fin des années '70. Entre 1975 et 1998, la pêche à la crevette a connu une forte baisse de 1 500 tonnes à moins de 200 tonnes. Dans ce cadre, la pêche totale en Mer du Nord est restée à peu près constante malgré des différences importantes d'une année à l'autre. Sur cette période, l'intensité de la pêche à la crevette a fortement diminué (environ 78%) en Belgique.

Les développements actuels dressent des perspectives relativement sombres pour l'évolution de la pêche côtière belge. Les récents développements dans la politique européenne de la pêche laissent supposer que de nouvelles limitations des quotas et des mesures d'accompagnement (telles que des mesures techniques et des limitations dans les jours de navigation) ne pourront que renforcer encore la tendance à la baisse à court et moyen terme.

3.8.1.2 Extraction de sable et de gravier

En ce qui concerne le projet actuel, la zone d'extraction de sable 1 est importante. Cette zone est actuellement exploitée de manière peu intensive au niveau de l'extraction du sable et du gravier ; seulement 77.000 des 1,8 million de m³ des extractions (soit < 5 %) proviennent de la zone d'extraction de sable 1.

3.8.2 Discussion des éventuels effets

Dans la discussion des éventuels effets, l'attention s'est concentrée sur les effets sur l'environnement qu'aurait un changement au niveau des activités humaines. Les objectifs d'une étude d'incidences ne couvrent cependant, pas en principe, les effets socio-économiques des projets envisagés.

3.8.2.1 Pêche

Grossièrement, on peut dire que 83 % de ZMB peuvent être exploités pour la pêche. Ce pourcentage ne comprend pas les zones de sécurité autour des pipelines, du dépôt de munition du Paardemarkt, le mouillage du Westhinder, la route maritime de la Scheur utilisée par les pilotes et la concession octroyée pour le parc de turbines éoliennes Seanergy. Les profondeurs de 20 à 30 m représentent 40

% de la superficie totale. La concession se trouve donc quasi exclusivement à des profondeurs de 10 à 20 m et occupe près de 2 % de la pêcherie à cette profondeur.

On dispose de relativement beaucoup de matériel scientifique démontrant sans équivoque que la pêche au chalut a un impact fortement perturbateur sur l'écosystème marin et les sols sablonneux. Cela vaut également pour la pêche au chalut dans les eaux belges. La fermeture d'une zone à la pêche entraînera donc inévitablement la suppression d'une influence perturbatrice des chaluts qui brassent le sol et en chassent les organismes. L'influence négative directe de la pêche sur l'environnement sera donc nettement supérieure à l'influence négative (probablement légère) sur la vie marine que généreront les fondations, la protection contre l'érosion et les câbles.

On peut également prévoir un effet positif lié à la fermeture de la zone à la pêche dans les environs. En effet, même les petites réserves marines (10-25 km²) peuvent exercer une influence positive significative sur la pêche dans les environs. Cette influence peut mener à une forte augmentation (46 à 90 %) des prises dans les zones environnantes, et ceci, sur une période relativement courte de cinq ans. Bien que l'applicabilité de ces données dans le cas spécifique du Thorntonbank doive encore être prouvée, on note un vaste consensus au sein du monde scientifique sur l'effet de "débordement et dissémination" des zones de protection marines, plus intense encore dans un réseau de réserves marines. Cet effet de "débordement et croissance" entraîne donc une augmentation de l'importance et de l'abondance des espèces exploitées dans les zones environnantes et un repeuplement des populations dû à l'exportation des larves. L'effet complémentaire de la zone fermée adjacente de Seanergy peut éventuellement avoir un effet renforçateur.

3.8.2.2 Extraction de sable et de gravier

L'analyse part du point de vue que les activités d'extraction de sable et de gravier devront être arrêtées dans la zone de la concession (et la zone de sécurité autour des câbles 150 kV) de C-Power. La zone de concession obtenue se trouve en grande partie dans la zone d'extraction de sable et de gravier 1. Etant donné que l'extraction de sable et de gravier ne sera plus autorisée, les effets de cette activité à l'intérieur de la concession domaniale de C-Power (pour autant qu'elle soit réelle) à cet endroit disparaîtront et seront remplacés par les effets du parc d'éoliennes. Le principal impact de l'extraction de sable et de gravier est une perturbation de la structure du sol ; la perturbation ou la suppression d'organismes au-dessus du sol et dans la couche supérieure du sol ; la perturbation temporaire de la clarté et éventuellement la perturbation locale de la qualité chimique de l'eau. Etant donné que dans l'état actuel de nos connaissances, on ne dispose pas pour l'instant de données quantifiées sur l'impact environnemental de l'extraction de sable et de gravier à ces endroits, toute comparaison avec l'impact des turbines éoliennes s'avère très difficile. Sur la base de l'évaluation d'experts, il a été estimé que l'impact perturbateur des turbines éoliennes sur la vie du sol devrait être plus limité que celui de l'extraction de sable et de gravier. L'activité des turbines éoliennes aura par contre un impact plus élevé que l'extraction d'agrégats sur la vie des oiseaux. En ce qui concerne l'impact sur la dynamique des sols et la morphologie des sols, nous disposons pour l'instant de trop peu de données pour émettre un jugement étayé.

3.8.2.3 Autres activités

En ce qui concerne toutes les autres activités humaines sur et dans les eaux marines belges et le sol marin belge, on ne s'attend à aucune interaction sur l'environnement étant donné que ces activités soit n'ont pas d'interaction en termes d'impact environnemental, soit rendent toute interaction impossible en raison de la distance qui les sépare du site du projet.

3.9 RISQUES DE SECURITE

L'étude d'incidences aborde plusieurs types de risques en matière de sécurité. Une première partie examine les risques de sécurité ayant un impact environnemental et lié à l'infrastructure à proprement parler et ensuite les risques générés par l'interaction entre le parc d'éoliennes et la navigation. Dans une partie suivante, l'étude d'incidences examine l'éventuel impact d'une pollution par les hydrocarbures et enfin la dernière partie traite des risques de sécurité liés aux radars, à la communication relative à la navigation maritime et aux systèmes de positionnement. Les risques pour les travailleurs (risques du travail) ne sont pas traités dans cette étude d'incidences.

3.9.1 Installations

Les turbines éoliennes actuelles sont toutes soumises à l'agrément de leurs différentes parties. Cet agrément indique que les pièces satisfont à certaines conditions typiques d'une turbine éolienne en mer. Le fabricant de la turbine éolienne garantit également une durée de vie de 20 ans de ses produits.

Les principaux risques liés aux installations à proprement parler sont la libération de substances nocives dans l'environnement. Les substances nocives présentes sont les huiles et les graisses pour la lubrification ou l'isolement des pièces, les huiles utilisées dans les transformateurs ; le combustible destiné au générateur de secours sur la plate-forme transformateur et les gaz d'isolation des transformateurs électriques. Ces volumes représentent un petit 1000 litres d'huile et de graisse par turbine et 120 000 litres d'huile pour les transformateurs, ainsi que 30 000 litres de combustible. En cas de fuite, toutes ces huiles et ces graisses sont captées dans les turbines et sur la plate-forme transformateur dans des bacs de récupération suffisamment grands. L'installation doit également être construite de sorte à empêcher, lorsque c'est techniquement possible toute fuite du gaz d'isolation susceptible de s'avérer nocif pour l'environnement. Des huiles et des graisses ne seraient déversées dans l'environnement que dans l'hypothèse très peu probable qu'une turbine se renverserait. Un incendie aussi provoquerait la formation de substances nocives pour l'environnement mais cette formation est en principe empêchée par l'installation d'un système d'extinction d'incendie totalement autonome. Dans le cas où une pale se détacherait et volerait en éclats, il est supposé que tous les morceaux seraient rassemblés et ramenés à quai.

Aucun autre monitoring spécifique n'est proposé. Il semble toutefois recommandé de remettre chaque année aux autorités un aperçu des incidents survenus de sorte à ce qu'elles puissent se faire une idée du développement des risques intrinsèques du parc d'éoliennes.

3.9.2 Navigation

La zone du projet se trouve dans la baie sud de la Mer du Nord qui est une des zones les plus naviguées au monde. Sur la bordure Nord du Plateau Continental Belge et au nord du Thorntonbank, on trouve la principale route de navigation et son système de séparation du trafic entre la Manche et la baie sud de la Mer du Nord. Dans les eaux françaises le système des couloirs de navigation séparés est scindé vers les ports belges et l'Escaut. Au sud du Thorntonbank et au sud du Vlakte van de Raan, Scheur, Oostgat et jusqu'à une certaine hauteur Wielingen constituent d'importantes routes de navigation dans le sud du PCB. Elles sont utilisées par une grande partie des bateaux qui font route vers Anvers, Gand, Vlissingen, Breskens et Zeebruges. Sur la base du nombre de navires qui entrent ou sortent des ports, on peut dire qu'on y note, en moyenne, 70 000 mouvements de navires par an environ. Une deuxième route de navigation de cette partie méridionale, parfois appelée Westrond, et qui passe par Westpit, se situe entre le Thorntonbank et le Vlakte van de Raan. Elle est utilisée par les navires qui quittent vers (ou arrivent de) le Nord, c'est-à-dire vers les Pays-Bas, l'Allemagne, la Scandinavie et la Mer Baltique. Cette dernière route est empruntée chaque année par plusieurs milliers de bateaux. Enfin, il faut encore ajouter le trafic en provenance du Royaume-Uni qui entre par les routes de navigation Nord-Ouest dans la partie méridionale du PCB.

Une étude partielle étendue de Germanisher Lloyd a calculé les risques qu'un bateau entrerait dans l'enceinte d'un parc d'éoliennes et entrerait en collision avec celui-ci. Dans ce calcul de risque, il est parti de l'absence d'agissements humains malintentionnés. Les erreurs humaines non intentionnelles et les défaillances des appareils techniques ont par contre été incluses dans l'analyse des risques. Germanisher Lloyd a également calculé le volume moyen d'hydrocarbures qu'un tel incident déverserait dans la mer. Dans ce cadre, il est parti du principe que tout accident entraînerait irréversiblement des dommages à la coque du navire percutant. Les résultats de cette modélisation nous apprennent que le parc d'éoliennes entraîne une augmentation du risque d'accidents de navigation d'en moyenne environ 1 accident tous les 200 ans, et la libération en moyenne d'environ 50 tonnes d'hydrocarbures. Du point de vue d'une analyse des risques dans laquelle il est tenu compte du risque d'accident aussi bien que de l'ampleur de l'accident (les hydrocarbures qui seraient libérés), Germanischer Lloyd estime ce risque acceptable.

3.9.3 Nappes d'hydrocarbures et effets écotoxicologiques

Outre l'analyse des risques d'un accident, on a également pensé à l'éventuel impact d'une pollution par les hydrocarbures. Dans ce cadre, WL Delft Hydraulics a effectué une modélisation simulant la distribution d'une nappe d'hydrocarbures dans l'environnement. Dans ce cadre, il est parti des scénarios suivants : force de vent de 17 m par seconde (7,5 beauforts) (force observée dans 1 à 4 % des cas) avec une direction des pales plein Ouest (directement vers la côte néerlandaise de Walcheren) ou Nord-Nord-Ouest (directement vers la côte à hauteur de Blankenberge) pendant l'hiver. La combinaison de ces facteurs est très rare et ne se présente statistiquement que 0,5 à 2 jours par an par direction de vent. Le vent constitue le principal facteur de direction de déplacement d'une tache d'huile. Pendant environ 50 % du temps, cette direction du vent entraîne un échouage sur la côte belge ou néerlandaise. Le courant et les marées sont deux autres facteurs importants. La simulation est en outre partie du principe d'un volume de 1000 tonnes d'hydrocarbures libérées sur une période de 6 heures. Toutes ces conditions annexes (force du vent, direction du vent, quantité d'huile, saison, friction du vent, ...) ont été choisies pour maximaliser l'impact sur l'environnement. Deux autres scénarios supplémentaires ont également été pris en compte dans lesquels on est parti d'une vitesse 'moyenne' du vent (7m/s ou 4 beauforts) de direction Sud-Ouest, la plus fréquente ; et un scénario avec un vent très faible (1m/s ou 1 beaufort), également de direction Sud-Ouest. Il est ressorti des simulations qu'à vitesse élevée du vent, la tache d'hydrocarbures atteindrait la côte belge en 9 à 14 heures (en fonction des paramètres exacts du modèle) et la côte néerlandaise en 12 à 21 heures. Dans ces conditions, cela laisse relativement peu de temps pour intervenir. Dans des conditions de vent normales, on disposerait donc en principe de suffisamment de temps pour intervenir. Dans les deux scénarios supplémentaires, la tache d'hydrocarbures n'échouerait pas sur la plage avant cinq jours.

La présence d'un parc d'éoliennes sur le trajet d'une tache d'hydrocarbures implique des aspects aussi bien positifs que négatifs. Les turbines éoliennes peuvent éventuellement être utilisées comme point d'ancrage pour les barrages flottants mais, d'autre part, les turbines à proprement parler peuvent également constituer un obstacle dans les manœuvres pendant les opérations et entraîner la division de la tache en plusieurs plus petites taches.

Les effets d'un déversement de 1000 tonnes de mazout lourd sur la vie animale diffèrent selon le scénario et le groupe d'animaux envisagés. Les effets directs estimés (décès en quelques jours) des poissons et invertébrés sont très faibles et restent dans tous les cas inférieurs à 0,2 % des populations locales. Les pertes en termes d'oiseaux en mer sont estimées à partir de la superficie qu'occupe la tache (selon le scénario: 47 à 158 km²), la présence moyenne (densité) des oiseaux dans les eaux marines belges et la sensibilité des oiseaux. Sur la base de cette approche, on a estimé qu'environ 340 oiseaux mouraient dans le scénario avec vent de direction Nord le plus fort et qu'avec une vitesse de vent moyenne et une direction de vent Sud-Ouest, 1117 oiseaux mouraient.

3.9.4 Radar

Une étude partielle a également été réalisée pour étudier les effets du parc d'éoliennes sur le fonctionnement des radars de la navigation maritime et le positionnement des navires. Cette étude a calculé l'influence de différentes implantations du site sur le Thorntonbank sur différents systèmes de sécurité et de communication de la chaîne de radars de l'Escaut.

Le système le plus utilisé est le système radar. A partir de différents endroits sur la terre ferme (et dans un proche avenir, également sur 2 postes marins), la chaîne de radars de l'Escaut (SRK) contrôle le trafic sur la côte belge et néerlandaise. Pour un bon fonctionnement du système, cette chaîne souhaite que toute position se situant dans la zone pour laquelle la SRK est compétente soit visible sur au moins 2 postes radar. Pour l'instant, les radars captent déjà les signaux mêmes situés un peu plus loin que la zone de compétence délimitée de la SRK. Le parc qui fait l'objet de la présente étude se trouve en dehors de cette zone de compétence, mais entraîne à l'arrière du Thorntonbank des zones d'ombre supplémentaires. Il s'agit des zones qui ne sont plus balayées par un ou plusieurs radars. L'installation d'un radar supplémentaire pourrait remédier à cette situation. Ce point est discuté plus loin dans le rapport de phase 2 de la KUL.

Un deuxième effet possible sur le fonctionnement du radar est l'apparition de faux échos sur l'écran radar. Ces faux échos sont en fait des images fantômes d'objets existant réellement également captées par les antennes radars en raison de réflexions à proximité des turbines éoliennes. Pour les radars fixes de la chaîne de radars de l'Escaut, ces effets sont très limités en raison des grandes

distances par rapport au parc, mais pour les navires qui se trouvent tout près du parc, ce phénomène sera clairement perceptible. L'obstacle le plus proche capté sur l'écran radar à bord des navires est, d'une part, toujours un obstacle réel (les images fantômes se situent derrière l'obstacle et devraient inciter le responsable à la prudence ; en ce sens, elles s'avèrent plutôt utiles que nocives au niveau de la vigilance du personnel du radar de navigation).

La communication avec les navires se fait sur de nombreuses basses fréquences (longueurs d'ondes élevées) et dès lors, les effets de la communication Very High Frequency (VHF) sont plus limités. Juste derrière les différents obstacles, on note, tout comme pour le radar, une zone dans laquelle le signal ne peut pas être perçu, mais en raison des fréquences plus basses, cette zone est beaucoup plus petite (proportionnellement à la longueur d'onde, les obstacles sont beaucoup plus petits). Etant donné les faibles distances entre les installations de réception et d'émission situées à quai, on peut supposer que, si la liaison terre-navire peut être garantie, ce qui est le cas, la liaison navire-terre fonctionnera également.

Le système Radio Direction Finder (RDF) est un système dans lequel on détermine la direction d'un navire sur la base du signal émis vers la terre ferme par ce navire (par exemple pendant l'annonce de l'entrée dans une zone donnée). Si on dispose de plusieurs systèmes de ce type, on peut également déterminer sans aucune équivoque la localisation d'un navire, avec une précision moindre toutefois qu'avec un radar. Pour cette raison, ce système est complémentaire au système radar et sert principalement à l'identification des traits anonymes que représentent les navires sur l'écran radar. Le parc d'éoliennes pourrait influencer la précision de cette détermination (par des réflexions contre les turbines, ce qui pourrait induire le système en erreur quant à la direction du navire). Cette étude a toutefois démontré que le parc d'éoliennes n'aura des effets que quasi négligeables sur ce système.

Le Differential Global Positioning System (DGPS) donne à très faibles fréquences (312 kHz, comparables aux émetteurs radio AM) les corrections qui permettent d'améliorer considérablement le fonctionnement des systèmes GPS ordinaires, de sorte que les systèmes GPS spécialement équipés (d'un récepteur supplémentaire pour ces corrections), permettent d'obtenir des localisations précises à quelques mètres. Pour ce système DGPS, le parc d'éoliennes fait même office de (petit) amplificateur en direction de la mer en raison de l'intervalle de distance entre les turbines. La réception ne pourrait être interrompue que dans un tout petit cercle (20 m de diamètre) autour de la turbine, mais ceci n'a aucun effet sur les corrections DGPS indépendantes de l'endroit où se trouve le navire.

L'Automatic Identification System (AIS) (encore en développement) a pour objectif de rendre le système RDF superflu en permettant au navire d'envoyer régulièrement sa position (déterminée par GPS) via un canal de mariphonie. Etant donné que le parc a peu d'influence sur les signaux de mariphonie, ce sera également le cas ici. Ce système pose une exigence supplémentaire et non seulement le signal doit pouvoir être capté mais la capacité du canal doit également être suffisamment importante par rapport au débit des données. Il est également largement satisfait à ce critère.

4 CONCLUSIONS

Le tableau ci-dessous donne un aperçu de l'évaluation intégrée des effets par discipline. L'explication des symboles utilisés est reprise en dessous du tableau.

Phase	Aménagement		Exploitation		Démantèlement		Câblage		
	Puissance	3,6	5	3,6	5	3,6	5	3,6	5
Environnement abiotique									
<i>Effets sur le sol</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Effets sur l'eau</i>	-	-	0	0	-	-	0	0	0
<i>Effets sur l'air</i>	-	-	++	++	-	-	-	-	-
<i>Effets sur les bruits et vibrations</i>	-	-	-	-	-	-	0	0	0
<i>Effets sur le climat</i>	0	0	+	+	0	0	0	0	0
<i>Effets sur le paysage</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Environnement biotique									
<i>Effets sur les invertébrés et les poissons</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Effets sur l'avifaune</i>	-	-	-	-	-	-	0	0	0
<i>Effets sur les mammifères marins</i>	-	-	-	-	-	-	0	0	0
Activités humaines									
<i>Effets sur l'impact de la pêche</i>	0	0	+	+	0	0	0	0	0
<i>Effets sur l'impact de l'extraction de sable et de gravier</i>	0	0	+	+	0	0	0	0	0
<i>Effets sur l'impact du dragage</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Effets sur l'impact des câbles et des pipelines</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Effets sur l'impact des activités militaires</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Effets sur l'impact de la navigation</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Effets sur l'impact du tourisme et des loisirs récréatifs</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sécurité									
<i>Risques de dommage environnemental liés aux installations</i>	-	-	-	-	-	-	0	0	0
<i>Risques de dommage environnemental liés aux accidents de navigation</i>	-	-	-	-	-	-	0	0	0

Légende du tableau :

- : forte influence négative sur l'environnement
- : influence négative modérée sur l'environnement
- 0 : pas d'influence ou influence négligeable sur l'environnement
- +
- ++ : forte influence positive sur l'environnement

Le tableau ci-dessous donne un aperçu synthétique par phase du projet des principaux effets ayant été identifiés comme significatifs.

<i>Discipline</i>	<i>Effet</i>
PHASE D'AMÉNAGEMENT	
Sol	<ul style="list-style-type: none"> • perturbation locale de la structure géologique le long de l'ensemble de la couche des sédiments percée par le pieu • plus grande compaction des sédiments autour de chaque pieu
Eau	<ul style="list-style-type: none"> • faible émission indirecte possible de métaux lourds par resuspension à partir du sol • augmentation très locale et temporaire de la turbidité
Air	<ul style="list-style-type: none"> • émissions atmosphériques dues aux navires d'une valeur de 0,01 % des émissions totales de la Mer du Nord et de la Mer Baltique • les émissions atmosphériques dues à l'utilisation du matériel destiné au site seront compensées en moins de 1 an
Bruit	<ul style="list-style-type: none"> • augmentation temporaire et locale non négligeable de niveaux sonores au-dessus et en dessous de l'eau
Paysage	<ul style="list-style-type: none"> • petite perturbation temporaire de la vue sur la mer due à l'augmentation du trafic maritime
Faune	<ul style="list-style-type: none"> • perte d'habitat benthique de 0,8 % de la superficie de la concession due à l'enrochement et aux pieux • perturbation limitée et temporaire de la faune benthique et des poissons en raison de l'augmentation de la turbidité, du transport des sédiments et des bruits et vibrations • perturbation temporaire des espèces d'oiseaux et mammifères marins sensibles aux perturbations dues à l'augmentation de l'activité locale, mais éventuellement pôle d'attraction pour d'autres espèces d'oiseaux
Sécurité	<ul style="list-style-type: none"> • risque accru minimum d'accidents de navigation dus au trafic maritime vers le site du projet
<p>Pendant la phase d'aménagement, on notera une perturbation temporaire due aux travaux. Cela entraînera une perturbation locale du sol à l'endroit où seront faites les fondations. Le brassage des matériaux au sol entraînera une diminution temporaire et locale de la clarté de l'eau, ce qui pourrait éventuellement donner lieu à la libération d'une pollution historique. En conséquence des activités (navigation, enfoncement des pieux, utilisation de la grue, ...), on notera également une augmentation temporaire du niveau sonore. Ces perturbations chasseront temporairement les organismes, et surtout les espèces sensibles aux perturbations. D'autre part, certaines espèces peuvent attirées par la perturbation. De plus, une pollution atmosphérique temporaire limitée sera également observée. La couche de protection contre l'érosion et des pieux entrainera également une perte limitée au niveau du biotope que constitue le sol sablonneux.</p>	
PHASE D'EXPLOITATION	
Sol	<ul style="list-style-type: none"> • changements locaux dans les structures du sol marin et le transport des sédiments en raison des pieux et de la couche de protection contre l'érosion dont les changements qu'ils induiront à long terme sur le système global ne peuvent pas être évalués
Eau	<ul style="list-style-type: none"> • changement dans l'hydrodynamique à proximité directe des pieux individuels
Climat	<ul style="list-style-type: none"> • diminution de la vitesse du vent et augmentation de la turbulence du côté sous le vent des éoliennes sur une distance de maximum 3 km. Cet effet est cumulatif pour les éoliennes qui se trouvent les unes derrière les autres par rapport au vent

<i>Discipline</i>	<i>Effet</i>
Air	<ul style="list-style-type: none"> • 2,3 % des émissions de gaz à effet de serre évitées comparativement aux centrales classiques ; 0,8 % des émissions évitées par rapport au plafond d'émission du SO₂ et 0,5 % du plafond d'émission du NO_x
Bruit	<ul style="list-style-type: none"> • l'impact sur le bruit sous-marin et les vibrations sera probablement limité à une perturbation locale • le bruit au-dessus de l'eau augmentera à 40 dB(A), en fonction de la turbine utilisée (3,6 ou 5 MW), jusqu'à une distance d'environ 3 à 6 km. Le bruit devrait pouvoir être audible jusqu'à une distance de maximum 15 à 20 km
Paysage	<ul style="list-style-type: none"> • sur la base de données contradictoires, on estime que la visibilité du parc d'éoliennes sera très limitée, et à la limite du seuil de perception. Aucune influence négative significative n'est escomptée au niveau de la vue sur la mer étant donné que la visibilité des turbines éoliennes sera fortement déterminée par les conditions météorologiques. Il ressort d'une enquête que le parc d'éoliennes à 27 km de la côte est accepté par la population
Faune	<ul style="list-style-type: none"> • la création de substrats durs mènera à un biotope (non naturel) et à une augmentation et des changements au niveau de la biodiversité • sur 13 espèces d'oiseaux étudiées, cet effet s'avère modérément négatif et sur 4 espèces, négligeable • on s'attend à une influence légèrement positive sur la population des poissons et la vie benthique due à l'arrêt de la pêche au chalut et à l'extraction de sable
Sécurité	<ul style="list-style-type: none"> • un très petit risque acceptable de pollution environnementale due aux huiles et graisses présentes en cas de renversement de la turbine • un très petit risque acceptable de pollution de l'environnement due aux huiles et aux combustibles présents en cas de panne structurelle complète de la plate-forme du transformateur • un risque supplémentaire estimé sur le plan statistique d'accidents de navigation de 1 incident par 201 ans avec libération d'en moyenne statistiquement 48,2 tonnes d'huile/combustible.
<p>Pendant l'exploitation, on peut également s'attendre à une série d'autres effets. Les fondations peuvent entraîner des changements locaux au niveau de l'eau et des courants au niveau des sédiments et éventuellement au niveau de la structure du sol marin. En conséquence de la protection contre l'érosion, la présence d'autres espèces d'animaux et de plantes sera observée au niveau du nouvel environnement local, à savoir des pierres et le métal à la place du sable. On s'attend à ce que l'arrêt de la pêche au chalut protège la vie entre les turbines éoliennes. On s'attend à ce que le fonctionnement des turbines entraîne à proximité immédiate des turbines une augmentation du bruit sous l'eau. Au-dessus de l'eau, le bruit sera également supérieur et pourra être audible maximum à 15 à 20 km. Le bruit et le mouvement des pales entraîneront un effet négatif limité (collisions et perturbation pour 13 espèces d'oiseaux. La production d'électricité par les turbines éoliennes permettra d'éviter 2,3 % des émissions de gaz à effet de serre. Le parc d'éoliennes ne se verra probablement pas ou ne se verra qu'à peine de la côte. D'une part, parce que les turbines éoliennes apparaîtront très petites à cette distance et, d'autre part, en raison des conditions météorologiques. Le risque d'accidents de navigation provoqués par le parc d'éoliennes est estimé à environ 1 accident tous les 200 ans et à une libération moyenne de 50 tonnes d'huile.</p>	
<p>PHASE DE DÉMANTÈLEMENT</p>	
<p>Les effets escomptés sont fondamentalement similaires à ceux prévus pendant la phase d'aménagement.</p>	

<i>Discipline</i>	<i>Effet</i>
CÂBLES	
Sol	<ul style="list-style-type: none"> • une perturbation temporaire de la structure du sol due à la pose des câbles
Eau	<ul style="list-style-type: none"> • une augmentation très locale et temporaire de la turbidité
Climat	<ul style="list-style-type: none"> • apparition d'un gradient de température locale dans le sol autour du câble
Faune	<ul style="list-style-type: none"> • perturbation locale temporaire du biotope • perte locale limitée de l'habitat • perturbation localisée possible du comportement des poissons cartilagineux sous l'influence des champs électromagnétiques • influence possible sur la vie benthique sous l'influence du gradient de température locale
<p>La principale influence de la pose du câble est due à la perturbation locale du sol et des animaux qui y vivent. Cette influence sera limitée à l'environnement immédiat et disparaîtra au fil du temps. Les influences du rayonnement électromagnétique et le réchauffement local du sol ne sont pas certains.</p>	
COMPARAISON ENTRE LA CONCESSION OBTENUE ET L'IMPLANTATION ALTERNATIVE	
<i>Discipline</i>	<i>Effet</i>
Climat	<p>Impact identique pour les effets sur le climat mondial.</p> <p>L'implantation alternative entraînera de petites différences, probablement négligeables, au niveau des régimes des vents locaux.</p>
Sol	<p>L'impact dépend du type de fondation et non pas de l'implantation en soi. Les fondations tripodes exigent une protection contre l'érosion potentiellement moins importante.</p>
Eau	<p>Pas de différences significatives au niveau de l'impact.</p>
Air	<p>Pas de différences significatives au niveau de l'impact.</p>
Bruit	<p>Pas de différences significatives au niveau de l'impact ; les contours isosoniques ont une forme légèrement différente.</p>
Faune et flore	
Benthos et poissons	<p>Pas de différences significatives au niveau de l'impact.</p>
Avifaune	<p>L'implantation de la concession obtenue est liée à un risque de collision moins élevé que l'implantation alternative.</p>
Mammifères marins	<p>Pas de différences significatives au niveau de l'impact.</p>
Paysage	<p>L'impact, en soi négligeable, sera moins important dans l'implantation alternative que dans la concession obtenue.</p>
Activités humaines	<p>Dans la concession obtenue, il y a moins de chevauchements avec l'exploitation de sable et de gravier que dans l'alternative étudiée. Dans l'alternative étudiée, il y a également chevauchement avec les utilisations militaires.</p>
Sécurité	<p>Les deux risques ont été classés de manière identique, bien que l'implantation alternative soit liée à un risque d'accident statistiquement légèrement supérieur et à un impact légèrement plus élevé.</p> <p>Pas de différences au niveau de l'impact sur les radars et les télécommunications.</p>

<i>Discipline</i>	<i>Effet</i>
<p>En dehors de l'effet sur les oiseaux, il n'y a sans doute pas de différence significative au niveau de l'impact entre la concession obtenue et l'alternative étudiée. L'implantation de la concession obtenue entraîne une charge moins élevée pour les oiseaux que l'implantation alternative du fait qu'elle est orientée parallèlement à la côte. Du point de vue de la sécurité, l'implantation proposée a également la préférence.</p>	
<p>AUGMENTATION DE PUISSANCE À 5 MW</p>	
<p>En raison de l'absence de données concrètes, on a conclu que l'impact d'une augmentation de la puissance entraînerait probablement une augmentation de l'impact sur certains aspects (paysage, sol, faune, bruit) en raison des dimensions plus importantes de l'installation. Pour une série d'aspects (eau, sécurité, aspects humains), aucune différence au niveau des effets n'est escomptée. Les émissions de gaz à effet évitées devraient augmenter environ proportionnellement.</p>	
<p>EFFETS TRANSFRONTALIERS</p>	
<i>Discipline</i>	<i>Effet</i>
Bruit	<p>Etant donné la plus grande distance, aucun effet sonore n'est escompté sur la terre ferme néerlandaise.</p> <p>Etant donné que la limite des eaux néerlandaises ne se trouve qu'à 2 km seulement du parc d'éoliennes, on s'attend à noter au-dessus de l'eau à la limite un bruit spécifique d'environ 45 dB(A).</p>
Paysage	<p>Etant donné que le point le plus proche de la terre ferme néerlandaise se situe à environ 30 km du parc d'éoliennes, le parc d'éoliennes ne sera pas du tout visible ou à peine visible à partir de la côte néerlandaise. Les effets sur la perception de la côte et de son horizon en Belgique seront également d'application pour les Pays-Bas.</p>
Sécurité	<p>Etant donné que le parc d'éoliennes est lié à un risque supplémentaire très limité mais pas négligeable au niveau des incidents de navigation, dans certaines conditions, ces accidents pourraient entraîner une pollution des côtes et/ou eaux néerlandaises. Etant donné que pour les eaux belges, le risque a été considéré comme acceptable, on peut tirer la même conclusion pour ces mêmes risques au niveau des Pays-Bas.</p>
<p>Etant donné la position et la distance de l'implantation par rapport aux pays voisins, on ne peut s'attendre qu'à des effets limités seulement au niveau des Pays-Bas. De toutes les disciplines concernées, on peut éventuellement s'attendre à un seul effet limité dans les disciplines bruit, paysage et sécurité.</p>	

5 MESURES ATTENUANTES, COMPENSATIONS ET MONITORING

5.1.1 Climat

Aucune mesure atténuante n'est proposée. Le monitoring n'est pas nécessaire bien que la détermination du gradient de température autour du câble soit souhaitable.

5.1.2 Sol

Pour déterminer l'influence du parc d'éoliennes, il faut, avant le début des travaux, mettre en place une campagne de mesures en vue d'enregistrer la qualité actuelle des sédiments et les caractéristiques du sol au niveau du site. Pendant l'exploitation, cette analyse doit être périodiquement répétée (par exemple tous les ans) pour permettre de suivre l'éventuelle évolution des caractéristiques du sol. Pour éviter la pollution des sols, un plan d'action doit être élaboré qui décrit les étapes à entreprendre en cas d'éventuelle catastrophe, par exemple dans le cadre des travaux de maintenance.

Il est conseillé de poser la première couche de protection contre l'érosion avant le début de l'enfoncement des pieux. L'utilisation de tripodes devrait permettre d'utiliser une protection contre l'érosion plus limitée. Le contrôle du processus d'érosion et de la protection contre l'érosion ainsi que la surveillance de la profondeur de pose des câbles sont également recommandés.

5.1.3 Air

Etant donné que l'impact escompté sur la qualité atmosphérique reste très limité, aussi bien en importance qu'en durée, aucun monitoring de la qualité de l'air ambiant ne doit être prévu et des mesures atténuantes ne sont pas nécessaires.

5.1.4 Eau

Pour déterminer l'influence du parc d'éoliennes, il faut, avant le début des travaux, déterminer la qualité actuelle de l'eau au niveau du site. Pendant l'exploitation, cette campagne d'analyse doit être répétée pour pouvoir suivre l'éventuelle évolution de la qualité de l'eau.

En vue d'exclure toute pollution de l'eau, il faut élaborer, dans le cadre d'un système de prise en charge, une procédure qui décrit les actions à entreprendre en cas de calamités, par exemple pendant les activités de maintenance.

Le monitoring de la turbidité et de la qualité de l'eau pendant la phase de construction est conseillé.

5.1.5 Bruit

Aucune mesure atténuante n'est proposée. Le monitoring du bruit sous l'eau est par contre proposé. Pour valider les incertitudes au niveau des connaissances, il est également proposé de surveiller le bruit au-dessus de l'eau.

5.1.6 Paysage

La principale mesure proposée est une communication proactive avec la population sur le projet. Une étude de suivi devrait être effectuée sur la perception du parc d'éoliennes par la population pendant et après sa construction. Enfin, un suivi pourrait éventuellement être mis en place pour lever les incertitudes scientifiques relatives à la visibilité des installations.

5.1.7 Faune

5.1.7.1 *Invertébrés et poissons*

La mise en place des fondations et la pose des câbles doivent se faire sur la base de la meilleure technologie disponible de sorte à perturber le moins possible le sol marin.

La construction du parc d'éoliennes est planifiée en avril-septembre. La perturbation de la période de frai doit être la plus limitée possible. La zone de Thorntonbank ne peut pas être considérée comme une zone de frai importante – à l'exception du sprat, *Sprattus sprattus* (L.). Le frai du *Sprattus sprattus* (L.) se fait sur la première moitié de l'année et note un pic important pendant les mois d'avril-mai. Pour limiter au maximum la perturbation du sprat, il est conseillé de prévoir les travaux de construction perturbateurs en dehors de la période de frai.

Etant donné les effets de la couche de protection contre l'érosion sur la vie benthique, il est également proposé de veiller à ce que la protection contre l'érosion soit limitée aux dimensions minimales nécessaires pour lutter contre l'érosion du sol.

Dans le rapport du CLO/DvZ, plusieurs possibilités d'utilisation complémentaire des parcs d'éoliennes pour la mariculture sont également discutées de manière détaillée. Actuellement, on n'a pas encore pu clairement déterminer si la possibilité d'aquaculture complémentaire à la présence du parc d'éoliennes constituait ou non une option. C-Power est prêt à ouvrir cette zone à un projet pilote à condition que celui-ci dispose des autorisations nécessaires.

5.1.7.2 *Oiseaux*

Le positionnement correct du parc d'éoliennes (parallèlement au sens de vol dominant) et la réservation de corridors pour les oiseaux migrateurs peuvent sensiblement réduire le risque de collision (Everaert *et al.* 2002). Pour une configuration correcte, une connaissance préalable suffisante des mouvements migratoires et des déplacements locaux des oiseaux sur place s'avère indispensable. Pour cette raison, il est donc conseillé d'effectuer, avant la construction du parc d'éoliennes déjà, des mesures sur les déplacements des oiseaux. En fonction de la principale fonction du parc (migration, déplacements locaux, lieux de repos), on peut choisir de placer les turbines éoliennes en groupes plutôt qu'en rangées. Des groupes compacts ont, dans l'ensemble, un impact plus important sur les oiseaux au repos que les implantations en rangées, tandis que ces dernières peuvent avoir des conséquences plus importantes sur les oiseaux migrateurs.

Jusqu'à présent, on ne dispose pas d'études démontrant les éventuels effets atténuateurs de signaux d'avertissement. Il a souvent été suggéré que les signaux sonores ou signaux visuels pouvaient diminuer les risques de collision. D'autre part, on sait que les oiseaux s'habituent à ces stimuli. Pour tous les oiseaux en migration, l'effet d'atténuation serait en outre minimal du fait que ces oiseaux ne passeraient par le parc que de temps en temps (deux fois par an dans le cas des oiseaux migrateurs). L'éclairage de l'ensemble du parc d'éoliennes n'est pas recommandé, ceci du fait qu'en cas de mauvaises conditions de visibilité, cet éclairage attirerait précisément les oiseaux (Buurma & van Gasteren 1989). Ces auteurs suggèrent également que même un faible éclairage peut entraîner une augmentation du risque de collision. Le monitoring du nombre de victimes par collision peut néanmoins comprendre une composante destinée à étudier si un éclairage ponctuel (par exemple des lumières rouges aux extrémités des pales du rotor), des parties fluorescentes sur les pales du rotor ou des signaux sonores (ultrasons) pourrait entraîner une réduction du nombre de victimes.

Dans les périodes où les déplacements sont nombreux (par exemple pendant la période de migration) ou en cas de mauvaises conditions de visibilité (brouillard, pluie), les turbines peuvent être temporairement arrêtées. Cela exige toutefois une connaissance préalable des déplacements locaux, connaissance dont on ne dispose pas encore. En prévoyant dans le programme de monitoring une attention particulière aux déplacements locaux et aux différences spécifiques aux différentes espèces, on peut, dans une phase ultérieure, émettre un avis fondé sur la période d'interruption souhaitable. En ce qui concerne l'exécution des travaux, il est également recommandé de les prévoir en dehors des périodes où on note des concentrations élevées d'oiseaux.

La perte de zones de repos pour les oiseaux marins (notamment les plongeurs spp., le grèbe huppé, le guillemot/petit pingouin) peut éventuellement être compensée par la prévision de zones protégées ailleurs sur le PCB ou par l'extension des zones protégées existantes.

5.1.7.3 Mammifères marins

Aucune mesure atténuante n'est proposée. Un éventuel monitoring pourrait être idéalement lié au monitoring des oiseaux.

5.1.8 L'homme

Les éventuelles mesures atténuantes en matière de pêche devraient surtout être axées sur les aspects socio-économiques des effets sur la pêche. Celles-ci peuvent se composer de compensations financières pour l'élaboration de projets d'aquaculture (par exemple les moules suspendues) ou de repeuplement. Les aspects environnementaux et les influences de ces compensations économiques ne tombent toutefois pas dans le champ d'application de cette étude d'incidences et n'ont donc pas été pris en compte.

5.1.9 Sécurité

Les éventuelles mesures atténuantes comprennent la construction d'un radar à l'Ouest ou au Nord du parc d'éoliennes. Le nonaccès au parc d'éoliennes aux personnes non habilitées à s'y trouver, la mise en place d'une zone de sécurité, le placement de bouées et de signalisations adaptées et la surveillance de la navigation maritime, par exemple par l'adaptation du logiciel des chaînes radar, sont autant de mesures qui peuvent contribuer à augmenter la sécurité.

Un plan d'urgence détaillé sera également élaboré.

Enfin, C-Power a élaboré le concept d'un "multi purpose maintenance vessel" en collaboration avec un constructeur de bateaux. Il est donc techniquement possible d'équiper le bateau de maintenance d'une infrastructure supplémentaire lui permettant de nettoyer les nappes d'hydrocarbures en pleine mer, d'effectuer des missions de dépannage ou d'être utilisé dans la lutte contre l'incendie en mer. Placer ce projet dans le cadre d'une collaboration entre le public et le privé pourrait permettre non seulement de limiter les risques liés au projet mais également d'augmenter la sécurité marine dans son ensemble.