



Bruxelles, le 18.11.2020
C(2020) 7730 final

Communication de la Commission

Document d'orientation sur les aménagements éoliens et la législation de l'Union européenne relative à la conservation de la nature

Communication de la Commission

Document d'orientation sur les aménagements éoliens et la législation de l'Union européenne relative à la conservation de la nature

Document d'orientation sur les aménagements éoliens et la législation de l'Union européenne relative à la conservation de la nature

Le présent document d'orientation n'est pas juridiquement contraignant. Son seul objet est de fournir des informations sur certains aspects de la législation de l'Union européenne applicable. Il a ainsi pour but d'aider les citoyens, les entreprises et les autorités nationales à appliquer les directives «Oiseaux» et «Habitats». Il ne préjuge en rien d'une position que la Commission pourrait adopter à l'avenir sur la question. La Cour de justice de l'Union européenne est seule compétente pour donner une interprétation du droit de l'Union faisant autorité. Le présent document d'orientation n'a pas vocation à remplacer, compléter ou modifier les dispositions des directives «Oiseaux» et «Habitats». Il n'est pas non plus destiné à être examiné isolément, mais doit être lu conjointement avec ces instruments législatifs.

Commission européenne, 2020

Reproduction autorisée, moyennant mention de la source.

TABLE DES MATIERES

1	L'ÉNERGIE ÉOLIENNE EN EUROPE	12
1.1	Introduction	12
1.2	Le cadre d'action de l'UE pour la promotion des sources d'énergie renouvelables	13
1.3	Tendances en matière d'aménagements éoliens	15
2	LE CADRE D'ACTION ET LA LÉGISLATION DE L'UE EN MATIÈRE DE PROTECTION DE LA NATURE ET DE BIODIVERSITÉ	18
2.1	Le cadre d'action de l'UE en matière de biodiversité	18
2.2	Les directives «Oiseaux» et «Habitats»	18
2.2.1	Introduction	18
2.2.2	La protection et la gestion des sites Natura 2000	19
2.2.3	Approche pas à pas pour les projets de construction de parcs éoliens susceptibles d'affecter les sites Natura 2000	19
2.2.3.1	Triage	22
2.2.3.2	Évaluation appropriée	23
2.2.3.3	Déroations au titre de l'article 6, paragraphe 4	25
2.2.4	Dispositions relatives à la protection des espèces	25
2.3	Rationalisation avec les processus d'évaluation environnementale stratégique (ESIE) et d'évaluation des incidences sur l'environnement (EIE)	26
3.	APPROCHE ET PRINCIPES GÉNÉRAUX LORS DU TRIAGE ET DE L'ÉVALUATION APPROPRIÉE	92
3.1	Caractère significatif des effets probables	92
3.2	Définition du contenu, de la zone et de la durée de l'évaluation (délimitation du champ)	93
3.3	Établir une situation de référence	95
3.4	Évaluation des effets cumulatifs	98
3.4.1	Quelles activités prendre en considération?	98
3.4.2	Approche recommandée en matière d'évaluation des effets cumulatifs dans le secteur de l'énergie éolienne	100
3.5	Gérer les incertitudes dans le cadre de l'évaluation et de l'autorisation des aménagements éoliens	102
3.6	Participation du public et association des parties prenantes	107

4. PLANIFICATION STRATÉGIQUE	111
4.1 Informations générales	111
4.1.1 Planification stratégique dans le contexte général de l'énergie éolienne	111
4.1.2 Planification stratégique pour l'énergie éolienne en mer	113
4.2 Utilisation de la cartographie de la sensibilité de la faune et de la flore sauvages pour la planification stratégique de l'énergie éolienne	114
4.2.1 Introduction	114
4.2.2 Exemples d'approches fondées sur la cartographie de la sensibilité de la faune et de la flore sauvages pour les aménagements éoliens terrestres et en mer	115
4.3. Utilisation polyvalente des sites d'aménagements éoliens	119
5. AMÉNAGEMENTS ÉOLIENS TERRESTRES: EFFETS POTENTIELS	122
5.1 Introduction	122
5.1.1 Types d'incidences	122
5.1.2 Mesures d'atténuation	123
5.2 Habitats	125
5.2.1 Introduction	125
5.2.2 Types d'incidences	126
5.2.2.1 Quels sont les principaux types d'incidences?	126
5.2.2.2 Comment évaluer le caractère significatif?	127
5.2.3 Mesures d'atténuation possibles	132
5.3 Chauves-souris	132
5.3.1 Introduction	132
5.3.2 Types d'incidences	133
5.3.2.1 Quels sont les principaux types d'incidence?	133
5.3.2.2 Comment évaluer le caractère significatif?	134
5.3.3 Mesures d'atténuation possibles	138
5.3.3.1 Introduction	138
5.3.3.2 Micro-implantation: agencement et localisation des éoliennes	139
5.3.3.3 Conception des infrastructures: nombre d'éoliennes et spécifications techniques des éoliennes (y compris l'éclairage)	140
5.3.3.4 Programmation: éviter, réduire ou échelonner les activités de construction au cours des périodes sensibles du point de vue écologique	140
5.3.3.5 Bridage et vitesses de vent de démarrage: limitation du temps de fonctionnement des éoliennes	140
5.3.3.6 Systèmes de dissuasion: mesures acoustiques	142
5.4 Oiseaux	143
5.4.1 Introduction	143
5.4.2 Types d'incidences	145
5.4.2.1 Quels sont les principaux types d'incidence?	145
5.4.2.2 Comment évaluer le caractère significatif?	146

5.4.3	Mesures d'atténuation possibles	153
5.4.3.1	Introduction	153
5.4.3.2	Micro-implantation: agencement et position des éoliennes	153
5.4.3.3	Conception des infrastructures: nombre d'éoliennes et spécifications techniques des éoliennes (y compris l'éclairage)	154
5.4.3.4	Programmation: éviter, réduire ou échelonner les activités au cours des périodes sensibles du point de vue écologique	154
5.4.3.5	Réduction des perturbations: méthodes de construction alternatives et barrières	155
5.4.3.6	Bridage: limitation du temps de fonctionnement des éoliennes	155
5.4.3.7	Systèmes de dissuasion acoustique et visuelle	158
5.4.3.8	Gestion des habitats: éloigner et détourner les espèces des éoliennes	159
5.5	Autres espèces	160
5.5.1	Introduction	160
5.5.2	Types d'incidences	160
5.5.2.1	Mammifères	160
5.5.2.2	Amphibiens et reptiles	161
5.5.2.3	Invertébrés, végétaux et organismes aquatiques	162
5.5.3	Mesures d'atténuation possibles	162
5.6	Démantèlement et rééquipement	163
5.6.1	Démantèlement	163
5.6.2	Réquipement	163

6.	AMÉNAGEMENTS ÉOLIENS EN MER: EFFETS POTENTIELS	166
6.1	Introduction	166
6.2	Habitats	168
6.2.1	Introduction	168
6.2.2	Types d'incidences	169
6.2.2.1	Quels sont les principaux types d'incidences?	169
6.2.2.2	Comment évaluer le caractère significatif?	171
6.2.3	Mesures d'atténuation	173
6.3	Poissons	174
6.3.1	Types d'incidences	174
6.3.2	Mesures d'atténuation possibles	175
6.4	Oiseaux	175
6.4.1	Introduction	175
6.4.2	Types d'incidences	176
6.4.2.1	Quels sont les principaux types d'incidences?	176
6.4.2.2	Comment évaluer le caractère significatif?	177
6.4.3	Mesures d'atténuation possibles	180
6.4.3.1	Introduction	180

6.4.3.2	Conception des infrastructures: nombre d'éoliennes et spécifications techniques (y compris l'éclairage)	180
6.4.3.3	Programmation: éviter, réduire ou échelonner les activités au cours des périodes sensibles du point de vue écologique	180
6.4.3.4	Bridage: limitation du temps de fonctionnement des éoliennes	181
6.4.3.5	Systèmes de dissuasion acoustique et visuelle	181
6.5	Mammifères marins	181
6.5.1	Introduction	181
6.5.2	Types d'incidences	183
6.5.2.1	Quels sont les principaux types d'incidences?	183
6.5.2.2	Comment évaluer le caractère significatif?	188
6.5.3	Mesures d'atténuation possibles	192
6.5.3.1	Introduction	192
6.5.3.2	Macro-implantation	193
6.5.3.3	Programmation: éviter, réduire ou échelonner les activités au cours des périodes sensibles du point de vue écologique	194
6.5.3.4	Conception des infrastructures: les fondations des éoliennes	194
6.5.3.5	Réduction du bruit: différentes approches techniques	195
6.5.3.6	Surveillance des zones d'exclusion: observations visuelles et acoustiques	196
6.5.3.7	Systèmes de dissuasion: dispositifs de dissuasion acoustiques.	197
6.6	Autres espèces	198
6.6.1	Introduction	198
6.6.2	Types d'incidences	199
6.6.2.1	Plantes et algues	199
6.6.2.2	Invertébrés	199
6.6.2.3	Chauves-souris	199
6.6.3	Mesures d'atténuation possibles	201
6.6.3.1	Plantes, algues et invertébrés	201
6.6.3.2	Chauves-souris	201
6.7	Démantèlement et rééquipement	201
6.7.1	Démantèlement	201
6.7.2	Rééquipement	201
7.	SUIVI ET GESTION ADAPTATIVE	203
7.1	Suivi	203
7.1.1	Introduction	203
7.1.2	Suivi et aménagements éoliens	204
7.2	Gestion adaptative	208
8.	RÉFÉRENCES:	211
9.	ANNEXES	229

FIGURES

Figure 2-1 Flowchart of the Art 6(3) and Art 6(4) procedure (Source: Managing Natura 2000 sites. The provisions of Article 6 of the Habitats Directive 92/43/EEC (2019/C 33/01). European Commission, 2019)	21
Figure 4-1 Synthesis map of bird sensitivity to wind turbines in Flanders	116
Figure 4-2 Extract of sensitivity map for bats in Flanders	116
Figure 4-3 Wind farms at different authorization stages within a sensitivity map for cinereous vulture (<i>Aegypius monachus</i>).	118
Figure 4-4 Examples of wind farm sensitivity maps from SeaMaST	119
Figure 4-5 Schneebergerhof co-located wind energy development, Germany	120
Figure 5-1 Habitat loss and fragmentation by construction platforms and access roads in hilly steppe landscape	130
Figure 5-2 Visualization of approach to calculate fragmented surface by a wind farm	131
Figure 5-3 Pelican flight tracks recorded by the radar over the full study period	145
Figure 5-4 Identified subpopulations of wintering waterfowl and gulls at subregional (local) scale in Flanders	150
Figure 5-5 Displacement effects on golden eagle due to construction of wind farms in the French Massif Central	152
Figure 5-6 White-tailed eagle relative sensitivity map at the Smøla wind-power plant, Norway	164
Figure 7-1: East Coast Marine Mammal Acoustic Study	207

TABLEAUX

Table 3-1 Optimal stand still condition for new offshore wind turbines in The Netherlands	102
Table 5-1 Overview of impacts of onshore wind energy developments	123
Table 5-2 Types of mitigation measures (adapted from Gartman, 2016a and 2016b)	124
Table 5-3 The relationship between types of impacts on habitats and project life cycle for onshore wind energy developments	127
Table 5-4 Types of impacts on bats during the project's life cycle for onshore wind energy developments	133
Table 5-5 Collision risk for European species from wind turbines in open habitats (derived from Rodrigues, 2015)	135
Table 5-6 The degree of risk associated with impacts on bats in relation to their annual life cycle (drawn in part from Rodrigues et al. 2015)	136
Table 5-7 Possible mitigation measures for bats (A: avoidance; R: reduction)	139
Table 5-8 The relationship between types of impacts on birds and the project lifecycle for onshore wind energy developments	146
Table 5-9 Approaches used in the assessment of bird mortality	148
Table 6-1 Overview of potential types of Impacts on major offshore receptor groups	167
Table 6-2 Types of impacts on habitats during the project's life cycle for offshore wind energy developments	170
Table 6-3 Marine habitat sensitivity, resistance and resilience in relation to abrasion	172
Table 6-4 Types of impacts on birds during the project's lifecycle for offshore wind energy developments	177
Table 6-5 Marine mammal (seal and cetacean) species included in Annex II and IV to the Habitats Directive. (Y = Yes; N = No)	181
Table 6-6 Types of impacts on marine mammals during the project's lifecycle for offshore wind energy developments (based on traditional fixed wind turbines)	183
Table 6-7 Marine mammal functional hearing groups and hearing ranges (adapted from Southall, 2007)	189
Table 6-8 NOAA (NMFS, 2018) PTS thresholds for pulsed noise	189
Table 9-1 Examples of good practice approaches to overcoming typical uncertainty encountered in the assessment of wind energy development	239
Table 9-2 National guidance document used in relation to the assessment of significant effects from wind energy developments on bats	251
Table 9-3 National guidance document used in relation to the assessment of significant effects from wind energy developments on birds	258
Table 9-4 National guidance document used in relation to the assessment of significant effects from wind energy developments on marine mammals	259
Table 9-5 Prevalence of Annex II species (bold text) in mortality records across Europe (of 9,354 casualties recorded between 2003 and 2017)	260
Table 9-6 Proportion of recorded European wind energy development bat casualties by species	261

ANNEXES

APPENDIX A CASE STUDIES	230
APPENDIX B INTERNATIONAL INITIATIVES	236
APPENDIX C APPROPRIATE ASSESSMENT	239
APPENDIX D WILDLIFE SENSITIVITY MAPPING MANUAL	240
APPENDIX E NATIONAL GUIDANCE IN RELATION TO THE ASSESSMENT OF SIGNIFICANT EFFECTS FROM WIND ENERGY DEVELOPMENTS ON BATS, BIRDS AND MARINE MAMMALS	251
APPENDIX F BAT COLLISION MORTALITY	260

À PROPOS DU PRÉSENT DOCUMENT

Contexte du présent document

Le présent document constitue une mise à jour des orientations de la Commission de 2011 concernant l'énergie éolienne et Natura 2000, comme le prévoit le plan d'action pour le milieu naturel, la population et l'économie¹. Une mise à jour des orientations a été jugée nécessaire dans la mesure où la politique et la législation de l'Union européenne (UE) relatives aux énergies renouvelables et aux technologies de l'énergie éolienne (en particulier en mer) ont considérablement évolué depuis la publication des premières orientations. Parallèlement à ces évolutions, la connaissance des incidences de l'énergie éolienne sur la biodiversité ainsi que les bonnes pratiques pour lutter contre ces incidences se sont considérablement enrichies. Compte tenu de l'essor considérable de l'énergie éolienne dans le contexte de la lutte contre le changement climatique, d'une part, et des pressions croissantes sur la biodiversité, d'autre part, des orientations fondées sur les connaissances et les bonnes pratiques les plus récentes concernant la conciliation des objectifs des différentes politiques sont essentielles.

La directive sur les énergies renouvelables², adoptée en 2009, fixe un objectif contraignant de 20 % d'ici 2020 en ce qui concerne la consommation finale d'énergie provenant de sources renouvelables. En 2018, le Parlement européen et le Conseil ont adopté la version révisée de la directive sur les énergies renouvelables³, qui fixe, au niveau de l'UE, un objectif contraignant en matière d'énergie renouvelable d'au moins 32 % d'ici 2030, assorti d'une clause prévoyant une révision à la hausse de ce chiffre d'ici 2023. L'énergie éolienne représente la part la plus élevée de la production d'énergie renouvelable dans l'Union européenne et devrait conserver cette place au cours des prochaines décennies. En 2018, avec une puissance installée de 170 GW à terre et de 19 GW en mer, l'énergie éolienne représentait 18,4 % de la capacité totale de production d'électricité de l'UE⁴. Alors que la production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelables pourrait atteindre 50 % de la production totale d'électricité dans l'UE d'ici 2030, l'énergie éolienne (à terre et en mer) pourrait représenter 21 % de la production totale d'électricité⁵.

En décembre 2019, la Commission européenne a présenté une communication sur le pacte vert pour l'Europe⁶. Elle réitère l'engagement contracté par la Commission de relever les défis climatiques et ceux liés à l'environnement, qui constitue une mission majeure de notre génération et fait partie intégrante de la stratégie de la Commission visant à mettre en œuvre les objectifs de développement durable (ODD) des Nations unies d'ici 2030. Il s'agit d'une nouvelle stratégie de croissance qui vise à transformer l'UE en une société juste et prospère, dotée d'une économie moderne, durable, efficace dans l'utilisation des ressources et compétitive, caractérisée par l'absence d'émission nette de gaz à effet de serre d'ici 2050 et dans laquelle la croissance économique sera dissociée de l'utilisation des ressources. Le pacte vert a déjà défini une vision claire pour parvenir à la neutralité climatique d'ici 2050 et pour décarboner le système énergétique afin d'atteindre les objectifs climatiques fixés pour 2030 et 2050. Il souligne le rôle essentiel des sources d'énergie renouvelables, en particulier de la production d'énergie éolienne en mer, pour atteindre ces objectifs.

Le pacte vert pour l'Europe accorde également une importance particulière à la biodiversité, qui est soumise à une pression croissante. La Commission européenne a également adopté récemment une communication sur la stratégie de l'UE en faveur de la biodiversité à l'horizon 2030⁷, qui vise à faire en sorte que la biodiversité de l'Europe soit sur la voie du rétablissement d'ici 2030, dans l'intérêt des populations, du climat et de la planète. Cette stratégie contient des engagements et des actions à mettre en œuvre d'ici 2030, y compris la création d'un réseau plus vaste de zones protégées sur terre et en mer à l'échelle de l'UE, s'appuyant sur les zones Natura 2000 existantes, assortie d'une protection stricte pour les zones à haute valeur en matière de biodiversité et de climat, un plan de restauration de la nature de l'UE, une série de mesures pour permettre un changement nécessaire porteur de transformation, ainsi que des mesures pour relever le défi mondial en

¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:52017DC0198&qid=1596224048843&from=EN>

² <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/ALL/?uri=CELEX%3A32009L0028>

³ https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2018.328.01.0082.01.ENG&toc=OJ%3AL%3A2018%3A328%3ATOC

⁴ Wind energy in Europe in 2018. Trends and statistics (WindEurope, 2019).

⁵ Perspectives d'avenir pour les énergies renouvelables en Union européenne, Agence internationale pour les énergies renouvelables, 2018.

⁶ https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication_fr.pdf

⁷ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?qid=1590574123338&uri=CELEX%3A52020DC0380>

matière de biodiversité. Le rapport de la plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) concernant une évaluation mondiale de la biodiversité et des services écosystémiques⁸ brosse également un tableau alarmant de l'état de la biodiversité et des diverses pressions auxquelles elle est soumise.

Le changement climatique est généralement reconnu comme un facteur clé de l'appauvrissement de la biodiversité. La hausse des températures mondiales entraîne une dégradation des écosystèmes terrestres et maritimes et, par conséquent, un appauvrissement de la biodiversité. L'énergie éolienne contribue à la conservation de la biodiversité en réduisant les émissions de gaz à effet de serre, offrant à la société bien plus d'énergie qu'elle n'en nécessite tout au long de son cycle de vie. La production d'électricité d'origine éolienne ne consomme pas d'eau et le fonctionnement des éoliennes n'entraîne pas de pollution de l'air, du sol ou de l'eau. Toutefois, les parcs éoliens mal implantés ou mal conçus peuvent constituer une menace pour les espèces et les habitats vulnérables, y compris ceux qui sont protégés par les directives «Oiseaux» et «Habitats».

Objet et nature du présent document

Le présent document vise à fournir des orientations sur la meilleure manière de garantir que les aménagements éoliens sont compatibles avec les directives «Habitats» et «Oiseaux».

Le champ d'application du présent document couvre:

- les dispositions relatives à la protection des sites prévues à l'article 6 de la directive «Habitats». Par conséquent, les orientations portent sur l'ensemble des habitats et des espèces répondant aux critères de désignation en tant que sites Natura 2000, c'est-à-dire:
- les habitats d'intérêt communautaire énumérés à l'annexe I de la directive «Habitats»;
- les espèces d'intérêt communautaire énumérées à l'annexe II;
- les oiseaux sauvages énumérés à l'annexe I de la directive «Oiseaux»;
- les espèces migratrices d'oiseaux sauvages non visées à l'annexe I de la directive «Oiseaux» dont la venue est régulière;
- les dispositions relatives à la protection des espèces visées aux articles 12 et 13 de la directive «Habitats» et les dispositions correspondantes de l'article 5 de la directive «Oiseaux». Ces dispositions s'appliquent aux espèces bénéficiant d'une protection stricte énumérées à l'annexe IV de la directive «Habitats» et à toutes les espèces d'oiseaux sauvages visées par la directive «Oiseaux».

Le présent document met l'accent sur les aménagements éoliens en ce qui concerne la préconstruction, la construction, l'exploitation et le démantèlement ou le rééquipement des infrastructures de production d'électricité. Les infrastructures de transport associées sont couvertes par d'autres orientations de la Commission européenne⁹.

Les présentes orientations sectorielles s'inscrivent dans le contexte plus large des orientations publiées par la Commission européenne pour faciliter la mise en œuvre des directives «Habitats» et «Oiseaux». Le présent texte n'a pas vocation à remplacer les documents généraux de la Commission visant à apporter des orientations de nature méthodologique et interprétative sur les dispositions de l'article 6 de la directive «Habitats»¹⁰. Il vise plutôt à clarifier certains aspects spécifiques desdites dispositions et à les replacer dans le contexte particulier de l'aménagement de parcs éoliens. Le présent guide doit donc se lire en liaison avec les deux directives et les orientations y afférentes de la Commission¹¹. Par ailleurs, il s'appuie sur les principes plus larges qui sous-tendent la politique de l'UE dans le domaine de l'environnement et des aménagements éoliens (par exemple, le principe du déploiement des énergies renouvelables présentant un faible risque

⁸ <https://www.ipbes.net/global-assessment-report-biodiversity-ecosystem-services>

⁹ «Les infrastructures de transport d'énergie et la législation européenne sur la conservation de la nature» (Commission européenne, 2018b).

¹⁰ https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/guidance_en.htm

¹¹ En particulier, les orientations relatives à l'article 6 de la directive «Habitats», les conseils méthodologiques de l'article 6, paragraphes 3 et 4, de la directive «Habitats» (disponibles à l'adresse https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/guidance_en.htm) et les orientations sur la protection des espèces (disponibles à l'adresse https://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/species/guidance/index_en.htm).

écologique prévu à l'article 15, paragraphe 7, de la directive révisée sur les énergies renouvelables). L'objectif est de fournir des orientations sur le cadre d'octroi de permis et la planification au titre des articles 15 à 17 de la directive révisée sur les énergies renouvelables.

Le présent document fait référence à de nombreux exemples de bonnes pratiques dans des études de cas (voir l'annexe A pour une vue d'ensemble). Ils se veulent des exemples concrets d'approches efficaces et intelligentes visant à prendre en considération les incidences des projets proposés lors de l'évaluation et de l'autorisation de ces derniers. Étant donné que les interactions entre les aménagements éoliens et les habitats et espèces protégés par l'UE dépendent fortement des sites concernés, ces bonnes pratiques n'ont pas de visée normative, mais sont plutôt destinées à fournir un cadre ou à servir de source d'inspiration pour élaborer des solutions au cas par cas.

Le présent document n'est pas un acte législatif; il n'établit pas de nouvelles règles, mais il donne des orientations sur la manière d'appliquer les règles existantes. La Cour de justice de l'Union européenne est seule compétente pour donner une interprétation du droit européen faisant autorité.

Les orientations sont principalement destinées à être utilisées par les promoteurs de projets, les consultants et les autorités compétentes. Elles seront également utiles aux organisations non gouvernementales et aux autres parties prenantes du secteur de l'énergie éolienne. Le document a été rédigé en concertation avec les autorités des États membres, des organisations non gouvernementales (ONG) et les parties prenantes du secteur de l'énergie éolienne, qui ont fourni un retour d'information précieux sur les différentes versions provisoires.

Le présent document a été préparé avec l'aide d'Arcadis Belgium nv/sa et de NIRAS Consulting Ltd.

Structure du présent document

Le document comporte neuf chapitres:

- Chapitre 1: offre un aperçu du contexte dans lequel s'inscrit la politique de l'UE en matière d'énergies renouvelables, y compris une vue d'ensemble de la situation actuelle de l'énergie éolienne dans l'UE et les tendances prévues.
- Chapitre 2: offre un aperçu des dispositions juridiques des directives «Oiseaux» et «Habitats» applicables aux aménagements éoliens, avec une attention particulière pour la procédure d'autorisation au titre de l'article 6 de la directive «Habitats» pour tout plan ou projet susceptible d'affecter de manière significative les sites Natura 2000, ainsi que les exigences relatives aux espèces protégées par l'Union dans l'ensemble du paysage.
- Chapitre 3: contient des orientations générales sur des questions clés pour les promoteurs et gestionnaires de projets éoliens, ainsi que pour les autorités chargées de la planification et de l'octroi des autorisations, assorties des bonnes pratiques correspondantes. Parmi les questions clés figurent la détermination du caractère significatif des effets probables, la délimitation du champ de l'évaluation, la détermination des informations de référence, la gestion des incertitudes, les effets cumulatifs et la consultation des parties prenantes.
- Chapitre 4: examine l'importance de la planification stratégique et décrit les méthodes de soutien telles que la cartographie de la sensibilité de la faune et de la flore sauvages et l'utilisation polyvalente des sites.
- Chapitre 5: concerne l'ODD 15 («Vie terrestre») et donne une description détaillée des types d'incidences classiques des aménagements éoliens terrestres, et précise la manière d'évaluer l'importance des effets probables liés aux groupes de récepteurs clés tels que les oiseaux, les chauves-souris et les habitats terrestres; donne un aperçu des approches en matière de bonnes pratiques et présente des études de cas relatives à la mise en œuvre de mesures pour éviter ou réduire les incidences significatives.
- Chapitre 6: concerne l'ODD 14 («Vie aquatique») et donne une description détaillée des types d'incidences classiques des aménagements éoliens en mer, et précise la manière d'évaluer l'importance liée aux groupes de récepteurs clés tels que les oiseaux marins, les mammifères marins et les habitats marins; donne un aperçu des approches en matière de bonnes pratiques et présente des études de cas relatives à la mise en œuvre de mesures pour éviter ou réduire les incidences significatives.
- Chapitre 7: bonnes pratiques en matière de surveillance et de gestion adaptative.
- Chapitre 8: références.
- Chapitre 9: annexes.

1 L'ÉNERGIE ÉOLIENNE EN EUROPE

1.1 Introduction

L'Union européenne (UE) a fixé des objectifs ambitieux en matière de décarbonation des économies des États membres, en prenant une série de mesures parmi lesquelles la poursuite du développement des sources d'énergie renouvelables (SER). La directive 2009/28/CE sur les énergies renouvelables¹² établit une politique globale de production et de promotion de l'énergie produite à partir de sources renouvelables. Elle impose à l'UE de parvenir à une part de 20 % d'énergie produite à partir de sources renouvelables d'ici 2020. Avec l'adoption du paquet «Une énergie propre pour tous les Européens»¹³ en 2018 et 2019, l'Union européenne s'est engagée à parvenir, d'ici 2030, à une part d'au moins 32 % d'énergie produite à partir de sources renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie de l'UE, en incluant des dispositions permettant une éventuelle révision à la hausse de cet objectif. Pour 2020, les États membres se sont engagés à atteindre des objectifs nationaux spécifiques en matière d'énergie renouvelable, qu'ils ont adoptés dans leurs plans d'action nationaux en matière d'énergie renouvelable et qui sont soutenus par un certain nombre de politiques et d'instruments juridiques connexes. Les données d'Eurostat indiquent que l'UE dans son ensemble est en bonne voie pour atteindre l'objectif de 20 % pour 2020, la part des sources renouvelables variant fortement entre les États membres, allant de plus de 30 % en Finlande, en Suède et en Lettonie à moins de 5 % à Malte, au Luxembourg et aux Pays-Bas¹⁴.

Si des progrès considérables ont été réalisés dans le développement des énergies renouvelables dans toute l'Europe et que la production d'énergie provenant de sources renouvelables terrestres est relativement bien établie, un nombre croissant de technologies énergétiques marines connaissent une croissance importante et occupent une place centrale dans les nouveaux cadres stratégiques et juridiques. Pour assurer leur développement durable en Europe, l'UE a adopté la directive 2014/89/UE¹⁵ sur la planification de l'espace maritime dans le but d'établir un cadre commun pour réduire les conflits entre les secteurs, créer des synergies, encourager les investissements et la coopération transfrontières et préserver l'environnement. Les objectifs de la directive sont conformes aux mesures de protection prévues par la directive-cadre «stratégie pour le milieu marin» (2008/56/CE¹⁶) et la directive-cadre sur l'eau (2000/60/CE¹⁷).

En 2018, l'UE disposait d'une puissance éolienne installée de 160 GW à terre et de 19 GW en mer, ce qui représentait 14 % de la demande d'électricité de l'UE et reste la deuxième plus grande capacité de production d'électricité (Encadré 1-1).

Encadré 1-1: capacité totale de production d'électricité dans l'Union européenne 2008-2018

¹² <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/ALL/?uri=CELEX%3A32009L0028>

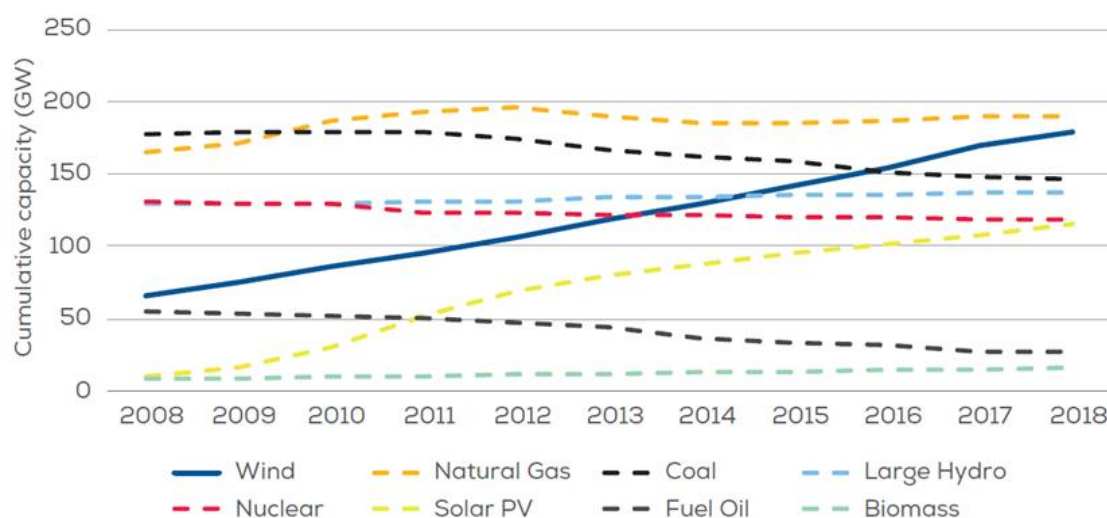
¹³ https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans_en

¹⁴ https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable_energy_statistics/fr

¹⁵ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:32014L0089>

¹⁶ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX%3A32008L0056>

¹⁷ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:32000L0060>



Source: WindEurope, 2019

1.2 Le cadre d'action de l'UE pour la promotion des sources d'énergie renouvelables

La politique de l'UE en matière d'énergies renouvelables date de 1997 avec l'adoption du livre blanc de la Commission intitulé: «Énergies pour l'avenir: les sources d'énergie renouvelables»¹⁸. Ce livre blanc recommandait de doubler la part des énergies renouvelables dans la consommation brute d'énergie pour atteindre 12 % en 2010 et a jeté les bases de l'adoption de la directive 2001/77/CE relative à la promotion de l'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelables¹⁹. L'UE a ensuite adopté la directive 2003/87/CE²⁰, qui a établi le système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre de l'UE et visait à promouvoir la décarbonation et, indirectement, les sources d'énergie renouvelables.

En décembre 2008, les chefs d'État ou de gouvernement de l'UE se sont engagés à fixer un objectif à l'horizon 2020, s'inscrivant dans le paquet sur le climat et l'énergie. Dans le cadre de ce paquet, les États membres sont convenus de réduire les émissions de gaz à effet de serre d'au moins 20 % d'ici 2020 (par rapport aux niveaux de 1990) et d'augmenter l'utilisation des sources d'énergie renouvelables pour atteindre 20 % de la consommation finale brute d'énergie en Europe d'ici 2020.

Pour concrétiser son engagement en matière d'énergies renouvelables, l'UE a adopté la directive 2009/28/CE²¹ relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables [communément appelée «directive sur les énergies renouvelables» (DER)]. La DER fixe des objectifs nationaux contraignants pour chaque État membre afin de veiller à ce que l'UE respecte globalement son objectif de 20 % d'énergie produite à partir de sources renouvelables. Conformément à la directive, chaque État membre est tenu d'établir un plan d'action clair décrivant les mesures qu'il entend prendre pour atteindre ses objectifs concernant les énergies renouvelables. Les plans d'action nationaux en matière d'énergies renouvelables adoptés par les États membres²² établissent le niveau d'ambition dans les secteurs de l'électricité, de la production de chaleur et des transports, ainsi que la combinaison de technologies envisagée et les mesures stratégiques nécessaires pour atteindre les objectifs.

Sur la base du niveau d'ambition de 2020 et de la proposition de la Commission européenne dans le cadre du paquet «énergie propre», l'UE a instauré, en 2018, le cadre d'action en matière de climat et d'énergie à l'horizon 2030²³. Les objectifs clés au niveau de l'UE à l'horizon 2030 sont les suivants:

¹⁸ https://europa.eu/documents/comm/white_papers/pdf/com97_599_fr.pdf

¹⁹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/fr/TXT/?uri=CELEX:32001L0077>

²⁰ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX%3A32003L0087>

²¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/ALL/?uri=celex%3A32009L0028>

²² <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/national-renewable-energy-action-plans-2020>

²³ https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_fr

- une réduction des émissions de gaz à effet de serre d'au moins 40 % (par rapport aux niveaux de 1990);
- une part des énergies renouvelables d'au moins 32 % de la consommation, avec une clause de réexamen d'ici 2023 permettant une révision à la hausse, obligatoire au niveau de l'UE; et
- un objectif général consistant à améliorer d'au moins 32,5 % l'efficacité énergétique au niveau de l'UE, soit un renforcement de l'objectif de 20 % à l'horizon 2020.

Les engagements en matière d'énergies renouvelables à l'horizon 2030 seront concrétisés dans le cadre de la directive révisée relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables, qui a été adoptée en décembre 2018 [directive (UE) 2018/2001] (DER II)²⁴. Les États membres sont tenus de faire en sorte, de manière collective, que la part de l'énergie produite à partir de sources renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie de l'Union en 2030 soit au moins égale à 32 %, au moyen de contributions à l'objectif fixé au niveau de l'UE. Les contributions individuelles des États membres à l'objectif fixé au niveau de l'UE sont définies dans les plans nationaux intégrés en matière d'énergie et de climat, qui précisent notamment l'approche stratégique et la combinaison de technologies proposées par État membre au cours de la période allant jusqu'en 2030. L'encadré 1-2 présente une prévision de la capacité énergétique totale de l'UE jusqu'en 2050 pour les différents scénarios envisagés par la stratégie à long terme de la Commission européenne à l'horizon 2050²⁵ en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Il montre qu'indépendamment des scénarios choisis, les énergies éolienne et solaire sont les seules sources qui connaîtront une augmentation de capacité, tandis que les autres sources se stabiliseront ou connaîtront une baisse de capacité. Cette stratégie à long terme prévoit que près de 85 % de l'électricité de l'UE sera produite à partir de ressources renouvelables d'ici 2050 dans des scénarios de décarbonation [73 % dans le scénario de référence, l'énergie éolienne représentant à elle seule jusqu'à 26 % en 2030 et jusqu'à 56 % en 2050 (Commission européenne, 2018b)]. L'énergie éolienne terrestre représenterait près des trois quarts de la capacité éolienne totale en 2030 et deux tiers en 2050. Certaines parties prenantes suggèrent que jusqu'à 32 % de la production d'électricité à partir de l'énergie solaire photovoltaïque et éolienne pourraient provenir des ménages, des collectivités, des petites et moyennes entreprises et des établissements publics d'ici 2050²⁶.

Pour satisfaire aux exigences d'un secteur de l'énergie neutre pour le climat en 2050, il conviendra d'augmenter fortement le taux d'installation dans le secteur de l'énergie éolienne. Selon la stratégie à long terme de la Commission, la capacité pour l'énergie éolienne devra passer de 180 GW en 2018 à 351 GW en 2030, ce qui correspond à un doublement de capacité. On prévoit que 263 GW seront installés à terre et 88 GW en mer²⁷, ce qui équivaut à près de cinq fois la capacité de 2018. En fonction du scénario pour 2050, la capacité éolienne passerait à un chiffre compris entre 700 GW dans le scénario «efficacité énergétique» et 1 200 GW dans le scénario «power-to-X (P2X)». La traduction de cette augmentation en superficie nécessaire pour ces aménagements éoliens donne des résultats impressionnants. Dans le scénario maximaliste (1,5TECH), qui suppose une capacité totale allant jusqu'à 450 GW en mer (un tiers), WindEurope s'attend à ce que 85 % de la capacité d'ici 2050 soit installée dans les mers septentrionales (l'Atlantique au large de la France, de l'Irlande et du Royaume-Uni, la mer du Nord, la mer d'Irlande et la mer Baltique) compte tenu des bonnes ressources éoliennes, de la proximité de la demande et de l'efficacité de la chaîne d'approvisionnement, ce qui équivaut à environ 380 GW sur les 450 GW. Les 70 GW restants seraient situés dans les eaux de l'Europe méridionale. La superficie totale des mers septentrionales nécessaire à la production de 380 GW d'énergie éolienne en mer serait de 76 000 km² (en supposant une production de 5 MW/km²), soit une superficie juste inférieure à celle de l'Irlande. Cette superficie correspond à 2,8 % de la superficie totale des mers septentrionales, sans tenir compte des zones d'exclusion. La localisation exacte dépendra de la taille et de l'espace disponible des zones économiques exclusives (ZEE) des différents États membres et des différences au niveau du coût moyen actualisé de l'électricité (levelised cost of electricity – LCOE)²⁸, en fonction de la profondeur de la mer et de la ressource éolienne. En outre, l'attribution finale de

²⁴ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001>

²⁵ https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_fr

²⁶ CE Delft (2016). The potential of energy citizens in the European Union.

http://www.foeeurope.org/sites/default/files/renewable_energy/2016/ce-delft-the-potential-of-energy-citizens-eu.pdf

²⁷ Analyse approfondie réalisée à l'appui de la communication de la Commission COM(2018) 773.

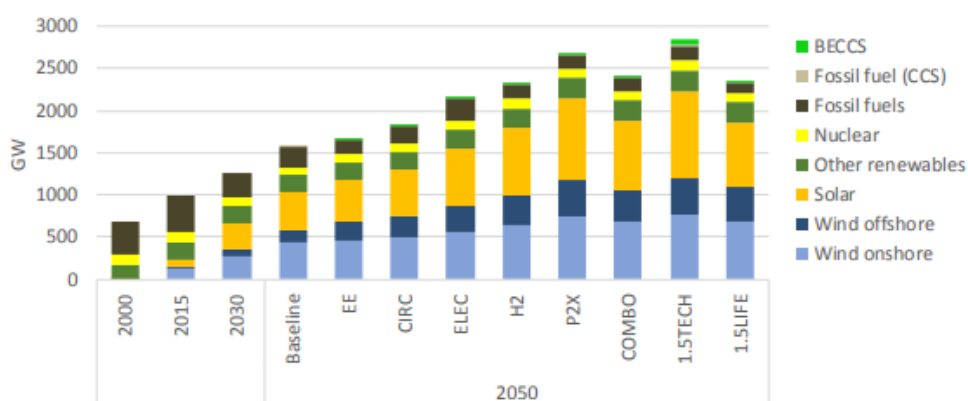
https://ec.europa.eu/knowledge4policy/publication/depth-analysis-support-com2018-773-clean-planet-all-european-strategic-long-term-vision_en

²⁸ Le concept de coût moyen actualisé de l'électricité (LCOE) sert à comparer le coût de l'énergie provenant de différentes sources. Le large éventail de technologies électriques disponibles, à partir de sources tant renouvelables que non renouvelables, est très varié du point de vue des principes physiques sur lesquels ces technologies reposent et de

parcs éoliens dépendra également de la localisation de la demande d'énergie. Certains pays devraient facilement trouver l'espace nécessaire pour l'attribution de leurs capacités, tandis que d'autres devront commencer à investir dans des projets multiples ou se tourner vers des investissements plus coûteux (espaces à LCOE plus élevé).

Il est clair que pour atteindre les objectifs fixés en matière de déploiement de l'énergie éolienne de la manière la plus efficace possible, tant en termes de coût que d'utilisation de l'espace, les projets d'utilisation polyvalente des sites et la collaboration internationale seront essentiels. En outre, un changement progressif au niveau des procédures d'autorisation est nécessaire et requiert une préparation minutieuse. À titre d'exemple, le déploiement de l'infrastructure requise pour le réseau énergétique est confronté à des enjeux similaires. Une action davantage coordonnée du secteur de l'énergie éolienne et des concepteurs de réseaux pourrait être très utile, également en ce qui concerne les effets cumulatifs (voir le chapitre 3.4).

Encadré 1-2: scénarios projetés concernant la capacité totale énergétique de l'UE



Source: Eurostat (2000, 2015), PRIMES, à partir de l'analyse approfondie menée à l'appui de la communication de la Commission COM(2018) 773

1.3 Tendances en matière d'aménagements éoliens

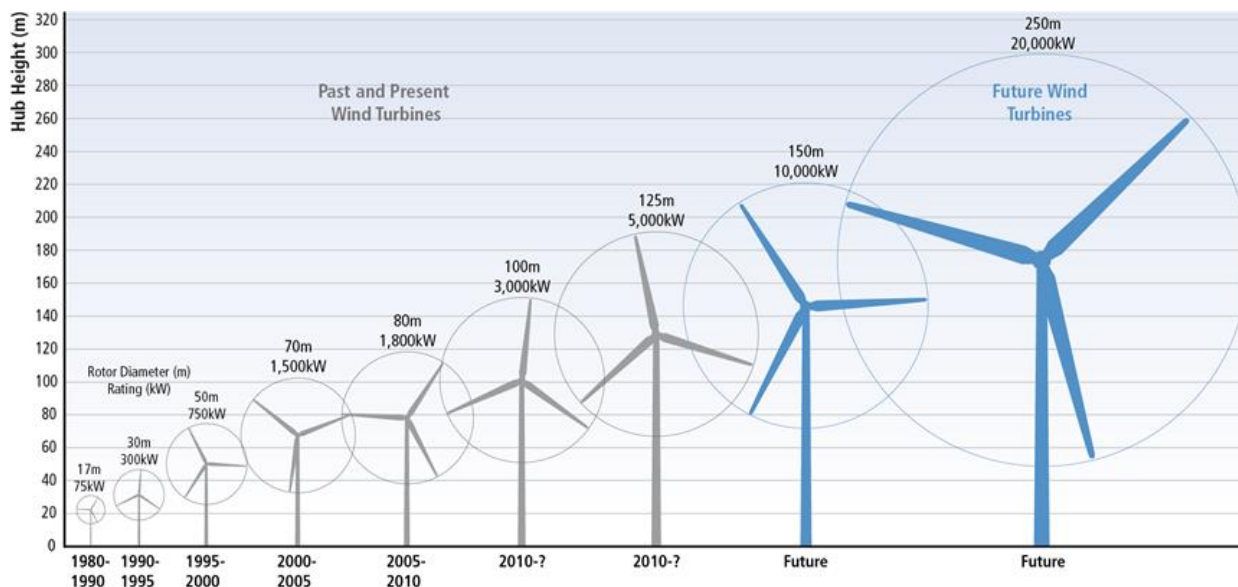
Les secteurs des aménagements éoliens, tant à terre qu'en mer, sont dominés par les éoliennes à axe horizontal à trois pales. Bien qu'il existe d'autres configurations et modèles tels que les éoliennes à axe vertical et les éoliennes sans pale, ceux-ci ne devraient pas contribuer de manière significative à l'expansion prévue de la capacité éolienne dans l'UE (communication de WindEurope, 2019). La préférence pour les éoliennes à axe horizontal à trois pales est liée à un certain nombre d'avantages, dont l'efficacité aérodynamique (Gardner et al., 2004).

Les évolutions au niveau de la conception des éoliennes terrestres et maritimes se sont traduites par une amélioration de la capacité de production combinée à une augmentation du diamètre du rotor et de la hauteur des moyeux (Encadré 1-3). Les modèles d'éoliennes en mer en production (ou en commande) produisent de l'ordre de 9,5 MW (9 500 kW) avec des diamètres de rotor de l'ordre de 164 à 167 m (Wind Power Monthly, 2018). Des éoliennes plus grandes, d'une capacité de 10 et 12 MW, sont en cours de conception, avec des diamètres de rotor supérieurs à 190 m (Grimwood, 2019). Les plus grandes éoliennes terrestres installées en Europe produisent jusqu'à 8 MW (8 000 kW) avec des diamètres de rotor allant jusqu'à 164 m. L'augmentation du diamètre du rotor et de la hauteur du moyeu a permis à de nouveaux parcs éoliens d'exploiter la puissance de vitesses de vent plus élevées et plus constantes. En ce qui concerne les parcs éoliens terrestres, cela a

leur fonctionnement, un système solaire photovoltaïque étant par exemple radicalement différent d'une centrale à biomasse. Toutefois, le LCOE constitue une base commune pour la comparaison: $LCOE (\text{coût moyen actualisé de l'électricité}) = \frac{\text{coût total de propriété (EUR)}}{\text{production du système sur toute sa durée de vie (kWh)}}$. Tout ce qui augmente la production ou réduit les coûts diminue le LCOE, tandis que tout ce qui diminue la production ou augmente les coûts relève le LCOE.

permis d'implanter des éoliennes dans des zones forestières, où, du fait de la hauteur croissante des éoliennes, la canopée a moins d'influence sur la vitesse du vent et les turbulences.

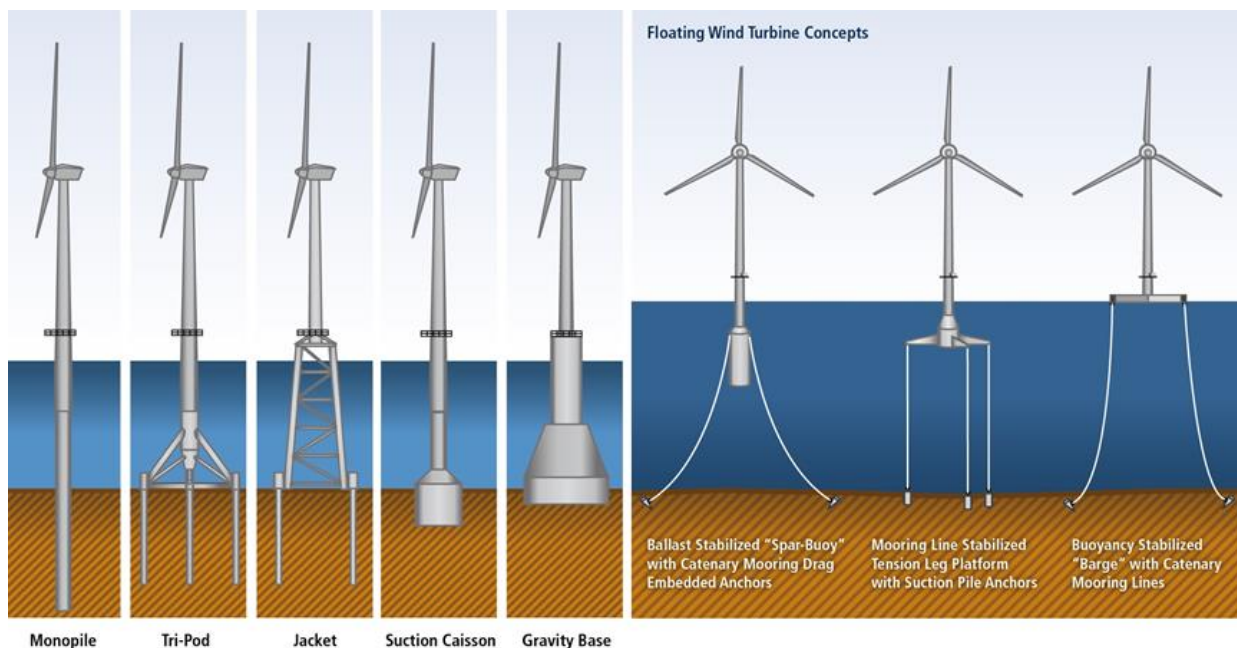
Encadré 1-3: tendances en matière de conception: diamètre du rotor de l'éolienne



Source: Edenhofer et al., 2011.

De même, l'évolution de la conception des fondations a permis d'implanter des parcs éoliens en mer dans des eaux plus profondes où les vitesses de vent sont plus élevées et plus constantes (Encadré 1-4). L'émergence de la technologie des éoliennes flottantes, qui présentent des avantages sur le plan de l'installation par rapport aux types traditionnels d'éoliennes à base fixe (WindEurope, 2018), facilitera probablement l'abandon de la pratique consistant à implanter les éoliennes dans les eaux marines plus profondes. En 2019, des projets d'énergie éolienne en mer utilisant des éoliennes flottantes ont produit de l'électricité sur trois sites en Europe: deux en Écosse (Hywind et Kincardine) et un en France (Floatgen Demonstrator).

Encadré 1-4: types de fondations des éoliennes en mer



Source: Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), 2011

Les aménagements éoliens à l'échelle commerciale fournissent 100 % de l'énergie qu'ils produisent au réseau national de transport d'électricité. À l'inverse, les éoliennes de petite (< 100 kW) à moyenne (100 à 500 kW) dimension produisent de l'électricité destinée à être utilisée sur le lieu de production (ménages, exploitations agricoles, grandes entreprises et petites communautés), les excédents d'électricité alimentant le réseau national de transport d'électricité (RenewableUK, 2014). Contrairement aux aménagements éoliens à l'échelle commerciale, qui se composent de plusieurs éoliennes (un «parc éolien»), les éoliennes de petite ou moyenne dimension sont généralement installées en unités uniques. Bien que la capacité de production des éoliennes de petite ou moyenne dimension soit beaucoup plus faible que celle des parcs éoliens à l'échelle commerciale, le nombre d'unités installées dans l'UE est très élevé. Selon les estimations, en 2015, il y avait dans l'UE au moins 61 437²⁹ éoliennes de petite capacité (Pitteloud et Gsänger, 2017).

Les éoliennes de petite et moyenne dimension présentent également l'avantage de pouvoir être intégrées dans les zones urbaines et périurbaines. La recherche sur l'élaboration et la validation de solutions innovantes pour améliorer leur compétitivité, de façon à permettre et faciliter leur intégration et leur déploiement, devrait se poursuivre³⁰. Au fur et à mesure que les solutions technologiques, économiques et sociales s'améliorent, on peut s'attendre à ce que le nombre d'éoliennes à axe horizontal et d'éoliennes à axe vertical augmente dans les zones urbaines et périurbaines. Toutefois, peu de recherches ont été menées concernant l'incidence des éoliennes de petite dimension sur les oiseaux et les chauves-souris. Certains éléments indiquent que la mortalité des oiseaux et des chauves-souris due aux collisions se situe à des niveaux relativement bas par rapport à d'autres causes de mortalité anthropique (Minderman et al., 2014).

Enfin, une autre tendance importante dans le domaine de l'énergie éolienne réside dans l'utilisation polyvalente des sites. L'installation d'éoliennes à proximité d'autres sources d'énergie renouvelables, d'autres activités économiques, voire d'activités de conservation de la nature ou de restauration des écosystèmes sera essentielle pour une utilisation efficace de l'espace disponible (voir le chapitre 1.2). Le chapitre 0 comporte une section spécifique consacrée à l'utilisation polyvalente des sites d'aménagements éoliens.

²⁹ Nombre cumulé d'unités installées au Royaume-Uni, en Allemagne, en Espagne, en Pologne, en Suède, en Italie, en Irlande, au Danemark, en Autriche et en Finlande.

³⁰ Voir, par exemple, «Wind Energy Integration in the Urban Environment (WINEUR)» (Commission européenne, 2007) et «European SWIP project» (CIRCE, 2016).

2 LE CADRE D'ACTION ET LA LÉGISLATION DE L'UE EN MATIÈRE DE PROTECTION DE LA NATURE ET DE BIODIVERSITÉ

2.1 Le cadre d'action de l'UE en matière de biodiversité

En réponse au plan stratégique mondial pour la diversité biologique 2011-2020³¹, adopté lors de la dixième conférence des parties à la convention sur la diversité biologique (CdP 10 à la CDB), qui s'est tenue à Nagoya au Japon, la Commission a élaboré, en coopération avec les États membres, une stratégie de l'UE en matière de biodiversité à l'horizon 2020³². Cette stratégie comportait une série d'objectifs ainsi qu'un ensemble de mesures et d'actions réalistes et efficaces sur le plan des coûts, nécessaires à la réalisation des objectifs.

En mai 2020, la Commission européenne a adopté la stratégie de l'UE en faveur de la biodiversité à l'horizon 2030³³, qui s'attaque aux causes principales de l'appauvrissement de la biodiversité telles que l'exploitation non durable des terres et de la mer, la surexploitation des ressources naturelles, la pollution et les espèces exotiques envahissantes. La stratégie est un élément central du plan de relance de l'UE³⁴, qui vise à réparer les dommages économiques et sociaux causés par la pandémie de COVID-19, à donner un coup de fouet à la reprise européenne ainsi qu'à protéger les emplois et à en créer de nouveaux. Elle a également pour objectif d'intégrer pleinement les questions de biodiversité dans la stratégie globale de l'UE en faveur de la croissance et met en évidence la nécessité de disposer d'énergie produite à partir de sources renouvelables plus durables pour lutter contre le changement climatique et l'appauvrissement de la biodiversité.

Le rapport de la plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques de 2019 (IPBES)³⁵ a une fois encore souligné le besoin urgent d'assurer la conservation et la restauration des écosystèmes. Le rapport indique que le rythme de modification de la nature au niveau mondial au cours des 50 dernières années est sans précédent dans l'histoire de l'humanité et recense les principales causes de l'appauvrissement de la biodiversité. Le changement climatique est la troisième cause principale directe de l'appauvrissement de la biodiversité, ce qui illustre le lien entre le développement des énergies renouvelables et la conservation de la nature. Le pacte vert pour l'Europe³⁶ présenté par la Commission fournit un cadre pour poursuivre l'élaboration de la politique de l'UE en matière de changement climatique et de biodiversité.

L'annexe B présente un certain nombre d'autres initiatives internationales en matière de conservation de la nature qui pourraient présenter un intérêt pour les aménagements éoliens.

2.2 Les directives «Oiseaux» et «Habitats»

2.2.1 Introduction

Les directives «Oiseaux» et «Habitats» sont les pierres angulaires de la politique de l'Union en matière de protection de la nature et de biodiversité. Elles permettent à tous les États membres de l'UE de travailler conjointement au sein d'un cadre législatif commun, afin de protéger certains des habitats et des espèces les plus menacés, les plus vulnérables et les plus précieux dans l'ensemble de leurs aires de répartition naturelles au sein de l'UE, indépendamment des frontières administratives ou politiques. Elles s'appliquent de la même manière aux territoires terrestre et marin européens des États membres.

³¹ <https://www.cbd.int/sp/>

³² https://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/brochures/2020%20Biod%20brochure_fr.pdf

³³ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?qid=1590574123338&uri=CELEX%3A52020DC0380>

³⁴ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/fr/TXT/?qid=1590732521013&uri=COM:2020:456:FIN>

³⁵ <https://www.ipbes.net/global-assessment-report-biodiversity-ecosystem-services>

³⁶ https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication_fr.pdf

L'objectif général des deux directives est de garantir que les espèces et les types d'habitats qu'elles protègent sont maintenus ou rétablis dans un état de conservation favorable dans leur aire de répartition naturelle au sein de l'Union européenne. Pour atteindre cet objectif, les directives définissent deux grands types de mesures:

- la désignation et la conservation des sites essentiels à la protection des types d'habitats figurant à l'annexe I de la directive «Habitats» et des habitats des espèces figurant à l'annexe II de cette directive, ainsi qu'à la protection des habitats des espèces d'oiseaux énumérées à l'annexe I de la directive «Oiseaux» et des oiseaux migrateurs. Ces sites constituent le réseau Natura 2000 à l'échelle de l'UE, qui compte actuellement plus de 27 000 sites, tant sur terre qu'en mer;
- la création d'un régime de protection strict pour toutes les espèces d'oiseaux sauvages européennes et les espèces énumérées à l'annexe IV de la directive «Habitats». Ces mesures s'appliquent à l'ensemble de l'aire de répartition naturelle des espèces concernées au sein de l'UE, c'est-à-dire sur les sites protégés et en dehors de ceux-ci.

2.2.2 La protection et la gestion des sites Natura 2000

La protection et la gestion des sites Natura 2000 sont régies par l'article 6 de la directive «Habitats», qui prévoit deux types de mesures. Le premier type de mesures (article 6, paragraphes 1 et 2) porte principalement sur la conservation et la gestion permanentes de tous les sites Natura 2000. Le deuxième type de mesures (article 6, paragraphes 3 et 4) prévoit une procédure d'évaluation et d'autorisation pour les plans ou projets susceptibles d'affecter de manière significative les sites Natura 2000.

L'article 6, paragraphes 1 et 2, de la directive «Habitats» impose aux États membres les obligations suivantes:

- établir les mesures de conservation positives qui répondent aux exigences écologiques des types d'habitats et des espèces présents sur les sites (article 6, paragraphe 1);
- prendre les mesures pour éviter toute détérioration des habitats ou les perturbations touchant les espèces pour lesquelles les zones ont été désignées (article 6, paragraphe 2).

En ce qui concerne la première obligation, les États membres sont tenus de définir des objectifs de conservation clairs pour chaque site Natura 2000 en fonction de l'état de conservation et des exigences écologiques des types d'habitats et des espèces d'intérêt communautaire que le site abrite. Les objectifs de conservation spécifiques aux sites définissent l'état souhaité des espèces et des types d'habitats présents sur un site donné afin que celui-ci puisse contribuer à l'objectif global d'un état de conservation favorable de ces espèces et types d'habitats aux niveaux national, biogéographique ou européen. Cet aspect est particulièrement important pour que les promoteurs, les planificateurs et les autorités intervenant dans les aménagements éoliens soient bien informés des objectifs en matière de conservation pour un site Natura 2000 déterminé, étant donné que les éventuels effets négatifs du plan ou du projet devront être évalués par rapport à ces objectifs.

La directive «Habitats» encourage les autorités responsables de la conservation de la nature à élaborer des plans de gestion Natura 2000 en étroite collaboration avec les acteurs locaux. Bien qu'ils ne soient pas obligatoires, ces plans peuvent être une source d'information très utile sur les espèces et les types d'habitats pour lesquels le site a été désigné, les objectifs de conservation du site et, le cas échéant, la relation avec d'autres formes d'utilisation des terres dans la zone. Ils décrivent également les mesures de conservation concrètes nécessaires à la réalisation des objectifs de conservation du site.

2.2.3 Approche pas à pas pour les projets de construction de parcs éoliens susceptibles d'affecter les sites Natura 2000

Les informations contenues dans ce chapitre sont principalement fondées sur les ressources suivantes:

- orientations de la Commission européenne, «Gérer les sites Natura 2000 – Les dispositions de l'article 6 de la directive "Habitats" (92/43/CEE)»;

- guide de conseils de la Commission européenne, «Évaluation des plans et projets ayant des incidences significatives sur des sites Natura 2000 – Guide de conseils méthodologiques de l'article 6, paragraphes 3 et 4, de la directive «Habitats» 92/43/CEE».

Ces documents d'orientation³⁷ fournissent des éclaircissements utiles pour l'interprétation et l'application de la législation.

La directive «Habitats» n'exclut pas a priori que des parcs éoliens soient aménagés dans des sites Natura 2000 ou adjacents à ceux-ci, mais ces aménagements requièrent une évaluation au cas par cas. L'article 6, paragraphes 3 et 4 (voir l'Encadré 2-1), définit une procédure d'évaluation et d'autorisation pas-à-pas à suivre en cas de plans ou de projets susceptibles d'affecter un ou plusieurs sites Natura 2000. Cette procédure s'applique tant aux plans ou projets situés sur un site Natura 2000 qu'aux plans ou projets situés hors d'un tel site, mais qui ont un éventuel effet important sur un site. Lors de la procédure d'autorisation d'un plan ou projet, les autorités nationales compétentes doivent veiller au bon déroulement de l'évaluation des incidences significatives liées aux plans ou projets éoliens. Il y a trois grandes étapes:

- **Phase 1: triage.** La première partie de la procédure consiste en une évaluation préliminaire («trriage») pour confirmer, en premier lieu, que le plan ou le projet est directement lié ou nécessaire à la gestion du site Natura 2000 et, en deuxième lieu, si ce n'est pas le cas, s'il est susceptible d'avoir un effet significatif sur le site (c'est-à-dire s'il n'est pas exclu qu'il ait un tel effet).
- **Phase 2: évaluation appropriée.** La deuxième partie de la procédure consiste à procéder à une évaluation appropriée des incidences sur le site eu égard aux objectifs de conservation du site. Cette évaluation doit indiquer s'il est possible de déterminer que le projet ou le plan ne portera pas atteinte à l'intégrité du site Natura 2000, individuellement ou en conjugaison avec d'autres plans et projets, en tenant compte d'éventuelles mesures d'atténuation.
- **Phase 3: dérogation à l'article 6, paragraphe 3, sous certaines conditions.** La troisième partie de la procédure régie par l'article 6, paragraphe 4, n'intervient que si, en dépit d'une évaluation négative, il est proposé de ne pas rejeter un plan ou un projet et de continuer à l'évaluer. Dans ce cas, l'article 6, paragraphe 4, prévoit des dérogations à l'article 6, paragraphe 3, sous certaines conditions, qui comprennent l'absence avérée de solutions alternatives et l'existence de raisons impératives d'intérêt public majeur justifiant la réalisation du projet. Dans ces conditions, l'adoption de mesures compensatoires nécessaires pour assurer la cohérence globale de Natura 2000 s'impose.

Chaque étape de la procédure dépend de l'étape précédente. Il est donc essentiel de suivre les étapes dans le bon ordre pour appliquer correctement l'article 6, paragraphes 3 et 4. La figure 2-1 présente un diagramme simplifié de cette procédure.

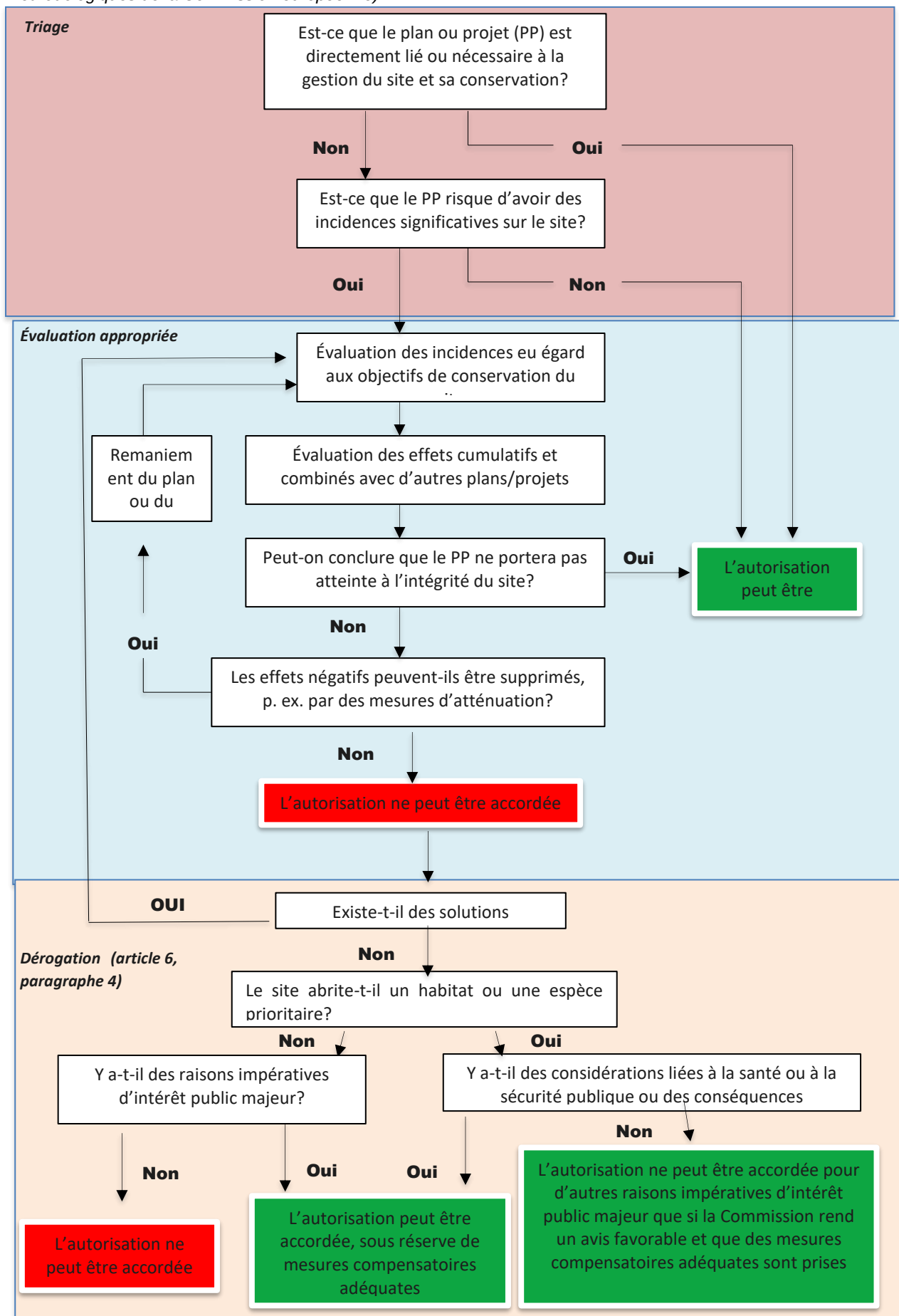
Encadré 2-1: article 6, paragraphes 3 et 4, de la directive «Habitats» 92/43/CEE

Article 6, paragraphe 3. *Tout plan ou projet non directement lié ou nécessaire à la gestion du site mais susceptible d'affecter ce site de manière significative, individuellement ou en conjugaison avec d'autres plans et projets, fait l'objet d'une évaluation appropriée de ses incidences sur le site eu égard aux objectifs de conservation de ce site. Compte tenu des conclusions de l'évaluation des incidences sur le site et sous réserve des dispositions du paragraphe 4, les autorités nationales compétentes ne marquent leur accord sur ce plan ou projet qu'après s'être assurées qu'il ne portera pas atteinte à l'intégrité du site concerné et après avoir pris, le cas échéant, l'avis du public.*

Article 6, paragraphe 4. *Si, en dépit de conclusions négatives de l'évaluation des incidences sur le site et en l'absence de solutions alternatives, un plan ou projet doit néanmoins être réalisé pour des raisons impératives d'intérêt public majeur, y compris de nature sociale ou économique, l'État membre prend toute mesure compensatoire nécessaire pour assurer que la cohérence globale de Natura 2000 est protégée. L'État membre informe la Commission des mesures compensatoires adoptées. Lorsque le site concerné est un site abritant un type d'habitat naturel et/ou une espèce prioritaires, seules peuvent être évoquées des considérations liées à la santé de l'homme et à la sécurité publique ou à des conséquences bénéfiques primordiales pour l'environnement ou, après avis de la Commission, à d'autres raisons impératives d'intérêt public majeur.*

³⁷Disponibles à l'adresse suivante: https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/guidance_en.htm

Figure 2-1: diagramme de la procédure prévue à l'article 6, paragraphes 3 et 4 (sur la base du guide de conseils méthodologiques de la Commission européenne)



2.2.3.1 Triage

Cette phase consiste à examiner la **probabilité qu'un projet ou un plan ait des incidences significatives** sur un site Natura 2000, individuellement ou en conjugaison avec d'autres plans et projets. S'il est possible que le projet ou le plan ait une incidence significative sur le site, une évaluation appropriée sera nécessaire conformément à l'article 6, paragraphe 3.

Le triage est une phase d'évaluation préalable. Il se fonde généralement sur les meilleures informations disponibles ou sur des avis d'expert, plutôt que d'exiger la collecte de nouveaux éléments de preuve détaillés. S'il n'existe pas suffisamment d'informations ou si elles ne sont pas immédiatement disponibles avant la prise d'une décision, des informations supplémentaires peuvent être demandées et, dans certains cas, des visites sur le terrain peuvent être utiles.

Le triage doit être effectué à un stade précoce, c'est-à-dire avant que tous les détails d'un plan aient été décidés ou que la conception d'un projet ait commencé, mais une fois que la localisation et la nature générale du projet sont connues. Il existe plusieurs **avantages d'un triage précoce**:

- il permet de réduire le risque de retards et de coûts supplémentaires ultérieurement, lors de l'examen des demandes d'autorisation;
- il permet une consultation précoce entre les promoteurs de projets, les autorités compétentes et les autres parties prenantes possédant les données et l'expertise nécessaires pour mettre à disposition les meilleures informations afin d'évaluer la probabilité d'incidences significatives;
- il permet au promoteur d'un plan ou d'un projet d'examiner de manière précoce les étapes suivantes requises sans devoir investir beaucoup de temps et d'argent;
- il permet au responsable d'un plan ou d'un projet de recenser et d'anticiper les risques éventuels, tant pour les sites Natura 2000 que pour le plan ou le projet lui-même, notamment en choisissant un autre site ou une autre conception pour le plan ou le projet afin d'éviter ou de réduire les effets potentiels ou en recueillant des données pour réaliser une évaluation sans délai.

L'**évaluation de triage** peut être différente pour les plans et les projets, en fonction de l'ampleur de l'aménagement concerné et des effets probables. Elle peut être réalisée en **quatre étapes**.

Déterminer si le projet ou le plan est directement lié ou nécessaire à la gestion d'un site Natura 2000
Décrire le projet ou le plan ainsi que ses facteurs d'incidence
Recenser les incidences possibles sur les sites Natura 2000 (le cas échéant), en tenant compte des effets potentiels du plan ou du projet, individuellement ou en conjugaison avec d'autres plans et projets
Évaluer si des incidences significatives probables sur le site Natura 2000 peuvent être exclues

L'Encadré 2-2 indique les plans et projets dans le domaine de l'énergie éolienne devant faire l'objet d'un triage.

Encadré 2-2: aménagements éoliens devant faire l'objet d'un triage

- Un plan ou un programme national ou régional d'aménagement de l'espace qui influencera les décisions de développement en ce qui concerne les projets éoliens
- La construction, l'exploitation et la maintenance d'un nouveau projet éolien
- Le démantèlement d'une installation éolienne existante
- La rénovation d'éoliennes existantes ou l'extension de la durée d'exploitation d'un projet éolien existant (lorsque les effets écologiques de cette extension n'ont pas été évalués)
- Le rééquipement d'un parc éolien existant au moyen de nouvelles éoliennes sur des fondations existantes ou nouvelles [conformément à l'article 2, point 10), de la directive révisée sur les énergies renouvelables (2018/2001)]³⁸

Le recensement des sites Natura 2000 qui pourraient être affectés par le plan ou le projet éolien nécessite d'examiner tous les aspects du projet ou plan susceptibles d'avoir des effets potentiels sur les sites

³⁸ «Rééquipement»: la rénovation des centrales électriques produisant de l'énergie renouvelable, notamment le remplacement total ou partiel des installations ou des systèmes et des équipements d'exploitation, dans le but d'en modifier la capacité ou d'augmenter l'efficacité ou la capacité de l'installation.

Natura 2000 dans la zone subissant l'influence du projet/plan, en tenant compte des caractéristiques (espèces, types d'habitats) pour lesquelles les sites sont désignés. Devraient être concernés :

- tous les sites Natura 2000 qui recoupent la zone géographique où se déroule toute action ou tout aspect du plan ou du projet, quelle qu'en soit la phase, ou qui lui sont adjacents;
- tous les sites Natura 2000 situés dans la zone probable subissant l'influence du plan ou du projet; tous les sites Natura 2000 situés dans les environs du projet ou du plan (ou à une certaine distance) qui pourraient être affectés indirectement par les actions ou les aspects du projet. Des exemples typiques liés aux projets éoliens sont l'aménagement et la présence de routes d'accès ou l'assèchement des zones humides ou des tourbières pour la construction d'éoliennes;
- les sites Natura 2000 situés dans les environs du projet ou du plan (ou à une certaine distance) qui abritent une faune pouvant se rendre dans la zone du projet puis mourir ou subir d'autres effets (par exemple, perte de zones d'alimentation ou de domaine vital);
- les sites Natura 2000 dont la connectivité ou la continuité écologique peuvent être affectées par le projet.

La distance par rapport à la zone du projet ou du plan jusqu'à laquelle les sites Natura 2000 doivent être pris en considération dépendra des caractéristiques du plan ou du projet et de la distance jusqu'à laquelle ses effets devraient se faire sentir. Certains projets ou plans qui n'affectent pas directement des sites Natura 2000 peuvent néanmoins avoir un effet important s'ils provoquent un effet de barrière ou s'ils empêchent les liens écologiques. C'est typiquement le cas pour les parcs éoliens en mer, susceptibles de provoquer un effet de barrière pour les oiseaux marins en quête de nourriture ou en cours de migration, même si les parcs éoliens sont situés à de grandes distances des sites Natura 2000 désignés pour la protection de ces oiseaux marins.

La réponse à la question de savoir si un plan ou un projet est **susceptible d'avoir un effet significatif** aura des conséquences pratiques et juridiques. Les plans ou les projets qui n'ont pas été considérés comme susceptibles d'avoir des incidences significatives peuvent être exécutés sans qu'il faille tenir compte des étapes ultérieures prévues à l'article 6, paragraphe 3. Toutefois, les autorités nationales compétentes doivent justifier et consigner les motifs de cette conclusion.

Néanmoins, si le projet ou le plan est susceptible d'affecter un site de manière significative, une évaluation appropriée devra être réalisée.

En cas de doute, c'est-à-dire s'il ne peut être exclu, sur la base d'informations objectives, qu'un projet ou un plan soit susceptible d'affecter un ou plusieurs sites Natura 2000 de manière significative, individuellement ou en conjugaison avec d'autres plans et projets, le plan ou le projet doit faire l'objet d'une évaluation appropriée.

2.2.3.2 Évaluation appropriée

L'objectif d'une évaluation appropriée est d'estimer l'incidence du plan ou du projet, individuellement ou en conjugaison avec d'autres plans et projets, au regard des objectifs de conservation du site. Les conclusions de cette évaluation doivent permettre aux autorités compétentes de déterminer si un plan ou projet portera atteinte à l'intégrité du site concerné. L'évaluation appropriée met donc spécifiquement l'accent sur les espèces et/ou les habitats pour lesquels le site Natura 2000 est désigné.

L'évaluation appropriée peut être coordonnée avec d'autres évaluations environnementales, ou intégrée à celles-ci, notamment l'évaluation des incidences sur l'environnement (EIE) pour les projets et l'évaluation environnementale stratégique (ou évaluation stratégique des incidences sur l'environnement – ESIE) pour les plans et programmes (voir le point 2.3).

Comme les processus d'EIE et d'ESIE, l'évaluation appropriée suppose généralement la présentation d'informations par le promoteur du plan ou du projet à l'autorité compétente, sous la forme d'un rapport d'évaluation. Si l'évaluation appropriée révèle d'éventuels effets négatifs, ou ne permet pas d'exclure de tels effets, elle implique également la proposition de mesures d'atténuation pour réduire les effets recensés.

Il incombe à l'autorité compétente d'aboutir à une conclusion quant aux effets du projet ou du plan sur l'intégrité d'un site Natura 2000.

Le processus d'évaluation comprend la collecte et l'évaluation d'informations provenant de multiples parties prenantes, dont les autorités nationales, régionales et locales chargées de la conservation de la nature et les

ONG concernées. Il est impératif que l'évaluation du plan ou du projet s'appuie sur des informations objectives et de bonne qualité et sur des données fiables, en utilisant une méthode scientifique fiable et appropriée. L'autorité compétente peut alors utiliser les informations soumises par le promoteur du projet ou du plan comme base de consultation avec des experts internes et externes et d'autres parties prenantes. Il est également possible que l'autorité compétente doive demander des informations complémentaires pour s'assurer que l'évaluation finale soit aussi complète et objective que possible. La procédure doit inclure la transmission d'informations au public et permettre la participation de celui-ci.

La réalisation de l'évaluation appropriée suppose les étapes suivantes:

- rassembler des informations sur le plan ou le projet et sur les sites Natura 2000 concernés;
- évaluer les incidences du plan ou du projet au regard des objectifs de conservation du site;
- déterminer si le plan ou le projet est susceptible de porter atteinte à l'intégrité du site;
- envisager des mesures d'atténuation (y compris un suivi).

Ces étapes peuvent devoir être mises en œuvre de manière itérative, certaines étapes étant répétées à la suite des résultats d'autres étapes.

L'évaluation doit recenser, compte tenu des meilleures connaissances scientifiques en la matière, tous les aspects du plan ou du projet pouvant, individuellement ou en conjugaison avec d'autres plans et projets, affecter les objectifs de conservation du site. L'évaluation des incidences doit se fonder sur des critères objectifs et, si possible, quantifiables, pour donner une estimation aussi précise que possible. L'évaluation doit également indiquer clairement la base de ces prédictions et la consigner dans le rapport d'évaluation correspondant.

L'évaluation doit tenir compte des incidences possibles de l'ensemble du projet ou plan en question, y compris toutes les activités qu'il comporte dans les différentes phases (préparation, construction, exploitation et, le cas échéant, démantèlement), ce qui nécessite un recensement et une différenciation par type d'incidences, y compris les effets directs et indirects, temporaires ou permanents, à court terme ou à long terme et les effets cumulatifs. L'évaluation appropriée implique l'examen de tous les aspects du plan ou du projet susceptibles d'affecter de manière significative le site Natura 2000 lors de la phase de triage. Dans ce contexte, chaque aspect du plan ou projet doit être examiné tour à tour et ses effets potentiels doivent être analysés au regard de chaque espèce ou type d'habitat pour lesquels le site a été désigné. Ensuite, l'évaluation doit examiner les effets des différentes caractéristiques dans le contexte du plan ou du projet dans son ensemble, et les uns par rapport aux autres pour recenser les interactions entre eux.

L'évaluation effectuée au titre de l'article 6, paragraphe 3, de la directive «Habitats» doit comporter des constatations et des conclusions complètes, précises et définitives compte tenu des meilleures connaissances scientifiques en la matière. Elle doit permettre de dissiper tout doute raisonnable du point de vue scientifique en ce qui concerne les effets des travaux proposés sur le site protégé concerné (voir l'annexe C pour les approches en matière de bonnes pratiques destinées à faire face aux incertitudes typiquement rencontrées lors de l'évaluation des projets éoliens). Les conclusions de l'évaluation appropriée doivent clairement porter sur l'intégrité du site. Si l'évaluation conclut que le projet ou le plan portera atteinte à l'intégrité du site, elle doit préciser les aspects pour lesquels, à la suite de la prise de mesures d'atténuation, il pourrait subsister des effets négatifs résiduels. Ce point sera important si le plan ou le projet est examiné au titre de la procédure dérogatoire prévue à l'article 6, paragraphe 4.

Lorsque l'évaluation appropriée est achevée, il est de bonne pratique d'élaborer un rapport qui:

- décrit le projet ou le plan de façon suffisamment détaillée, afin que le grand public puisse en appréhender la nature, l'échelle et les objectifs;
- décrit les conditions de départ du site Natura 2000;
- recense les effets négatifs du projet ou du plan sur le site Natura 2000;
- explique de quelle manière ces effets seront évités ou suffisamment réduits grâce à des mesures d'atténuation;
- fixe un calendrier et énumère les mécanismes qui permettront d'assurer l'adoption, la mise en œuvre et le suivi des mesures d'atténuation.

Le résultat de l'évaluation appropriée et les conclusions du rapport devraient faire partie de la procédure d'autorisation ou de toute autre décision prise au sujet du plan ou du projet considéré.

Il appartient aux autorités compétentes, à la lumière des conclusions de l'évaluation appropriée quant aux incidences d'un plan ou d'un projet sur le site Natura 2000 concerné, d'approuver le plan ou le projet en question. Cette décision ne peut être prise qu'une fois que lesdites autorités auront établi avec certitude que le plan ou le projet ne portera pas atteinte à l'intégrité du site. C'est le cas lorsqu'il ne subsiste aucun doute raisonnable du point de vue scientifique quant à l'absence d'une telle atteinte. Aussi, lorsque subsiste une incertitude quant à l'absence d'atteinte à l'intégrité dudit site liée au plan ou au projet considéré, l'autorité compétente doit refuser la demande d'autorisation.

2.2.3.3 Dérogations au titre de l'article 6, paragraphe 4

Les autorités compétentes ne peuvent approuver les plans ou projets pour lesquels une évaluation appropriée n'a pas permis d'exclure une atteinte à l'intégrité des sites concernés qu'en accordant une dérogation au titre de l'article 6, paragraphe 4. Ces dispositions fixent trois exigences essentielles qui doivent être respectées et documentées:

- la solution proposée pour autorisation est la moins néfaste pour les habitats, pour les espèces et pour l'intégrité du ou des sites Natura 2000, indépendamment des considérations économiques; il n'existe aucune autre solution réaliste qui ne porterait pas atteinte à l'intégrité du site;
- il existe des raisons impératives d'intérêt public majeur, «y compris de nature sociale ou économique»;
- toutes les mesures compensatoires nécessaires à la protection de la cohérence globale de Natura 2000 sont prises.

Des informations détaillées sur les dispositions de cet article figurent dans le guide de conseils de l'article 6, paragraphes 3 et 4, de la directive «Habitats» de la Commission européenne³⁹.

2.2.4 Dispositions relatives à la protection des espèces

Les informations contenues dans ce chapitre sont principalement fondées sur le document d'orientation de la Commission européenne sur la protection stricte des espèces animales d'intérêt communautaire en vertu de la directive «Habitats» 92/43/CEE⁴⁰.

Le deuxième groupe de dispositions des directives relatives à la conservation de la nature concerne la protection de certaines espèces dans toute leur aire de répartition naturelle au sein de l'Union, c'est-à-dire sur les sites Natura 2000 et en dehors de ceux-ci. Ces mesures de protection des espèces s'appliquent aux espèces figurant à l'annexe IV de la directive «Habitats» et à toutes les espèces d'oiseaux sauvages vivant dans l'UE. Les conditions précises de cette protection sont énoncées à l'article 5 de la directive «Oiseaux», ainsi qu'à l'article 12 (pour les animaux) et à l'article 13 (pour les végétaux) de la directive «Habitats».

En substance, ces dispositions imposent aux États membres d'interdire:

- la capture ou la mise à mort intentionnelle de ces espèces;
- leur perturbation intentionnelle durant la période de reproduction, de dépendance, d'hibernation et de migration;
- la détérioration ou la destruction des sites de reproduction ou des aires de repos;
- la destruction intentionnelle des nids ou des œufs, ou le déracinage ou la destruction de plantes protégées.

Des dérogations aux dispositions relatives à la protection des espèces ne sont accordées que dans certains cas, par exemple dans l'intérêt de la santé et de la sécurité publiques ou pour des raisons impératives d'intérêt public majeur, à condition qu'il n'existe pas d'autre solution satisfaisante et que les conséquences de ces

³⁹ https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/art6/natura_2000_assess_fr.pdf

⁴⁰ Disponible à l'adresse suivante:

https://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/species/guidance/pdf/guidance_fr.pdf

déroations ne soient pas incompatibles avec les objectifs généraux des directives. Les conditions d'application des dérogations sont définies à l'article 9 de la directive «Oiseaux» et à l'article 16 de la directive «Habitats».

Les dispositions relatives à la protection des espèces présentent une pertinence élevée pour les projets éoliens. Elles visent par exemple à faire en sorte que tout nouveau projet n'entraîne pas la destruction des aires de reproduction et de repos des espèces figurant à l'annexe IV de la directive «Habitats» ou la mise à mort ou la blessure de tout oiseau sauvage, sauf si une dérogation a été accordée par les autorités compétentes conformément aux directives.

2.3 Rationalisation avec les processus d'évaluation environnementale stratégique (ESIE) et d'évaluation des incidences sur l'environnement (EIE)

Outre l'évaluation appropriée prévue à l'article 6, paragraphe 3, de la directive «Habitats», les plans ou projets éoliens seront souvent soumis à la directive ESIE⁴¹ ou à la directive EIE⁴².

Intégrer et coordonner les procédures d'évaluation environnementale définies dans ces actes législatifs de l'UE permet d'améliorer l'efficacité des procédures administratives. Il est important de comprendre les ressemblances et les différences entre les dispositions de chaque directive.

En vertu de l'article 2, paragraphe 3, de la directive EIE, les États membres veillent à ce que les projets pour lesquels l'obligation d'effectuer une évaluation des incidences sur l'environnement découle simultanément de cette directive et de la directive «Habitats» soient soumis à des procédures coordonnées et/ou communes prévues par l'une des directives ou par les deux. La coordination ou la combinaison des procédures d'évaluation environnementale appliquées à un projet pour éviter les chevauchements et les doubles emplois, la recherche de synergies et la réduction maximale des délais d'autorisation sont désignées sous le terme de «rationalisation». La Commission a publié un document d'orientation sur la rationalisation des évaluations environnementales visées à l'article 2, paragraphe 3, de la directive sur l'évaluation des incidences sur l'environnement⁴³. La directive ESIE comporte des dispositions similaires pour la rationalisation des évaluations environnementales.

Dans tous les cas, il est essentiel que les informations nécessaires à chaque évaluation et ses conclusions restent clairement reconnaissables et identifiables dans le rapport d'évaluation des incidences sur l'environnement, de sorte qu'elles puissent être distinguées des informations destinées aux EIE ou aux ESIE générales. Il s'agit d'une nécessité, car il existe plusieurs différences importantes entre les procédures d'EIE/d'ESIE et les procédures d'évaluation appropriée, en particulier le fait que les résultats de l'évaluation appropriée sont contraignants pour l'autorisation d'un plan ou d'un projet. Cela signifie qu'une EIE ou une ESIE ne peut remplacer ni se substituer à une évaluation appropriée, car aucune de ces procédures ne l'emporte sur l'autre.

⁴¹ Directive 2001/42/CE du Parlement européen et du Conseil du 27 juin 2001 relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement.

⁴² Directive 2011/92/UE du Parlement européen et du Conseil du 13 décembre 2011 concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement, telle que modifiée par la directive 2014/52/UE.

⁴³ Communication de la Commission – Document d'orientation de la Commission sur la rationalisation des évaluations environnementales menées au titre de l'article 2, paragraphe 3, de la directive concernant l'évaluation des incidences sur l'environnement (directive 2011/92/UE du Parlement européen et du Conseil, telle que modifiée par la directive 2014/52/UE) (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=OJ:C:2016:273:TOC>).

3. APPROCHE ET PRINCIPES GÉNÉRAUX LORS DU TRIAGE ET DE L'ÉVALUATION APPROPRIÉE

L'objectif du présent chapitre est de fournir des orientations et des bonnes pratiques sur certaines questions générales qui peuvent se poser lors des procédures de triage et d'évaluation appropriée, telles que l'évaluation du caractère significatif des effets, la délimitation du champ de l'évaluation et la définition de la situation de référence. Il aborde également les questions liées à l'incertitude, aux effets cumulatifs et à la consultation des parties prenantes.

3.1 Caractère significatif des effets probables

L'article 6, paragraphe 3, de la directive «Habitats» fait référence à la nécessité d'évaluer si un plan ou un projet est susceptible d'affecter de manière significative un site Natura 2000. Le triage consiste à évaluer si un plan ou un projet est susceptible d'affecter le site de manière significative. Si des effets significatifs ne peuvent être exclus avec certitude, une évaluation appropriée est nécessaire. L'évaluation appropriée consiste à évaluer les effets probables sur le site Natura 2000 au regard des objectifs de conservation fixés pour ce dernier et à déterminer si la mise en œuvre du plan ou du projet est susceptible de porter atteinte ou portera atteinte à l'intégrité du site.

L'une des principales difficultés rencontrées lors de l'évaluation d'un plan ou d'un projet réside dans la manière de comprendre et de déterminer quand un effet est significatif ou non.

Il est tout d'abord nécessaire d'examiner le type et l'ampleur des effets («affecter de manière significative»), puis de se pencher sur les causes susceptibles de créer de tels effets («susceptible d'affecter..., individuellement ou en conjugaison avec»). La réponse à la question de savoir si un plan ou un projet est susceptible d'affecter un site de manière significative a des retombées pratiques et juridiques. Ainsi, quand un plan ou un projet est proposé, il est important, en premier lieu, que cet aspect essentiel soit pris en considération et, en second lieu, que cette prise en considération résiste à l'examen des scientifiques des experts. Les mesures de protection prévues à l'article 6, paragraphe 3, sont déclenchées quand il y a non pas certitude, mais probabilité d'effets significatifs. Les mesures d'atténuation ne peuvent être prises en considération à ce stade. Il faut également tenir compte des effets transfrontières (Commission européenne, 2019).

Le caractère significatif varie en fonction de facteurs tels que l'ampleur des effets, mais aussi leur type, leur étendue, leur durée, leur intensité, le moment où ils surviennent, leur probabilité, l'existence d'effets cumulatifs et la vulnérabilité des habitats et espèces concernés.

Les effets généralement pris en considération lors de l'évaluation du caractère significatif sont les suivants:

- **Perte directe d'habitat:** réduction de l'étendue d'un habitat à la suite d'une destruction physique (c'est-à-dire en raison de l'élimination de cet habitat ou de la mise en place de matériaux de construction ou de sédiments); perte d'aires de reproduction, de ravitaillement et de repos pour les espèces.
- **Dégradation des habitats:** détérioration ou diminution de la qualité de l'habitat, par exemple en raison de la diminution de l'abondance des espèces caractéristiques ou de la modification de la structure des communautés (composition des espèces); détérioration des aires de reproduction, de ravitaillement et de repos pour les espèces.
- **Fragmentation des habitats:** modification des aires de répartition des habitats et des espèces concernés, par exemple le fractionnement d'une zone contiguë d'habitat en deux ou plusieurs petites zones isolées, créant une barrière entre les fragments d'habitats.
- **Perturbations des espèces:** modification des conditions environnementales (par exemple, bruit, fréquence de passage de personnes et de véhicules, augmentation des dépôts de sédiments en suspension ou des dépôts de poussières); les perturbations peuvent par exemple être à l'origine du déplacement d'individus d'une espèce, de modifications dans le comportement des espèces ou d'un risque de mortalité.
- **Effets indirects:** modification indirecte de la qualité de l'environnement (y compris de l'hydrologie).

Pour les aménagements éoliens, les types d'effets supplémentaires courants sont l'effet de barrière et le risque de collision.

Parmi les sources d'information permettant de déterminer le caractère significatif des effets peuvent figurer des éléments factuels provenant d'opérations similaires sur des sites ayant des objectifs de conservation analogues et des avis d'experts fondés sur les éléments de preuve disponibles. Toutefois, l'évaluation doit tenir compte des circonstances locales, site par site, pour déterminer les aspects qui peuvent être significatifs pour un site, mais pas pour un autre.

La notion de ce qui est «significatif» doit être interprétée objectivement. Le caractère significatif des effets devrait être déterminé en fonction des caractéristiques spécifiques et des conditions environnementales du site protégé concerné par le plan ou projet, en prêtant une attention particulière aux objectifs de conservation et aux caractéristiques écologiques du site (Commission européenne, 2019).

Une évaluation des effets significatifs doit être fondée sur une bonne base scientifique (y compris les meilleures méthodes et connaissances disponibles) et sur des données fiables, suivre une démarche prudente et, le cas échéant, prendre en considération l'avis des parties prenantes telles que les ONG, les organismes chargés de la conservation de la nature ou les chercheurs.

L'évaluation doit appliquer le principe de proportionnalité, être compatible avec le principe de précaution et tenir compte des éléments suivants:

- la nature, la taille et la complexité du plan ou du projet;
- les effets escomptés; et
- la vulnérabilité et le caractère irremplaçable des habitats et des espèces protégés par l'UE touchés par le plan ou le projet.

Adopter une approche proportionnée consiste à évaluer les effets significatifs sur l'ensemble des habitats et espèces protégés par l'UE touchés par le plan ou le projet et à éviter ou réduire efficacement ces effets sans entraîner de coûts excessifs (Smeeton et George, 2014).

À plusieurs reprises, la Cour de justice de l'Union européenne s'est penchée, dans le cadre de ses arrêts, sur la question de savoir quels sont les effets des plans ou projets qui constituent des effets significatifs. Dans le contexte de la directive EIE, elle a récemment (2017) considéré comme significatifs des effets potentiels sur des espèces protégées par la directive «Habitat» (ou par le droit national)⁴⁴.

Des informations plus détaillées sur la manière d'évaluer le caractère significatif figurent aux chapitres 4.2 (aménagements éoliens terrestres) et 6 (aménagements éoliens en mer) des présentes orientations, dans les sous-chapitres spécifiques pour les habitats et les différents groupes d'espèces.

3.2 Définition du contenu, de la zone et de la durée de l'évaluation (délimitation du champ)

Les évaluations requièrent la collecte de données de référence propres au contexte du plan ou du projet concerné. Il est important que l'autorité nationale compétente pour un plan et le promoteur d'un projet collaborent avec les parties prenantes clés pour évaluer le champ de l'évaluation sur la base d'avis d'experts. Le champ convenu doit définir les informations qui doivent être incluses dans l'évaluation en ce qui concerne les habitats et espèces protégés par l'UE, les sites Natura 2000, les voies d'action et les effets, ainsi que les plans et les projets qui pourraient avoir une action conjuguée (voir le chapitre 3.4 sur les effets cumulatifs).

L'établissement des conditions de départ pour les projets éoliens peut prendre plus de 12 mois. Par exemple, pour tenir compte des variations de facteurs tels que les conditions météorologiques et la disponibilité de nourriture, dont on sait qu'ils ont une forte influence sur l'abondance d'espèces très mobiles telles que les oiseaux marins, des enquêtes de référence mensuelles peuvent être requises sur une période continue de 24 mois. Pour les espèces sédentaires ou les habitats qui ne sont pas très dynamiques, des enquêtes de référence sur une seule période de 12 mois peuvent suffire pour couvrir la variation saisonnière.

⁴⁴ C-461/17, Holohan e.a., EU:C:2018:883, [2018] Recueil de la jurisprudence (Recueil – général); rappelant l'arrêt du 24 novembre 2011, Commission/Espagne (Alto Sil/ours brun) et C- 404/09, EU:C:2011:768, point 86.

Dans tous les cas, le calendrier des projets éoliens tient compte de la nécessité de collecter des données de référence sur une période suffisante, couvrant les aspects saisonniers des comportements (reproduction, migration, hibernation) le cas échéant. Les données de référence doivent enregistrer les conditions environnementales dans le scénario où le plan ou le projet n'est pas mis en œuvre, c'est-à-dire avant toute activité de préconstruction ou de construction, qui pourrait sensiblement modifier les conditions de départ. Le calendrier du plan ou du projet doit également tenir compte du fait que les données écologiques peuvent n'être valides que pendant une certaine période et que les autorités nationales compétentes peuvent n'accepter la validité des données aux fins d'une ESIE, d'une EIE ou d'une évaluation appropriée que si ces données sont recueillies au cours d'une certaine période précédant l'évaluation⁴⁵.

Le chapitre 4.2 (aménagements éoliens terrestres) et le chapitre 6 (aménagements éoliens en mer) présentent des analyses des effets significatifs probables liés à des aménagements éoliens sur les espèces et les habitats protégés par l'UE. Il s'agit notamment d'examiner le paramètre essentiel de la distance (au sein de laquelle les effets peuvent être mesurables) et le domaine vital des espèces mobiles.

Les effets d'un aménagement tel que des éoliennes doivent être étudiés tout au long de son cycle de vie. Ces effets peuvent être considérables et pourraient avoir des conséquences sur des habitats et des espèces protégés par l'UE éloignés du site du plan ou du projet. La zone étudiée (cadre spatial de référence) doit donc être définie de manière à englober l'ensemble de la zone géographique au sein de laquelle toutes les activités et tous les effets du plan ou du projet sont susceptibles d'avoir lieu.

En fonction des effets susceptibles de survenir à la suite du plan ou du projet, la zone étudiée peut être étendue pour couvrir des caractéristiques environnementales à une échelle terrestre, maritime ou écosystémique plus large, par exemple un bassin hydrographique. La zone étudiée peut changer au cours de l'évaluation si des informations supplémentaires sont reçues ou sont nécessaires pour étayer l'évaluation ou la planification des mesures d'atténuation, ou si le suivi à long terme requiert des sites de contrôle (Gullison et al., 2015).

Il est également nécessaire de définir la durée (cadre de référence temporel) de l'évaluation. Les effets sur les espèces protégées par l'UE peuvent survenir pendant une certaine période après le début et/ou la fin du plan ou du projet (Encadré 3-1). La durée devrait être suffisamment longue pour prendre en considération les conditions de départ passées, présentes et futures (probables), la période totale pendant laquelle les effets seront susceptibles de se produire, les effets escomptés du changement climatique sur les conditions environnementales et les habitats et espèces protégés par l'UE, ainsi que toute évolution future prévisible, en ce qui concerne les plans d'aménagement de l'espace et/ou les avis d'experts.

Enfin, lors de la définition de la zone et de la durée de l'évaluation, il convient également de tenir compte des effets cumulatifs potentiels (voir le chapitre 3.4).

Encadré 3-1: exemples de scénarios nécessitant une période d'évaluation de longue durée

Exemple 1. Les espèces à longue durée de vie telles que les grands oiseaux de proie migrateurs qui retournent en Europe et ne se reproduisent qu'après avoir atteint l'âge de trois ou quatre ans. La perte d'individus immatures en raison de la mortalité par collision avec une éolienne peu après que les oiseaux ont pris leur envol ou pendant leur migration ne peut se mesurer dans la population de reproduction que lorsque les adultes reproducteurs ne sont pas remplacés par

⁴⁵ Les lignes directrices britanniques sur les études concernant les chauves-souris (Collins, 2016) indiquent que la durée de validité des données d'une étude doit être décidée au cas par cas et dépend d'un certain nombre de questions telles que:

- Les études originales ont-elles été réalisées selon les lignes directrices conformes aux bonnes pratiques?
- Les études originales ont-elles été entravées d'une quelconque manière (au niveau des délais, des conditions météorologiques, de l'équipement utilisé, du nombre d'enquêteurs, de l'expertise des enquêteurs, etc.)?
- Les résultats des études originales confirment-ils les conclusions initiales et sont-ils toujours pertinents?
- La nature du site ou de la zone avoisinante a-t-elle changé depuis les études originales (par exemple, une structure s'est-elle détériorée et est-elle moins adaptée en tant que gîte, ou l'occupation humaine a-t-elle cessé, rendant la structure plus adaptée en tant que gîte)?
- Des études supplémentaires sont-elles susceptibles de fournir des informations importantes pour prendre une décision (telle que l'autorisation de planification) ou pour la conception de mesures d'atténuation, ou contiennent-elles des conseils spécifiques liés à une activité proposée?

des oiseaux en âge de procréer revenant sur le lieu de reproduction. Cette situation peut ne survenir que trois à quatre ans après la mise en route du projet, mais subsistera après l'arrêt de l'exploitation de celui-ci.

Bonnes pratiques:

En tenant compte des objectifs de conservation du site Natura 2000, évaluer les conséquences de la mortalité par collision avec une éolienne sur la population, à partir du début du projet ou du plan jusqu'à ce que l'effet ne soit plus censé se produire.

Exemple 2. L'augmentation du niveau de la mer causé par le changement climatique réduira l'étendue d'un habitat côtier dans les 25 prochaines années.

La perte de cet habitat côtier due à l'empreinte des fondations des éoliennes peut être prévue au moment de la construction. Le caractère significatif de la perte d'habitat au cours d'une phase d'exploitation de 25 ans pour le plan ou le projet considéré peut être bien plus important si l'on tient compte de la perte consécutive à l'augmentation du niveau de la mer. Cet aspect est particulièrement important si la mise en œuvre du projet peut empêcher la prise de mesures de gestion liées au changement climatique, par exemple le réaligement géré de la côte.

Bonnes pratiques:

En tenant compte des objectifs de conservation du site Natura 2000, évaluer la perte d'habitat liée à l'empreinte du plan ou projet, combinée à la perte ou au gain d'habitat attendu, selon des prévisions scientifiquement fondées, au sein du site Natura 2000 dans différents scénarios d'élévation du niveau de la mer causée par le changement climatique.

Exemple 3. Formation d'une communauté de récifs sur les fondations d'éoliennes dans les eaux marines.

L'établissement de communautés sur des structures artificielles et, partant, d'autres espèces marines, est un processus dynamique qui peut prendre de nombreuses années et que des facteurs tels que la baisse de la pression de pêche viennent compliquer. Ces effets sont susceptibles d'apparaître tout au long de la phase opérationnelle d'un plan ou d'un projet d'aménagement éolien. Si les fondations et/ou les matériaux, par exemple des enrochements, sont laissés sur place après le démantèlement, les effets, positifs ou négatifs, peuvent alors également perdurer indéfiniment.

Bonnes pratiques:

Recenser les conséquences trophiques potentielles du développement de récifs par rapport aux caractéristiques écologiques ou à la fonction du site Natura 2000, et évaluer les effets probables. Réaliser un suivi, non seulement pour décrire la colonisation, mais aussi pour évaluer les conséquences pour des groupes tels que les mammifères marins, afin que des décisions éclairées puissent être prises ultérieurement au sujet du démantèlement.

Examiner si le développement de communautés benthiques⁴⁶ sur les substrats mis en place (par exemple, les enrochements) contribue de manière positive à la biodiversité et à la fonction écosystémique ou à la dégradation de l'habitat naturel. Cet examen dépendra en partie du contexte historique, par exemple s'il y a eu ou non une perte antérieure d'habitats à substrats durs.

Envisager de surveiller les espèces non indigènes envahissantes qui peuvent coloniser les structures dures, car celles-ci colonisent généralement le nouveau substrat plus rapidement que les espèces indigènes.

3.3 Établir une situation de référence

Les informations de référence requises doivent être proportionnées aux besoins de l'évaluation. Ainsi, les informations de référence seront moins détaillées pour le triage que pour l'évaluation appropriée. Il est souvent possible de fonder la décision de triage sur des documents publiés et sur la consultation des organismes de conservation de la nature concernés.

La situation de référence décrit le contexte écologique du lieu du plan ou du projet, les sites Natura 2000 concernés et les liens entre le plan ou le projet et les sites en question. L'Encadré 3-2 donne des exemples d'informations de référence écologiques pertinentes. L'Encadré 3-3 donne des exemples de sources

⁴⁶ La communauté d'organismes vivant sur ou dans les fonds marins ou le fond d'une rivière, d'un lac ou d'un cours d'eau, ou à proximité de ceux-ci, également appelée zone benthique.

d'information existantes et de données supplémentaires provenant d'études qui constituent la base de chaque évaluation appropriée⁴⁷.

Encadré 3-2: exemples d'informations de référence écologiques pertinentes

- Taille et tendances de la population, niveau d'isolement, caractère saisonnier, structure des classes d'âge et état de conservation⁴⁸
- Zone d'habitat, degré de fragmentation et d'isolement et état de conservation
- Relations biologiques et écologiques entre les habitats et les espèces (par exemple, l'analyse du domaine vital)
- Pratiques de gestion des terres et des mers, par exemple, rotation des cultures, brûlage saisonnier de la végétation et zones d'interdiction de la pêche
- Caractéristiques environnementales qui relient le lieu du plan ou le projet et les sites Natura 2000, par exemple courants des rivières ou des marées

Encadré 3-3: exemples de sources d'information essentielles pour les analyses d'impact

- Formulaire standard des données Natura 2000

Le formulaire standard des données, disponible pour chaque site Natura 2000, contient des informations sur les espèces et les types d'habitats protégés par l'UE pour lesquels le site a été désigné et fournit une évaluation générale de l'état de chaque espèce ou de chaque type d'habitat sur ce site (noté de A à D).

Il contient des informations sur la superficie, la représentativité et l'état de conservation des habitats présents sur le site, ainsi qu'une évaluation globale de la valeur du site au regard de la conservation des types d'habitats naturels concernés. Pour les espèces présentes sur le site, il fournit des informations sur leur population, leur statut (espèce résidente, espèce reproductrice, espèce hivernante, espèce migratrice) et la valeur du site pour les espèces en question.

Il comporte également des informations contextuelles pertinentes sur le site, notamment:

- les caractéristiques générales, la qualité et l'importance du site;
 - la vulnérabilité (pressions exercées sur le site par l'être humain ou autres influences et fragilité des habitats et des écosystèmes);
 - l'ensemble des activités humaines et processus naturels susceptibles d'influer sur la conservation et la gestion du site, que ce soit positivement ou négativement;
 - l'organisme de gestion responsable du site;
 - les plans de gestion des sites et la pratique en la matière, notamment les activités humaines traditionnelles;
 - une carte du site.
- Plans de gestion des sites
- Lorsqu'ils sont disponibles, les plans de gestion Natura 2000 peuvent fournir des informations sur les objectifs de conservation des sites, sur la localisation et l'état des espèces et des habitats présents sur le site, sur les menaces qui pèsent sur eux et sur les mesures de conservation nécessaires pour améliorer leur état de conservation, qui peuvent être utiles pour l'étape de triage et pour l'évaluation appropriée.
- Visualisateur Natura 2000 (<http://natura2000.eea.europa.eu/>) et base de données publique Natura 2000 http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/data/index_en.htm
 - Cartes de sensibilité de la faune et de la flore sauvages
 - Cartes et images aériennes actuelles et historiques, informations provenant d'études géologiques et hydrogéologiques, informations provenant des autorités nationales compétentes, des organismes de conservation de la nature, des ONG, des ESIE, EIE et évaluations appropriées achevées, des bases de données sur les parcs éoliens et d'autres organisations disposant d'experts en la matière⁴⁹

⁴⁷ Le niveau d'informations généralement pris en considération à chaque étape du processus d'évaluation appropriée est résumé à l'annexe C.

⁴⁸ Pour un certain nombre de taxons tels que les chauves-souris et les mammifères marins, cela ne peut se faire que dans la mesure du possible. Par exemple, pour les chauves-souris, la taille de la population et la structure des classes d'âge sont des mesures essentielles, et un manque de données empêche des évaluations fiables de la majorité des sites pour l'instant. Toutefois, les calculs de la taille de la population nécessiteraient que les promoteurs de parcs éoliens augmentent considérablement leurs investissements, étant donné que d'autres techniques spécifiques de collecte de données de référence seraient nécessaires, comme la localisation des gîtes par radiopistage, le comptage des animaux, le piégeage, etc. On s'attend à ce que davantage d'informations soient progressivement disponibles au cours des prochaines années (voir par exemple une étude à l'échelle du Royaume-Uni: <https://www.bats.org.uk/our-work/national-bat-monitoring-programme/british-bat-survey>).

⁴⁹ Voir, par exemple, The Wind Power (https://www.thewindpower.net/store_windfarms_view_all_fr.php) et 4C Offshore (<https://www.4coffshore.com/offshorewind/>).

- Données et rapports issus des projets de recherche financés par l'UE, ainsi que d'autres publications de recherche et banques de données provenant d'universités, d'ONG ou de l'industrie. À titre d'exemple, les données télémétriques, provenant notamment des projets LIFE, peuvent être très utiles. Movebank ⁵⁰ (<https://www.movebank.org/>) est une banque de données intéressante
- Plans pertinents, cartes actuelles et historiques, informations provenant d'études géologiques et hydrogéologiques existantes, et informations issues d'études écologiques existantes disponibles auprès d'organisations du secteur, de promoteurs, de propriétaires terriens, de gestionnaires de sites ou d'organismes et organisations de conservation de la nature
- Rapports environnementaux stratégiques et au niveau des projets, et rapports d'évaluation des incidences sur l'environnement, rapports d'évaluation appropriée et autres éléments de preuve documentaires lorsque des plans et projets ont été évalués par le passé
- Enquêtes de terrain supplémentaires sur les habitats et/ou les espèces si les données existantes à ce sujet (par exemple, zone d'habitat ou taille de la population) ne fournissent pas suffisamment de détails (voir l'Encadré 3-2)

Il existe trois étapes clés pour définir une situation de référence pertinente:

Premièrement, il est important de commencer par réaliser un *examen documentaire*. Cet examen recensera les habitats et espèces protégés par l'UE pour lesquels le(s) site(s) Natura 2000 a (ont) été désigné(s) au sein de la zone couverte par l'étude. Il comprend la compilation et l'évaluation des informations existantes sur ces habitats et ces espèces, ainsi que sur les caractéristiques environnementales et écologiques situées en dehors des limites du site désigné qui peuvent être liées aux objectifs de conservation du (des) site(s).

Deuxièmement, il est considéré comme une bonne pratique, en particulier pour les projets terrestres, de prévoir une *visite de reconnaissance sur le site* par un écologiste expérimenté et dûment qualifié. La visite de reconnaissance sur le site peut notamment inclure des entretiens avec les utilisateurs et gestionnaires de terres locaux afin de mieux comprendre les pratiques saisonnières susceptibles d'influencer la biodiversité sur le site (par exemple, le recours aux incendies pour brûler les prairies en automne afin de générer une nouvelle croissance au printemps suivant). L'Encadré 3-4 résume les points essentiels à vérifier lors de la visite de reconnaissance sur le site.

Encadré 3-4: liste de vérification pour la visite de reconnaissance sur le site en ce qui concerne les aménagements éoliens terrestres

- Les informations de référence sont-elles à jour? Y a-t-il eu par exemple une diminution de la superficie des habitats à l'origine de la désignation en raison de l'érosion côtière, existe-t-il de nouvelles zones d'habitat créées par les pratiques de gestion des terres telles que la sylviculture, ou y a-t-il des éléments indiquant une évolution du nombre de couples reproducteurs dans une colonie d'oiseaux marins d'une espèce à l'origine de la désignation?
- Existe-t-il de nouvelles zones ayant une importance pour les habitats et les espèces protégés par l'UE? Par exemple, existe-t-il de nouveaux gîtes ou de nouveaux terrains de chasse pour les oiseaux/chauves-souris à l'intérieur ou au-delà des limites d'un site Natura 2000?
- La zone couverte par l'étude est-elle appropriée? Sur la base des éléments qui précèdent, cette zone couvre-t-elle l'ensemble de la zone qui pourrait être touchée par le plan ou le projet?
- Les parties prenantes locales ont-elles été consultées? La consultation peut être cruciale lorsqu'il existe une variation saisonnière importante de l'abondance de la biodiversité et/ou lorsqu'il existe des pratiques saisonnières en matière de gestion des terres telles que le brûlage de la végétation ou la chasse.
- Quelles sont les contraintes auxquelles les travaux d'études sont confrontés? Par exemple, existe-t-il un accès sécurisé, y a-t-il une visibilité claire pour les enquêtes visuelles et les pratiques saisonnières de gestion des terres fausseront-elles les résultats? La visite de reconnaissance sur le site et la consultation des parties prenantes locales permettront de déterminer les contraintes et de recenser les approches méthodologiques adaptées pour les études, ainsi que les sites où les données devront être recueillies.

⁵⁰ En Grèce, de nombreux promoteurs ou consultants utilisent déjà cette base de données en ligne lors du processus d'EIE (voire avant le début du processus). Le champ «carte des données de suivi» inclut plusieurs projets dont les données sont disponibles (certaines d'entre elles sont disponibles en ligne; pour d'autres, il faut contacter l'administrateur). Les données concernent la localisation/les vols d'oiseaux équipés d'émetteurs GPS.

Troisièmement, lorsqu'il existe des lacunes en matière de connaissances ou que les données ne sont pas à jour, les études visant à collecter les informations manquantes ou des informations mises à jour doivent être planifiées et réalisées par des écologistes qualifiés et expérimentés. Pour déterminer si les données sont à jour, il convient de tenir compte du type d'étude, ainsi que de la question de savoir si les études précédentes ont été réalisées dans des conditions ou au cours d'une saison optimales et si les conditions environnementales ont changé. Il est de bonne pratique de collecter les données dans un délai d'au moins un à trois ans à partir de l'évaluation. Le calendrier de collecte des données de référence doit être arrêté au cas par cas, en tenant compte de l'insuffisance générale des données existantes, du cycle de vie annuel intégral des espèces ainsi que des connaissances existantes sur les variations entre les années (par exemple, lorsque la migration des espèces peut être affectée par les conditions météorologiques).

Lors de la détermination de la période sur laquelle les données de l'étude doivent être collectées, il importe de prendre en considération la manière dont les données seront analysées (voir également le chapitre 7).

Il est de bonne pratique de veiller à ce que les études préalables à la construction soient conçues pour permettre la comparaison avec les résultats du suivi postérieur à la construction et que les méthodes soient correctement consignées et suffisamment détaillées pour garantir la continuité de la méthode et de l'analyse, même si le personnel change (comme c'est souvent le cas pour les projets pluriannuels).

L'examen des incidences potentielles au chapitre 4.2 (aménagements éoliens terrestres) et au chapitre 6 (aménagements éoliens en mer) fait référence aux méthodes d'étude écologique.

D'autres orientations sur la réalisation des études de référence sont fournies dans le guide de conseils de l'article 6, paragraphes 3 et 4, de la Commission européenne (Commission européenne, 2019) ainsi que dans «Good Practices for the Collection of Biodiversity Baseline Data» (Gullison et al., 2015).

3.4 Évaluation des effets cumulatifs

3.4.1 Quelles activités prendre en considération?

Un plan ou un projet éolien peut agir en conjugaison avec d'autres plans et projets et entraîner des effets cumulatifs sur les habitats ou les espèces protégés par l'UE.

Les effets cumulatifs sur l'environnement peuvent se définir comme des effets sur l'environnement causés par une action combinée des activités passées, présentes et futures. Si les effets d'un projet peuvent ne pas être significatifs, les effets conjugués de plusieurs projets réunis peuvent l'être. Les effets cumulatifs présentent une pertinence élevée pour le déploiement de l'énergie éolienne compte tenu du nombre croissant de demandes de production d'énergie éolienne et de l'augmentation attendue de la capacité au cours des prochaines années (voir le chapitre 1 sur la politique en matière d'énergie éolienne).

Considérant que l'évaluation des effets cumulatifs des plans et projets est une exigence au titre de l'article 6, paragraphe 3, de la directive «Habitats», ainsi qu'au titre des directives ESIE et EIE (annexes III et IV), les grands principes de cette évaluation en ce qui concerne les aménagements éoliens sont décrits ci-dessous.

Premièrement, les **termes** «en conjugaison» de l'article 6, paragraphe 3, **s'appliquent à la fois au triage et à l'évaluation approfondie**.

Deuxièmement, les termes «en conjugaison» s'appliquent aux plans ou aux projets qui sont **terminés, approuvés mais non terminés** ou proposés. Outre les effets des plans ou projets qui sont l'objet principal de l'évaluation, il peut être opportun d'examiner les effets des plans et des projets déjà terminés. Si ces derniers ne sont, en eux-mêmes, pas concernés par les exigences en matière d'évaluation établies à l'article 6, paragraphe 3, il est néanmoins important d'en tenir compte lors de l'évaluation des effets du plan ou du projet considéré, afin de déterminer s'il existe d'éventuels effets cumulatifs découlant du projet considéré en conjugaison avec d'autres plans et projets terminés. Les effets des plans et projets terminés feront généralement partie des conditions de départ du site à ce stade (voir le chapitre 3.3). Les plans et les projets qui ont été approuvés par le passé, mais qui n'ont pas été exécutés ou ne sont pas terminés devraient être inclus dans l'évaluation des effets conjugués. En ce qui concerne les plans ou projets proposés, pour des raisons de sécurité juridique, il semble opportun de n'inclure dans cette évaluation que ceux qui ont été

proposés, c'est-à-dire ceux pour lesquels une demande d'approbation ou de consentement a été présentée (voir le chapitre 4.5.3).

Il est en outre important de noter que l'évaluation des effets cumulatifs **ne se limite pas à l'évaluation des types de plans ou de projets similaires** couvrant le même secteur d'activité (par exemple, un ensemble de parcs éoliens). L'évaluation devrait inclure tous les types de plans ou de projets qui, en conjugaison avec le plan de parc éolien ou d'énergie éolienne en cours d'examen, pourraient avoir un effet significatif.

De la même manière, l'évaluation devrait tenir compte des effets cumulatifs non seulement entre les projets ou entre les plans, mais aussi entre les projets et les plans (et inversement). Par exemple, un nouveau projet de construction d'un parc éolien à proximité d'un site Natura 2000 peut, en lui-même, ne pas porter atteinte au site, mais lorsqu'il est examiné en conjugaison avec un projet d'infrastructure de transport déjà approuvé traversant la même zone, ces effets peuvent être suffisamment significatifs pour porter atteinte au site. À l'inverse, un plan peut, en lui-même, n'avoir aucun effet significatif sur des sites Natura 2000, mais l'évaluation peut être différente s'il est examiné en conjugaison avec un grand projet d'aménagement proposé ou autorisé ne figurant pas dans ce plan (voir le chapitre 4.5.3).

Définir la portée géographique appropriée dans le contexte des effets cumulatifs peut se révéler ardu, en particulier lors de l'évaluation des effets sur les oiseaux migrateurs et les chauves-souris. Comme indiqué au chapitre 3.2 (délimitation du champ de l'évaluation), il est recommandé que les autorités compétentes et les promoteurs collaborent avec les parties prenantes pour définir le champ de l'évaluation.

L'une des difficultés essentielles de l'évaluation des incidences cumulatives consiste à comprendre comment les effets se cumulent, quels sont les seuils écologiques importants et quand ils seront dépassés. Il s'agit en effet d'une question complexe, et il faut reconnaître qu'il existe de nombreuses incertitudes. Par ailleurs, toutes les incertitudes liées à la difficulté d'évaluer le caractère significatif (voir le chapitre 3.5) se retrouvent dans l'évaluation des incidences cumulatives, mais la complexité est ici encore plus importante. Ainsi:

- on en sait toujours très peu sur les effets au niveau de la population. L'évaluation des incidences cumulatives se limite aux connaissances de base de la dynamique de la population (par exemple, quel espace est nécessaire aux espèces particulières? Peuvent-elles trouver facilement d'autres zones de ravitaillement?). En particulier, pour les aménagements éoliens en mer, les effets à l'échelle de la population sur les populations de chauves-souris, d'oiseaux et de mammifères marins sont difficiles à examiner.
- Il n'est pas simple de comprendre l'étendue globale de la pression exercée sur les récepteurs (par exemple, la pêche, la pollution, le bruit, etc.). Il est ardu d'examiner, de manière cumulée, les différentes pressions résultant de différentes activités dans une région.
- Il est difficile de prédire comment différentes espèces utiliseront le paysage terrestre ou marin lorsqu'il existe de nombreux projets différents.
- Il n'est pas toujours évident de savoir comment traiter les projets à petite échelle lorsqu'on se trouve à proximité d'un projet à grande échelle qui dominerait automatiquement tous les aspects de l'incidence cumulative. On oublie toutefois souvent que les projets qui sont exclus lors du triage compte tenu de l'absence d'effets significatifs n'en contribuent pas moins aux effets cumulatifs.

Une autre raison qui rend plus complexe encore la réalisation des évaluations des incidences cumulatives est l'**absence de données**, non seulement sur les effets (par exemple, la mortalité, le déplacement), mais aussi sur les activités à prendre en considération:

- les données relatives au suivi a posteriori ne sont souvent pas stockées dans une base de données publique et sont rarement traitées d'une manière qui permette de prendre en considération les informations utiles (par exemple, modèles, efficacité des mesures) dans les évaluations futures de plans ou projets;
- dans les États membres qui ne disposent pas d'orientations nationales sur la manière de procéder au suivi a posteriori, il y a un problème d'incompatibilité méthodologique (et le même constat vaut au niveau transnational);
- on observe une insuffisance générale de bases de données publiques donnant un aperçu géographique des activités existantes et prévues et des informations connexes sur leurs principales caractéristiques [par exemple nombre d'éoliennes, hauteur des éoliennes, emplacement exact, lien vers les systèmes d'information géographique (SIG), etc.].

Enfin, une difficulté commune liée à la réalisation d'évaluations d'incidences cumulatives concerne la détermination du mode d'**attribution de la «charge» des effets cumulatifs** lorsque les projets se déroulent successivement. L'approche principale actuelle est fondée sur le principe du «premier arrivé, premier servi», ce qui implique que le dernier projet tient compte de l'ensemble des effets de tous les projets antérieurs. Par conséquent, les plans et les projets qui viennent s'ajouter à ceux déjà approuvés dans la même zone sont davantage susceptibles d'être refusés en raison du risque accru d'effets significatifs.

Malgré toutes ces difficultés, les effets cumulatifs potentiels devraient être évalués à l'aide de données de référence solides et ne devraient pas uniquement s'appuyer sur des critères qualitatifs. Leur évaluation devrait également faire partie intégrante de l'évaluation globale et ne pas être traitée simplement comme un «addendum» au processus d'évaluation.

Les travaux de recherche sur l'élaboration d'approches fiables de l'évaluation des incidences cumulatives s'intensifient, principalement en ce qui concerne l'énergie éolienne en mer. Le nombre d'orientations disponibles devrait s'accroître au cours des prochaines années.

3.4.2 Approche recommandée en matière d'évaluation des effets cumulatifs dans le secteur de l'énergie éolienne

Le chapitre ci-dessous présente des approches recommandées sur la manière de remédier aux difficultés susmentionnées. Ces approches ont été recensées sur la base d'une vaste consultation des parties prenantes dans tous les États membres de l'UE dans le cadre du présent projet.

Les plans ou projets d'aménagements éoliens devraient être considérés conjointement avec les autres activités qui pourraient avoir des effets sur les mêmes espèces et habitats protégés par l'UE. Par exemple, le déploiement de l'infrastructure requise pour le réseau énergétique a des incidences de type similaire sur les oiseaux. Par ailleurs, l'évaluation devrait tenir compte non seulement des aménagements existants, mais aussi des plans ou projets qui sont terminés, approuvés mais non terminés, ou proposés (voir le chapitre 3.4.1). Il est par conséquent essentiel de disposer d'informations sur ces autres activités et leurs incidences. Les informations provenant du suivi a posteriori de l'exploitation de parcs éoliens pourraient par exemple être utilisées pour l'évaluation de la mortalité liée au nouveau parc éolien envisagé.

Les promoteurs de projets devraient procéder à l'examen des effets cumulatifs en tant que partie intégrante et utile de l'évaluation globale. La collaboration précoce des promoteurs avec les autorités compétentes, par exemple dans le contexte de la délimitation du champ de l'évaluation ou de la collecte des données, améliorera la qualité de ces évaluations. Dans certains cas toutefois, il pourrait se révéler opportun que la responsabilité de la préparation des évaluations des incidences cumulatives incombe non pas aux promoteurs de projets mais aux pouvoirs publics, puisque ces derniers disposent du meilleur aperçu et de la connaissance la plus fine des autres activités dans de vastes zones. Ou, à tout le moins, les pouvoirs publics pourraient recueillir toutes les informations pertinentes et les communiquer aux promoteurs de projets et aux consultants. De même, la création d'une base de données nationale ou régionale faciliterait considérablement l'aperçu des différentes activités. Idéalement, la base de données inclurait une carte dynamique permettant de rechercher tous les projets, y compris ceux qui sont encore au stade de la planification, ce qui améliorerait la qualité de la prise de décision.

La portée géographique devrait englober la zone géographique au sein de laquelle toutes les activités liées aux plans ou projets et leurs effets cumulatifs sont susceptibles d'avoir des incidences sur les objectifs de conservation des sites Natura 2000 concernés. Le principe de proportionnalité devrait être appliqué pour déterminer l'ampleur de l'effort nécessaire à la réalisation d'une évaluation des effets cumulatifs adaptée aux exigences de l'article 6, paragraphe 3 (voir les bonnes pratiques de l'Étude de cas3-1). Pour les plans d'aménagement éolien à grande échelle, qui se situent principalement en mer, mais peuvent également se trouver à terre, il est recommandé d'adopter une approche transfrontière. L'évaluation des effets cumulatifs dans l'aménagement de l'espace est fondamentale pour recenser les «zones adaptées à un déploiement présentant un faible risque écologique» conformément à la directive révisée sur les énergies renouvelables. Les effets cumulatifs sont mieux pris en considération dans les ESIE et les évaluations appropriées connexes, en particulier en ce qui concerne l'aménagement de l'espace marin, étant donné que ces plans géographiques couvrent toutes les activités marines.

Il est utile d'examiner les bonnes pratiques existantes pour tenir compte des incertitudes liées à l'évaluation des incidences cumulatives. Les Pays-Bas ont mis au point un «cadre concernant l'écologie et le cumul» (Étude de cas 3-2) à l'appui du déploiement de l'énergie éolienne en mer. L'application de ce cadre à tous les projets d'éoliennes dans une certaine zone marine permet d'éviter l'approche du «premier arrivé, premier servi», qui signifie que les derniers aménagements présentent le risque de rejet le plus élevé en raison des effets cumulatifs.

Étude de cas 3-1: orientations sur la détermination de la portée géographique de l'évaluation des incidences cumulatives en rapport avec les populations d'oiseaux en Flandre (Belgique)

Certains États membres ou régions fournissent des orientations spécifiques sur les questions liées à l'évaluation des incidences cumulatives. La Flandre (Belgique) a élaboré des orientations concernant le traitement des risques environnementaux et le suivi environnemental liés aux aménagements éoliens terrestres, en rapport avec les oiseaux et les chauves-souris. Ces orientations indiquent qu'il n'est pas nécessaire d'examiner l'état de la population/de conservation au-delà des frontières nationales. Les effets (cumulatifs) des lignes électriques ou des parcs éoliens sur les principales routes migratoires saisonnières des oiseaux sont évalués à l'échelle du couloir de migration sous-régional (local) en Flandre (partie estimée de la population qui migre au sein du couloir de migration où il est prévu d'implanter la nouvelle ligne électrique ou le nouveau parc éolien).

L'approche est la suivante:

- Pour les propositions de projets individuels, il n'est pas réaliste d'évaluer tous les effets cumulatifs possibles, principalement parce que les informations nécessaires ne sont pas disponibles à l'échelle de l'évaluation, pas même au niveau local/sous-régional (l'échelle régionale est la Flandre, l'échelle locale est «sous-régionale»). Mais il est possible d'au moins évaluer les effets cumulatifs des projets et plans similaires récents (parcs éoliens, lignes électriques) à l'aide des méthodes décrites dans les orientations [estimation du seuil de mortalité supplémentaire entre 1 et 5 % de la mortalité annuelle normale de la population (mortalité anthropique et naturelle actuelle, voir le chapitre 5.4.2)].
- Pour que l'évaluation des incidences cumulatives reste pragmatique, les effets de chaque ligne électrique et parc éolien planifiés individuellement sont évalués à l'échelle locale ou régionale. Dans la majorité des cas, l'échelle locale est utilisée. Par exemple, pour les canards hivernants, l'échelle sous-régionale englobe tous les canards des zones qui ont un lien écologique tout au long de la saison hivernale. Une évaluation à plus grande échelle est possible lorsque les effets cumulatifs peuvent être calculés avec suffisamment de précision. Par ailleurs, pour évaluer les effets significatifs possibles sur l'intégrité d'un site (ou réseau de sites) Natura 2000, la population doit être évaluée à une plus petite échelle. À l'avenir, un modèle à l'échelle régionale pourrait être élaboré pour évaluer régulièrement les effets cumulatifs actuels de tous les parcs éoliens de Flandre, de préférence sur la base des résultats du suivi des parcs éoliens actuellement exploités. Le résultat du modèle pourrait être utilisé pour améliorer les seuils locaux et sous-régionaux.

Sources: Everaert J. (2015). *Effecten van windturbines op vogels en vleermuizen in Vlaanderen. Leidraad voor risicoanalyse en monitoring. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2015* (INBO.R.2015.6498022). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Bruxelles.

Everaert J. (2017). Dealing with uncertainties in bird and bat population impact assessments for individually planned wind farms. Presentation at the Conference on Wind energy and Wildlife impacts (CWW), 6-8 septembre 2017, Estoril, Portugal.

Étude de cas 3-2: traitement de l'évaluation des incidences cumulatives pour les éoliennes en mer aux Pays-Bas

Les Pays-Bas ont décidé que l'énergie éolienne en mer devrait produire 4 450 MW d'électricité d'ici 2023 et un total de 11 500 MW entre 2024 et 2030. Au moment de la rédaction du présent document (2019), seule une capacité de 1 000 MW avait été construite ou était en construction. Les décisions applicables sont consignées dans la «feuille de route pour l'éolien en mer aux Pays-Bas», qui contient une cartographie physique détaillée et un calendrier de construction des nouveaux parcs éoliens.

Étant donné que les effets cumulatifs devraient être importants, le gouvernement néerlandais a mis au point un «cadre concernant l'écologie et le cumul» pour soutenir le développement de l'énergie éolienne en mer. Ce cadre fournit des orientations sur la manière de calculer les effets cumulatifs. Il s'applique à toutes les décisions en matière de localisation liées à l'énergie éolienne en mer, y compris aux EIE et aux évaluations appropriées. Il s'agit d'un document évolutif qui

est continuellement adapté sur la base des nouvelles connaissances scientifiques et des nouvelles données. Il se compose d'un rapport principal contenant des orientations méthodologiques et d'une série de sous-rapports axés spécifiquement sur les groupes récepteurs (oiseaux, chauves-souris, mammifères marins). Ces sous-rapports fournissent des méthodes et des modèles détaillés, ainsi que les résultats prévus sur la base de la mise en œuvre de la feuille de route. Un résumé de gestion a récemment été ajouté, fournissant une synthèse de chaque sous-rapport et les conditions à remplir lors de la mise en œuvre de la feuille de route pour 2030.

Le cadre est alimenté par les résultats des programmes de recherche élaborés depuis 2010 pour combler les lacunes en matière de connaissances.

Les calculs récemment mis à jour comprennent non seulement les aménagements éoliens projetés dans la partie néerlandaise de la mer du Nord, mais aussi les projets d'aménagements éoliens dans d'autres territoires de la mer du Nord.

Le concept de «prélèvement biologique potentiel» (PBP) est utilisé comme seuil acceptable pour évaluer l'effet cumulatif des aménagements éoliens sur un certain nombre d'espèces d'oiseaux et de chauves-souris, ainsi que sur les marsouins. Pour les espèces d'oiseaux migrateurs, le PBP a été comparé à la population totale du couloir de migration. Des calculs et une modélisation ont été réalisés afin d'évaluer le risque de collision pour les oiseaux et les chauves-souris, la perte d'habitat pour les oiseaux et les effets du bruit sous-marin sur les marsouins. Les résultats ont été intégrés dans les conditions d'autorisation à remplir dans le cadre des nouveaux parcs éoliens en mer. L'adaptation des conditions d'autorisation pour réduire le risque de collision avec les chauves-souris constitue un exemple des avantages qu'offrent les travaux de recherche en cours tant pour les promoteurs de projets que pour la biodiversité. Compte tenu des nouvelles connaissances quant au nombre (estimé) et au comportement de *Pipistrellus nathusii*, l'espèce migratrice de chauve-souris qui traverse le plus fréquemment la mer du Nord, une nouvelle série de conditions d'autorisation ont été élaborées, fondées sur de multiples paramètres environnementaux. En ciblant certaines conditions, on peut réduire la perte de production d'énergie consécutive à l'arrêt des éoliennes (de 12 % pour une éolienne moderne), tout en diminuant également fortement le risque de mortalité. Ces nouvelles conditions d'autorisation sont les suivantes:

- période de l'année: du 25 août au 10 octobre;
- moment de la journée: toute la nuit, du coucher au lever du soleil;
- conditions météorologiques: tenir compte de la direction et de la vitesse du vent, ainsi que de la température (voir le Tableau 3-1);
- vitesse du vent pour démarrer l'éolienne (vitesse de démarrage): voir le Tableau 3-1 (l'association de la direction du vent et de la température définit les conditions de démarrage ou d'arrêt d'une éolienne).

Il est à souligner que les conditions d'autorisation pour les chauves-souris reposent sur des données limitées et un jugement professionnel, y compris les observations sur l'activité des chauves-souris dans différentes conditions environnementales, en particulier la vitesse du vent. Toutefois, étant donné que les pertes de chauves-souris en mer sont rarement enregistrées, l'efficacité de cette stratégie d'atténuation ne peut faire l'objet d'un suivi direct.

Tableau 3-1: conditions d'arrêt optimales pour les nouvelles éoliennes en mer aux Pays-Bas

T(C)	N	NNO	NOO	O	ZOO	ZZO	Z	ZZW	ZWW	W	NWW	NNW
<11	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
11-15	3.5	4.5	5.5	6	5.5	5.5	3.5	3.5	3.5	3	3	3
15-17	3.5	4.5	5.5	6	5.5	5.5	4.0	3.5	3.5	3	3	3
17-19	3.5	4.5	5.5	6	5.5	5.5	4.0	3.5	3.5	3	3	3
>19	3.5	4.5	5.5	6	5.5	5.5	4.0	3.5	3.5	3	3	3

Source: <https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie-zee/ecologie/cumulatie/kader-ecologie/> et pour des informations plus concrètes sur les travaux de recherche: Leopold et al., 2014. A first approach to deal with cumulative effects on birds and bats of offshore wind farms and other human activities in the Southern North Sea. IMARES Report C166/14

(https://www.researchgate.net/publication/296443757_A_first_approach_to_deal_with_cumulative_effects_on_birds_and_bats_of_offshore_wind_farms_and_other_human_activities_in_the_Southern_North_Sea).

3.5 Gérer les incertitudes dans le cadre de l'évaluation et de l'autorisation des aménagements éoliens

Lors de la procédure d'évaluation appropriée et du triage qui la précède, les auteurs sont souvent confrontés à une série d'incertitudes. Celles-ci peuvent se distinguer de la manière suivante (Bodde et al., 2018):

- intrinsèques, c'est-à-dire qu'il n'est pas possible de savoir exactement;
- scientifiques, c'est-à-dire que nos connaissances actuelles sont incomplètes ou ont un grand intervalle de confiance;
- sociales, c'est-à-dire qu'il n'existe pas de consensus sur les informations pertinentes ou requises;
- juridiques, c'est-à-dire que les informations requises pour respecter une norme juridique ne sont pas connues.

L'élimination des incertitudes dans chaque catégorie requiert généralement plus d'une approche. Dans le cadre d'une évaluation appropriée, ce sont généralement les incertitudes intrinsèques et scientifiques qui entraînent des incertitudes sociales et juridiques. Il est souvent impératif de trouver des solutions aux incertitudes inhérentes et/ou scientifiques pour maîtriser efficacement le processus d'évaluation (Étude de cas 3-3).

Cet aspect est essentiel dans le cadre du processus décisionnel, où il revient aux autorités nationales compétentes d'approuver un plan ou un projet, à la lumière des conclusions de l'évaluation appropriée quant aux incidences de ce plan ou de ce projet sur le site Natura 2000. Elles ne peuvent donner leur approbation qu'après avoir établi avec certitude que le plan ou le projet ne portera pas atteinte à l'intégrité du site. Il en est ainsi lorsqu'il ne subsiste **aucun doute raisonnable du point de vue scientifique** quant à l'absence de tels effets. S'il subsiste des doutes, l'autorité compétente devra refuser l'autorisation. Par ailleurs, le critère d'autorisation prévu à la deuxième phrase de l'article 6, paragraphe 3, de la directive «Habitats» intègre le **principe de précaution** et permet d'empêcher efficacement que les sites protégés soient exposés à des effets préjudiciables pour leur intégrité du fait des plans ou des projets. Un critère d'autorisation moins strict ne permettrait pas d'assurer aussi efficacement la réalisation de l'objectif de cette disposition, à savoir la protection des sites. **Par conséquent, il faut démontrer l'absence plutôt que la présence d'effets préjudiciables**, en tenant dûment compte du principe de précaution. Il s'ensuit que l'évaluation appropriée doit être suffisamment détaillée et motivée pour démontrer l'absence d'effets préjudiciables, compte tenu des meilleures connaissances scientifiques en la matière (Commission européenne, 2019, chapitre 4.7.3).

L'Encadré 3-5 résume les incertitudes caractéristiques apparaissant lors du processus lié aux aménagements éoliens. Le moyen le plus pratique de gérer l'incertitude dans l'évaluation des effets significatifs consiste à recenser les sources d'incertitude le plus tôt possible dans le programme du plan ou du projet. Le dialogue et la concertation avec les autorités nationales compétentes et les principales parties prenantes (voir le chapitre 3.6) permettent de trouver un terrain d'entente sur une manière acceptable de gérer ces incertitudes.

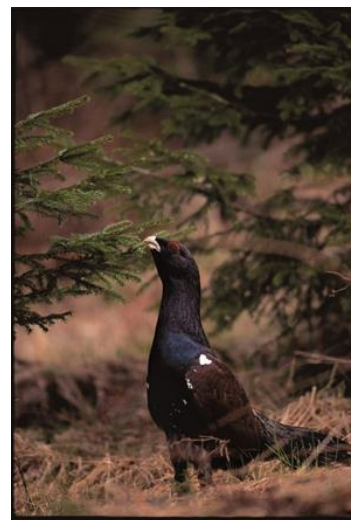
Étude de cas 3-3: application du principe de précaution à la planification de l'espace pour l'énergie éolienne – Grand tétras en Forêt-Noire (Allemagne) (projet LIFE: LIFE98_NAT_D_005087)

Lieu: Forêt-Noire, Allemagne

Espèce: grand tétras (*Tetrao urogallus*)

Difficulté: insuffisance des connaissances sur la menace que représentent les aménagements éoliens pour la population de l'espèce

Solution: l'insuffisance des connaissances est compensée par une utilisation optimale des connaissances disponibles sur l'espèce menacée. En associant systématiquement, d'une part, les informations sur la répartition actuelle, le potentiel à long terme de l'habitat et les schémas de dispersion modélisés propres à l'espèce et, d'autre part, les paramètres écologiques issus de la littérature spécialisée publiée (par exemple, taille, qualité, accessibilité, utilisation actuelle, fonction et connectivité des îlots), l'étude a recensé des zones de fonctionnalité et d'importance différentes pour le maintien et la connectivité de la métapopulation. Ces informations ont été intégrées à un concept spatial établissant quatre catégories de zones ayant des incidences différentes sur les aménagements éoliens. Ce concept a attribué la priorité absolue aux zones correspondant aux exigences spatiales et fonctionnelles d'une population viable minimale, à savoir les sites qui présentent le risque de menace le plus élevé et l'incertitude la plus faible quant à leur importance pour la population et pour lesquelles la justification de mesures de précaution est donc la plus forte.



Cette approche présente en outre l'avantage de n'être ni trop restrictive ni trop permissive.

Ces travaux ont débouché sur les recommandations générales suivantes pour l'application du principe de précaution dans le domaine:

- les mesures de précaution devraient se concentrer sur l'unité écologique pertinente, à savoir les populations viables cibles, et non sur des présences locales ou sur des animaux individuels;
- les mesures devraient tenir compte des processus liés à la dynamique de la population, par exemple les variations de l'occupation et la connectivité de la population, plutôt que de s'appuyer uniquement sur un instantané des données relatives à la présence;
- les mesures devraient reposer sur une évaluation différenciée des risques, accompagnée d'une estimation de la probabilité et de la gravité de la menace pour la population, et déboucher sur des incidences ou des limitations graduées en matière de gestion;
- les résultats doivent au moins permettre que les exigences minimales d'une population viable soient remplies jusqu'à ce que l'on dispose de nouvelles connaissances.

Étant donné que les mesures de précaution constituent toujours une solution provisoire, il sera essentiel de procéder à des révisions régulières sur la base des connaissances actualisées. On pourra ainsi également présenter le principe de précaution comme une base utile et justifiée pour la prise en considération des risques écologiques dans la conservation et la planification du paysage.

Source: Braunisch V. et al., 2015.

Encadré 3-5: exemples d'incertitudes en matière de planification et d'autorisation des aménagements éoliens

- Localisation du plan ou du projet – les connaissances peuvent être insuffisantes ou inexistantes quant à l'importance écologique de la localisation du plan ou du projet; c'est souvent le cas au niveau de la planification de l'espace et en l'absence de cartes de sensibilité de la faune et de la flore sauvages.
- Tendances en matière de conception du projet – la conception du projet va généralement de l'étude de la possibilité de réalisation technique (connue sous le nom de conception technique préalable) à la construction, le triage et l'évaluation des effets significatifs ayant lieu entre les deux phases du processus de conception.
- Données de référence – les données peuvent être incomplètes ou inexistantes, débouchant sur l'obligation d'étudier/d'échantillonner une zone suffisamment vaste (pour surveiller non seulement le site lui-même, mais aussi le paysage environnant de manière à recenser les habitats liés d'un point de vue fonctionnel, par exemple les gîtes pour les chauves-souris) pour fournir des données essentielles telles que des estimations de l'abondance ou de la densité des espèces.
- Paramètres du modèle prédictif – les données peuvent être limitées en ce qui concerne des variables clés telles que les hauteurs de vol des oiseaux, les vitesses de déplacement (vol/nage), les schémas d'activité diurnes, les seuils de déplacement, les taux de mortalité et les réactions des populations face aux perturbations ou à la mortalité. Les données peuvent également être limitées en ce qui concerne le paysage et les conditions météorologiques influençant la présence d'une espèce et les risques (par exemple les chauves-souris). Lorsque les données sont limitées, il est nécessaire de s'appuyer sur des avis d'experts et sur des hypothèses, qui sont par nature incertains.
- Pour les plans et projets combinés, il est souvent difficile de déterminer quels plans et projets peuvent contribuer de manière réaliste aux effets cumulatifs (voir le chapitre 3.4 sur l'évaluation des incidences cumulatives). Par exemple, il arrive souvent que les évaluations appropriées pour différents projets divergent dans leurs méthodes de collecte de données, leurs techniques d'analyse et leur approche de la gestion de l'incertitude. Il peut dès lors être difficile d'évaluer de manière quantitative les effets cumulatifs avec certitude.

Une application fréquente du principe de précaution consiste à travailler avec les scénarios les plus défavorables. La prudence est toutefois de mise. La Commission reconnaît que «[l]orsque les données disponibles sont insuffisantes ou non concluantes, une approche prudente et précautionneuse de la protection de l'environnement, de la santé ou de la sécurité pourrait être d'opter pour l'hypothèse la plus pessimiste. L'accumulation de telles hypothèses débouchera sur une exagération du risque réel mais donne une certaine assurance que celui-ci ne sera pas sous-estimé» (Commission européenne, 2000). L'«exagération du risque réel» mentionnée par la Commission tient au fait que, dans de nombreux cas, pour tout élément incertain, l'estimation supérieure est automatiquement utilisée pour évaluer le caractère significatif. Par exemple, si la modélisation indique qu'entre cinq et dix mammifères marins d'une certaine espèce peuvent être victimes d'une blessure auditive (voir le chapitre 6.5), l'évaluation du caractère significatif supposera généralement que dix mammifères sont blessés. Toujours pour prendre l'exemple des mammifères marins et du bruit sous-marin,

les hypothèses les plus pessimistes sont émises quant au niveau de bruit lié au battage des pieux⁵¹, la durée de la construction, la propagation de ce bruit sous l'eau, l'exposition des mammifères marins et les effets prévus sur les animaux. Il appartient toutefois, en dernier ressort, à l'autorité nationale compétente d'assumer la responsabilité et de conclure, compte tenu des éléments de preuve présentés, s'il est certain qu'aucun doute raisonnable du point de vue scientifique ne subsiste quant à l'absence d'atteinte à l'intégrité du site.

Un autre type d'incertitude concerne les caractéristiques de conception d'un projet. Lorsqu'une autorité nationale autorise un plan ou un projet, elle doit avoir une compréhension approfondie des effets significatifs probables. Si l'autorité nationale estime que la description du plan ou du projet comporte une incertitude telle que l'estimation du caractère significatif de ces effets n'est pas exempte de tout doute raisonnable du point de vue scientifique, elle doit exiger plus d'informations ou rejeter la demande. L'approche décrite dans l'Étude de cas 3-4 illustre une manière d'intégrer l'incertitude au niveau de la conception du projet dans l'évaluation des effets significatifs tout en offrant à l'autorité nationale compétente la certitude dont elle a besoin pour évaluer le degré du caractère significatif.

Il est également de bonne pratique de déterminer, à un stade précoce du processus d'évaluation d'un plan ou d'un projet, les attentes par rapport à ce qui est acceptable et proportionné en ce qui concerne l'application du principe de précaution. Pour ce faire, il peut être utile de former un groupe de travail spécialisé composé d'experts de l'autorité nationale compétente, d'experts nationaux et d'autres parties prenantes clés. Le groupe de travail doit utiliser au mieux les éléments de preuves scientifiques disponibles, recenser les domaines dans lesquels l'incertitude est probable et convenir d'une approche qui traite les situations comparables de manière égale et évite d'être trop restrictive ou permissive.

L'annexe C donne un aperçu des approches relevant des bonnes pratiques pour faire face aux incertitudes classiques rencontrées lors de l'évaluation des aménagements éoliens.

Étude de cas 3-4: l'«enveloppe de Rochdale»: remédier à l'incertitude concernant la conception des projets – application au parc éolien en mer «Hornsea 3» d'Ørsted

Le problème

Le Royaume-Uni s'est fixé pour objectif de produire un tiers de son énergie au moyen de l'éolien en mer d'ici 2030. Parallèlement, le pays entend réduire le coût de l'électricité pour les consommateurs. Toutefois, le processus actuel, de la demande préalable à la construction, peut être long et la technologie dont disposent les promoteurs évolue rapidement. Par conséquent, les promoteurs recherchent une certaine souplesse dans les conceptions autorisées pour leur permettre d'utiliser la technologie la plus rentable et la plus efficace disponible au moment de la construction, qui peut avoir lieu quelques années après le début de la procédure d'autorisation.

Une solution

L'approche en matière d'autorisation reposant sur une «enveloppe de conceptions», appelée approche de «Rochdale», permet aux promoteurs de prendre en considération les technologies émergentes dans leurs demandes d'autorisation et de répondre dans une certaine mesure à la question de l'incertitude dans les paramètres de conception (par exemple, caractéristiques de l'éolienne, type de fondations) lors de la procédure de demande. Selon cette approche, l'autorisation repose sur une série (ou enveloppe) de conceptions possibles. Le recours à une enveloppe de conceptions dans la planification a été testé pour la première fois dans trois affaires judiciaires anglaises [R. c. Rochdale MBC ex parte Milne (n° 1) et R. c. Rochdale MBC ex parte Tew, 1999 et R. c. Rochdale MBC ex parte Milne (n° 2), 2000] et cette enveloppe est donc souvent appelée «enveloppe de Rochdale» (Infrastructure Planning Commission, 2011).

L'approche proposant une enveloppe de conceptions a été utilisée dans la majorité des demandes concernant des parcs éoliens en mer au Royaume-Uni. Il est admis que compte tenu de la nature complexe des aménagements éoliens en mer, le demandeur peut, au moment de la demande, ignorer de nombreuses informations concernant un programme proposé, parmi lesquelles:

- la localisation exacte et la configuration des éoliennes et des aménagements connexes;
- le type de fondations;
- la hauteur exacte de l'extrémité de la pale;
- le type de câble et le tracé des câbles; et
- la localisation exacte des sous-stations électriques en mer et/ou sur terre.

⁵¹ Le battage ou l'enfoncement de pieux est le procédé consistant à placer un pieu dans le sol sans excavation préalable de la zone.

Considérations pratiques/techniques

Le principal problème auquel une autorité nationale compétente est confrontée pour autoriser un projet d'aménagement éolien sur la base d'une enveloppe de conceptions plutôt que sur une conception spécifique a trait à l'incidence sur l'environnement. Du point de vue de l'incidence sur l'environnement, le demandeur doit s'assurer que l'EIE et l'évaluation appropriée qui sont réalisées prennent en considération le scénario de conception le plus défavorable parmi les différentes options contenues dans l'enveloppe de conceptions. Les scénarios les plus défavorables varient en fonction du type d'évaluation des incidences, ce qui peut rendre difficiles les processus d'EIE et d'évaluation appropriée. Il est particulièrement important que les personnes consultées lors de la procédure d'autorisation comprennent les options envisagées et leurs conséquences pour l'évaluation des effets significatifs.

Avantages

L'approche de l'enveloppe de conceptions offre une certaine souplesse au cours de la phase de conception et de préplanification des projets éoliens en mer et permet une certaine liberté pour optimiser les paramètres des éoliennes avant la construction. Il s'agit d'une approche éprouvée et acceptable en matière d'autorisation en cas d'incertitude quant à la conception finale d'un projet, et il existe une procédure bien établie pour garantir une évaluation fiable des effets significatifs.

Étude de cas: Parc éolien en mer «Hornsea 3» d'Ørsted

Ørsted Power (UK) Ltd (ci-après «Ørsted»), au nom d'Ørsted Hornsea Project Three (UK) Ltd, est le promoteur du projet de parc éolien en mer «Hornsea Project Three» (ci-après «Hornsea Three»). Hornsea Three disposera d'un nombre maximal de 300 éoliennes et d'une capacité d'environ 2,4 GW. La capacité finale du projet sera calculée sur la base des technologies disponibles, comme indiqué dans l'enveloppe de conceptions. La déclaration environnementale amorçant le processus d'EIE définit les paramètres de conception maximaux pour un grand nombre de paramètres techniques. Le tableau ci-dessous fournit un exemple.

Paramètre	Scénario de conception maximal - Éoliennes les plus nombreuses	Scénario de conception maximal - Éoliennes les plus grandes
Nombre d'éoliennes	300	160
Hauteur maximale de l'extrémité de pale la plus basse au-dessus du niveau de la marée astronomique minimale (en mètres)	34,97	34,97
Hauteur maximale de l'extrémité de pale au-dessus du niveau de la marée astronomique minimale (en mètres)	250	325
Diamètre maximal de la pale de rotor (en mètres)	195	265

À ce stade précoce de développement du projet Hornsea Three, la description du projet est indicative, et l'«enveloppe» a été conçue de façon à intégrer une souplesse suffisante permettant de continuer à adapter le projet lors de la phase de conception détaillée, après l'autorisation. La déclaration environnementale définit donc une série d'options et de paramètres pour lesquels des valeurs sont indiquées. Pour éviter une prudence excessive au niveau des évaluations, les paramètres évalués dans le cadre des évaluations des incidences sur l'environnement (EIE) ne sont pas la conjugaison des paramètres de conception maximaux pour chaque composante. Par exemple, l'EIE n'a pas évalué en même temps le nombre maximal d'éoliennes et les paramètres liés au type d'éoliennes les plus grandes figurant dans l'enveloppe, puisque ce scénario n'est pas réalisable. Le scénario de conception maximal est plutôt choisi récepteur par récepteur et incidence par incidence, examinant une série de scénarios où la taille des éoliennes est liée à leur nombre et à la taille des infrastructures connexes telles que les fondations des éoliennes. Ces scénarios prennent généralement comme hypothèse le nombre maximal d'éoliennes avec le plus petit type d'éoliennes, ou les paramètres des éoliennes les plus grandes figurant dans l'enveloppe avec un nombre d'éoliennes moindre.

Source:

- Infrastructure Planning Commission (IPC), 2011.
- Hornsea Project Three Offshore Wind Farm – Environmental Statement: chapitre 3: Project Description (mai 2018) https://infrastructure.planninginspectorate.gov.uk/wp-content/ipc/uploads/projects/EN010080/EN010080-000528-HOW03_6.1.3_Volume%201%20-%20Ch%203%20-%20Project%20Description.pdf
- Rowe, J., et al., 2017.
- United States Department of the Interior Bureau of Ocean Energy. Management Office of Renewable Energy Programs. Draft Guidance Regarding the Use of a Project Design Envelope in a Construction and Operations Plan, 12 janvier 2018 <https://www.boem.gov/Draft-Design-Envelope-Guidance/>

3.6 Participation du public et association des parties prenantes

La participation du public est juridiquement consacrée dans la procédure d'EIE ou d'ESIE. Des arrêts récents de la Cour de justice de l'UE ont précisé que cette participation s'applique également à la procédure d'évaluation appropriée (voir l'Encadré 3-6).

Encadré 3-6: participation du public à la procédure établie à l'article 6, paragraphe 3, de la directive «Habitats» et au titre des directives EIE et ESIE

Participation du public à la procédure de l'article 6, paragraphe 3

Conformément au libellé de l'article 6, paragraphe 3, l'avis du public lors de l'autorisation de plans ou de projets nécessitant une évaluation appropriée ne doit être pris que «le cas échéant». Toutefois, la Cour a précisé, dans un arrêt fondé sur les exigences de la convention d'Aarhus, à laquelle tous les États membres de l'Union sont parties de plein droit, que le public concerné, y compris les ONG environnementales reconnues, a le droit de participer à la procédure d'autorisation. Ce droit confère, notamment, «le droit de participer “effectivement aux travaux tout au long du processus décisionnel en matière d'environnement” en soumettant “par écrit ou, selon qu'il convient, lors d'une audition ou d'une enquête publique faisant intervenir l'auteur de la demande toutes observations, informations, analyses ou opinions qu'il estime pertinentes au regard de l'activité proposée”» (C-243/15).

Lorsque l'évaluation appropriée est coordonnée ou menée conjointement avec une EIE/ESIE, elle peut suivre les dispositions prévues par lesdites directives.

Participation du public au titre de la directive EIE

Préambule de la directive:

- *La participation effective du public à la prise de décisions permet à ce dernier de formuler des avis et des préoccupations pouvant être utiles pour les décisions en question et au décideur de tenir compte de ces avis et préoccupations, ce qui favorise le respect de l'obligation de rendre des comptes et la transparence du processus décisionnel et contribue à sensibiliser le public aux problèmes de l'environnement et à obtenir qu'il apporte son soutien aux décisions prises.*
- *La participation, y compris celle des associations, organisations et groupes, et notamment des organisations non gouvernementales œuvrant en faveur de la protection de l'environnement, devrait dès lors être encouragée, y compris, entre autres, par la promotion de la formation du public en matière d'environnement.*
- *La convention d'Aarhus a notamment pour objectif de garantir les droits de participation du public aux procédures décisionnelles en matière d'environnement afin de contribuer à sauvegarder le droit de tout un chacun de vivre dans un environnement propre à assurer sa santé et son bien-être. L'article 6 de la convention d'Aarhus prévoit une participation du public aux décisions relatives [...] aux activités non énumérées [...] qui peuvent avoir une incidence importante sur l'environnement.*

Article 6, paragraphe 2: *À un stade précoce des procédures décisionnelles en matière d'environnement visées à l'article 2, paragraphe 2, et au plus tard dès que ces informations peuvent raisonnablement être fournies, les informations suivantes sont communiquées au public par des moyens électroniques et par des avis au public ou par d'autres moyens appropriés, afin d'assurer la participation effective du public concerné aux procédures de décision (voir les détails à l'adresse suivante: <https://ec.europa.eu/environment/eia/eia-legalcontext.htm>).*

Participation du public au titre de la directive ESIE

Préambule de la directive:

Pour contribuer à une plus grande transparence du processus décisionnel ainsi que pour assurer l'exhaustivité et la fiabilité de l'information fournie en vue de l'évaluation, il y a lieu de prévoir que les autorités chargées des questions d'environnement en cause seront consultées, de même que le public, lors de l'évaluation des plans et des programmes et que des délais suffisamment longs seront fixés pour permettre des consultations ainsi que la formulation d'un avis.

Article 6, paragraphe 4: *Les États membres définissent le public aux fins du paragraphe 2, et notamment le public affecté ou susceptible d'être affecté par la prise de décision, ou intéressé par celle-ci, dans les limites de la présente directive, y compris les organisations non gouvernementales concernées, telles que celles qui encouragent la protection de l'environnement et d'autres organisations concernées.*

Le respect de la législation en ce qui concerne les étapes de la consultation présentées dans l'Encadré 3-6 doit s'appuyer sur des approches relevant des bonnes pratiques dans le cadre des processus de participation des parties prenantes. Une évaluation qui nouerait un «dialogue précoce et continu avec les communautés concernées et les parties intéressées de manière transparente, respectueuse et responsable», ferait état des résultats de la consultation et établirait clairement les domaines dans lesquels des actions ont été ou n'ont

pas été entreprises pour répondre aux préoccupations des parties prenantes serait considérée comme conforme aux bonnes pratiques internationales (Brownlie et Treweek, 2018).

Les consultations avec les experts, les autorités compétentes, les ONG, les groupes potentiellement concernés ou le grand public peuvent améliorer les informations environnementales dont disposent les personnes chargées de réaliser l'évaluation appropriée et les décideurs (par exemple, en recensant les effets sur l'environnement ou en concevant des mesures d'atténuation appropriées) et contribuer à réduire au minimum les conflits et retards potentiels.

Les consultations avec les autorités compétentes, les experts en biodiversité et les parties prenantes lors des procédures prévues à l'article 6, paragraphe 3, permettront de recueillir des informations et de veiller à ce que l'ensemble des données et avis d'experts pertinents soient disponibles et pris en considération. Les autorités chargées de la conservation de la nature et les autorités sectorielles devraient coopérer durant le processus d'évaluation pour veiller à ce que l'évaluation appropriée soit fondée sur les meilleures informations et expériences disponibles et à ce qu'il soit dûment tenu compte de tous les aspects pertinents.

La consultation pourrait également avoir lieu au niveau intersectoriel. La consultation coordonnée des parties prenantes, en particulier en ce qui concerne les aménagements éoliens/solaires et les infrastructures de réseau, peut déboucher sur des pratiques innovantes, des approches créatives et une flexibilité accrue pour répondre aux préoccupations et aux exigences des citoyens; par exemple, l'acceptation de l'énergie éolienne par les citoyens devrait aller de pair avec l'acceptation des réseaux de transport de l'électricité par ces mêmes citoyens.

L'Encadré 3-7 résume les principes clés d'une consultation et d'une participation efficaces des parties prenantes.

Encadré 3-7: orientations concernant une consultation et une participation efficaces des parties prenantes (adapté de Commission européenne, 2018b)

Chronologie de la participation des parties prenantes. Les parties prenantes devraient être associées à la planification des aménagements éoliens dès les premiers stades de celle-ci, de façon à pouvoir mettre à profit les informations en matière d'environnement dans l'étude des différentes possibilités d'implantation. La cartographie de la sensibilité de la faune et de la flore sauvages, complétée par des informations actualisées fournies par les experts locaux et d'autres parties prenantes, est le meilleur moyen de prendre des décisions éclairées concernant les lieux d'implantation. La consultation des parties prenantes devrait se poursuivre dans les phases ultérieures de la planification et de l'autorisation. Dans l'ensemble, la consultation précoce des parties prenantes permettra d'améliorer les informations environnementales fournies aux décideurs, de réduire au minimum les malentendus pouvant entraîner des conflits et des retards et d'obtenir ainsi une plus large acceptation des projets, en donnant davantage le sentiment à la population locale d'en être partie prenante (Commission européenne, 2018b).

Identifier les groupes intéressés. Pour faire participer efficacement le public à l'élaboration d'une politique, d'un plan, d'un programme (sectoriel ou régional, par exemple) ou d'un projet, il est essentiel d'identifier les groupes d'intérêts et les parties prenantes concernés. Les parties prenantes concernées dans le cadre de la planification et de l'autorisation des aménagements éoliens sont les suivantes:

- les autorités chargées de l'aménagement de l'espace, de la politique en matière d'énergies renouvelables, de la conservation de la nature et de la conservation du paysage;
- les experts, en particulier les experts et les ONG locaux ayant une connaissance pointue des valeurs locales sur le plan de la biodiversité, mais aussi les experts dans le domaine de l'évaluation des incidences sur la biodiversité, notamment en ce qui concerne l'énergie éolienne (consultants, universités);
- le secteur de l'énergie éolienne: le secteur lui-même dispose de l'expertise et de l'expérience pratiques en matière de construction et d'exploitation de parcs éoliens, et il a souvent acquis des connaissances très pertinentes sur l'efficacité des mesures d'atténuation;
- le grand public.

À l'échelle nationale ou régionale, il s'agit d'une approche utile pour créer des plateformes de coopération multipartites avec les pouvoirs publics, le secteur de l'énergie éolienne et les ONG en tant que partenaires clés, dans le but de collecter et d'échanger des informations, avec pour objectif ultime d'élaborer des protocoles. C'est la pratique en Allemagne et en France (voir l'Étude de cas 3-5 et l'Étude de cas 3-6).

Choisir la forme de communication et de consultation la plus appropriée. La participation du public peut aller de la simple diffusion d'informations à la consultation, voire à la pleine participation à la prise de décision:

- information: flux d'information à sens unique du promoteur du projet vers le public;
- consultation: flux d'information à double sens entre le promoteur du projet et le public, donnant à ce dernier la possibilité d'exprimer ses avis et au promoteur de répondre;
- participation: échange d'informations et d'idées, par lequel le promoteur et le public sont engagés dans une analyse et une définition programmatique menées en commun, le public/les parties prenantes étant volontairement associés à la prise de décision relative à la conception et à la gestion du projet par voie de consensus sur les principaux éléments.

De toute évidence, la planification participative est l'approche la plus recommandée, car il s'agit de la seule forme utile de participation des parties prenantes. En outre, l'ensemble du processus doit être transparent et ouvert, la langue utilisée doit être facile à comprendre et les données devraient être mises à la disposition du public sur demande.

Les deux études de cas suivantes décrivent des structures de coopération multipartites nationales bien établies liées à l'énergie éolienne en Allemagne et en France. Dans d'autres pays, des programmes de recherche spécifiques sont créés dans le domaine de l'énergie éolienne et de la biodiversité, par exemple en Suède⁵², en Belgique⁵³ et aux Pays-Bas⁵⁴.

Étude de cas 3-5: coopération multipartite en Allemagne

En Allemagne, il existe de bons exemples de coopération entre les parties prenantes au niveau national, tant pour les aménagements éoliens terrestres que pour les aménagements éoliens en mer.

Les procédures suivantes mises en place au niveau national, qui relèvent des bonnes pratiques, sont appliquées pour intégrer les considérations relatives à la biodiversité dans la planification et l'autorisation des parcs éoliens:

- établissement d'une combinaison de cinq critères de qualité (seuils) en ce qui concerne le caractère significatif des effets de l'énergie éolienne sur la biodiversité;
- organisation et coordination de la recherche et du suivi, notamment en ce qui concerne les oiseaux et les chauves-souris, principalement pour les aménagements éoliens en mer;
- élaboration et fourniture de conseils au sujet de méthodes permettant tant au secteur privé qu'au secteur public d'évaluer et de réduire les incidences sur les chauves-souris, les oiseaux et les mammifères marins;
- organisation de conférences et d'ateliers et participation à des manifestations internationales, notamment pour les organismes de conservation de la nature et les associations du secteur des SER.

Parcs éoliens en mer

L'Agence fédérale de la navigation et de l'hydrographie (*Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie* – BSH) est un important prestataire de services maritimes en Allemagne, qui fournit un large éventail de services, dont la protection de l'environnement, la surveillance du milieu marin et la planification de l'espace maritime dans la zone économique exclusive (ZEE) allemande. Elle est chargée d'approuver les demandes d'autorisation pour les parcs éoliens en mer et les oléoducs et gazoducs marins.

La BSH a publié plusieurs normes concernant les études environnementales relatives aux mammifères marins, ainsi que les exigences techniques et de construction. Ces normes ont été élaborées par des représentants des agences fédérales, du secteur de l'énergie éolienne en mer, des sociétés de conseil, des ONG et des instituts de recherche. Elle a publié les normes suivantes⁵⁵: Norme – Étude sur les incidences des éoliennes en mer sur le milieu marin (StUK4), contenant les sections suivantes:

- Instructions de mesure pour la surveillance du bruit sous-marin
- Parcs éoliens en mer – prévisions concernant le bruit sous-marin, exigences minimales en matière de documentation
- Spécifications de mesure pour la détermination quantitative de l'efficacité des systèmes de réduction du bruit
- Étude visant à évaluer l'étalonnage des dispositifs C-POD utilisés pour détecter les vocalisations de mammifères marins (uniquement en allemand)
- Examen du benthos, de la structure des biotopes et des types de biotopes dans le cadre des procédures d'autorisations pour les chemins de câbles destinés à la connexion des parcs éoliens en mer (uniquement en allemand)

⁵² <http://www.swedishepa.se/Environmental-objectives-and-cooperation/Swedish-environmental-work/Research/Vindval--a-programme-of-knowledge/>

⁵³ <https://odnature.naturalsciences.be/mumm/fr/windfarms/>

⁵⁴ <https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie-zee/ecologie/>

⁵⁵ https://www.bsh.de/EN/PUBLICATIONS/Offshore/offshore_node.html

- Conception normalisée: exigences minimales concernant le modèle de construction des structures en mer dans la ZEE

Il existe une procédure normalisée pour le suivi de référence de l'environnement marin (avant l'approbation d'un projet) et pour le suivi obligatoire lors de la construction et de l'exploitation d'un parc éolien. Les études de référence doivent être réalisées deux ans avant la construction du projet. Si plus de cinq ans se sont écoulés entre la fin des études de référence et le début de la construction, une nouvelle enquête de référence complète de deux ans doit être réalisée.

Parcs éoliens terrestres

En ce qui concerne les aménagements éoliens terrestres en Allemagne, l'association sans but lucratif FachAgentur Windenergie (FA Windenergie) a été mise sur pied, rassemblant le gouvernement fédéral, les Länder, les municipalités, des associations professionnelles et des associations de conservation de la nature, ainsi que des entreprises. FA Windenergie rassemble un grand nombre de parties prenantes et les aide à résoudre différentes difficultés dans tout le pays grâce à de vastes transferts d'informations, de recherches et de connaissances.

FA Windenergie a par exemple publié un aperçu des bonnes pratiques concernant les aménagements éoliens dans les forêts. En ce qui concerne le Windpark Lauterstein, dans le district de Göppingen, une approche coopérative impliquant toutes les parties prenantes a donné lieu à des expériences positives en matière de planification et de mise en œuvre, telles que la relocalisation de zones de stockage en dehors de la forêt afin de réduire la zone déboisée.

Source: https://www.bsh.de/DE/PUBLIKATIONEN/Anlagen/Downloads/Offshore/Standards/Standard-Investigation-impacts-offshore-wind-turbines-marine-environment_en.pdf?__blob=publicationFile&v=6https://www.fachagentur-windenergie.de/
https://www.fachagentur-windenergie.de/fileadmin/files/Veroeffentlichungen/FA_Wind_Good_Practice_Wind_im_Wald_12-2017.pdf

Étude de cas 3-6: coopération multipartite en France

Le programme national intitulé «Programme éolien et biodiversité» est un très bon exemple de coopération entre parties prenantes au niveau national. Les partenaires du programme sont le ministère français compétent, Birdlife [par l'intermédiaire de son organisation locale, la Ligue pour la protection des oiseaux (LPO)] et le secteur privé. La LPO est chargée de la coordination technique et le programme est encadré par un comité de pilotage associant tous les partenaires.

Le programme vise à encourager l'intégration de considérations liées à la biodiversité dans la planification et l'autorisation des parcs éoliens, tant terrestres qu'en mer. À cette fin, un certain nombre de mesures ont été prises au niveau national et au niveau local, telles que:

- la définition de critères de qualité (seuils) pour évaluer les effets de l'énergie éolienne sur la biodiversité, en particulier sur les oiseaux et les chauves-souris;
- l'évaluation structurelle des effets par la mise en place d'un observatoire national permanent chargé d'évaluer les effets sur les oiseaux et les chauves-souris;
- l'organisation et la coordination de la recherche (voir le lien ci-dessous) et du suivi, en particulier en ce qui concerne les oiseaux et les chauves-souris;
- l'élaboration et la fourniture de conseils au sujet de méthodes pour le secteur privé et le secteur public, et la tenue à jour de la bibliothèque technique en rapport avec cette question;
- l'organisation de conférences et d'ateliers et la participation à des manifestations internationales;
- la préparation et la fourniture d'informations, générales ou techniques, aux parties intéressées, y compris au grand public.

Les autorités françaises encouragent les réunions entre les parties prenantes à un stade précoce, avant même la présentation de la demande d'autorisation pour le projet. La réglementation française permet une communication précoce avec les parties prenantes et permet de bloquer les dossiers à un stade très précoce (afin d'éviter de perdre du temps et de l'argent pour des demandes qui n'aboutiront pas). Ces mesures précoces ne doivent pas être confondues avec le processus de consultation publique requis dans le cadre de la procédure d'autorisation, une fois que la demande d'autorisation a été présentée aux autorités.

Source: <https://eolien-biodiversite.com/programme-eolien-biodiversite/>
<https://eolien-biodiversite.com/comment-les-eviter/etudes-r-d/>

4. PLANIFICATION STRATÉGIQUE

4.1 Informations générales

4.1.1 Planification stratégique dans le contexte général de l'énergie éolienne

Afin de concilier les intérêts des espèces sauvages et la nécessité de développer les énergies renouvelables, il est nécessaire de planifier les nouvelles infrastructures de manière stratégique sur une vaste zone géographique. La planification stratégique constituera également une bonne base pour l'évaluation des demandes de permis dans les délais spécifiés par la directive révisée sur les énergies renouvelables [directive (UE) 2018/2001], c'est-à-dire deux ans pour les nouvelles centrales électriques et un an pour le rééquipement de centrales existantes.

En vertu du règlement (UE) 2018/1999⁵⁶, les États membres doivent établir des plans nationaux intégrés en matière d'énergie et de climat pour atteindre leurs contributions aux objectifs de l'UE en matière d'énergies renouvelables à l'horizon 2030. En outre, en vertu de l'article 15, paragraphe 7, de la directive révisée sur les énergies renouvelables [directive (UE) 2018/2001], les États membres doivent procéder à une évaluation des sources d'énergie renouvelables potentielles, qui «comprend, s'il y a lieu, une analyse spatiale des zones adaptées à un déploiement présentant un faible risque écologique». Par conséquent, les plans nationaux intégrés en matière d'énergie et de climat devraient constituer la base des plans d'aménagement de l'espace au niveau national et/ou régional ou, à tout le moins, inspirer ces derniers. Le plan d'aménagement de l'espace peut inclure tous les types d'énergies renouvelables, ou se concentrer sur des secteurs particuliers tels que l'énergie éolienne. Les plans devraient faire l'objet d'une évaluation environnementale stratégique permettant de recenser et d'évaluer les effets (y compris les effets cumulatifs), tout en mettant en évidence les lacunes en matière de connaissances et les besoins en matière de recherche, ainsi que les solutions de substitution envisageables pour éviter ou réduire au minimum les effets significatifs probables.

La planification stratégique dans ce contexte implique un processus décisionnel. Dans le cadre de ce processus, il faut tout d'abord déterminer si et dans quelle mesure le développement de l'énergie éolienne est effectivement le mécanisme le plus approprié sur le plan environnemental, géographique, social et économique pour atteindre les objectifs en matière de réduction des émissions de carbone et d'énergie renouvelable. Deuxièmement, il faut procéder à la planification de l'espace pour les aménagements éoliens. Bien que l'énergie éolienne soit considérée comme une source d'énergie renouvelable clé à fort potentiel de croissance dans l'UE, les circonstances régionales peuvent parfaitement plaider en faveur d'autres technologies ou stratégies de réduction des émissions. La planification de l'espace comprend un large éventail de critères et d'exigences physiques, socio-économiques et environnementaux afin de déterminer les emplacements qui sont les mieux adaptés à l'usage prévu. La planification stratégique des aménagements éoliens prend en considération non seulement les conditions de vent, mais aussi la faisabilité technique de la construction (par exemple, la profondeur de la mer, l'accessibilité des crêtes de montagne), la connexion au réseau électrique, la distance par rapport aux établissements humains, le paysage, les objectifs en matière de conservation de la nature, etc. Il est nécessaire de tenir compte de tous ces critères, qui peuvent avoir une incidence sur la faisabilité et la mise en œuvre des projets éoliens. Le présent document d'orientation met l'accent sur la conservation de la nature.

Encadré 4-1: éléments entrant dans la définition des aspects techniques des aménagements éoliens et de la sensibilité de la faune et de la flore sauvages

Considérations techniques et socio-économiques pour la sélection d'emplacements adaptés aux aménagements éoliens:

- caractéristiques de la ressource éolienne (par exemple: vitesse, turbulences, vitesses de vent extrêmes, cisaillement du vent, conditions d'écoulement du vent);
- accès aux réseaux de transmission et de transport de l'électricité et capacité de ces réseaux;
- caractéristiques des sols/fonds marins et topographie;
- proximité des zones résidentielles;

⁵⁶ https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?toc=OJ%3AL%3A2018%3A328%3ATOC&uri=uriserv%3AOJ.L_.2018.328.01.0001.01.FRA

- disponibilité de terres/de fonds marins et utilisations existantes des terres/mers;
- proximité de couloirs de navigation aérienne (restrictions concernant la hauteur de l'extrémité des pales) et maritime;
- réglementations restrictives en matière de bruit;
- préservation des distances par rapport aux radars ou aux aéroports.

Sensibilité de la faune et de la flore sauvages:

- emplacement du site Natura 2000, emplacement des terres liées sur le plan fonctionnel (par exemple, zones situées en dehors des sites Natura 2000 qui sont importantes pour le ravitaillement des espèces pour lesquelles le site Natura 2000 est désigné), y compris les couloirs de migration/les voies de migration entre les sites Natura 2000;
- autres zones protégées nationales/régionales et autres zones/habitats (potentiellement) importants pour les espèces protégées⁵⁷;
- répartition⁵⁸ des habitats et espèces protégés par l'UE, en accordant une attention particulière aux espèces sensibles à l'énergie éolienne, telles que les chauves-souris⁵⁹, les oiseaux⁶⁰ et les mammifères marins;
- état de conservation⁶¹ des habitats naturels et/ou des populations des espèces protégées et, si des cartes de sensibilité de la faune et de la flore sauvages au niveau de l'UE sont utilisées, le statut de conservation au niveau de l'UE.

La planification de l'espace en rapport avec les aménagements éoliens doit faire l'objet d'une ESIE, mais aussi, à moins que le filtrage ait exclu la probabilité d'effets significatifs sur les sites Natura 2000, d'une évaluation appropriée. L'EIE est également un cadre approprié à utiliser pour aborder la question des effets cumulatifs. Le processus d'autorisation des parcs éoliens dont le lieu d'implantation a été déterminé sur la base d'une planification stratégique rigoureuse, ayant pris en considération la biodiversité de manière minutieuse et à un stade précoce, sera beaucoup plus fluide que lorsque les préoccupations liées à la biodiversité dans le cadre des projets de parcs éoliens ne sont abordées que plus tard au cours du processus.

L'évaluation d'un plan d'aménagement de l'espace n'enlève rien à la nécessité d'évaluer les projets découlant du plan. Un plan d'aménagement de l'espace devrait idéalement définir des catégories d'emplacements propices aux aménagements éoliens, énumérés par ordre de priorité, allant des emplacements qui permettent un déploiement présentant un faible risque écologique (au regard des objectifs des directives relatives à la conservation de la nature) aux emplacements présentant un déploiement à haut risque écologique. Pour les sites présentant des valeurs exceptionnellement élevées sur le plan de la biodiversité, cela pourrait même conduire à la définition de zones d'exclusion. Le plan d'aménagement de l'espace prévoit des discussions précoces avec les promoteurs de projets afin de garantir qu'un projet envisagé comporte des solutions pour résoudre toutes les questions délicates recensées, en particulier si le projet est situé dans une zone de déploiement à haut risque écologique. L'évaluation des plans d'aménagement de l'espace liés à l'énergie éolienne devrait également guider l'évaluation des projets découlant de ces plans en recensant les principales lacunes en matière de connaissances et la série probable de mesures nécessaires pour éviter ou réduire les effets négatifs significatifs. Il est donc impératif que l'évaluation de ces plans soit étayée par des données de référence adaptées à l'ampleur de ceux-ci. Des informations détaillées sur l'évaluation des plans d'aménagement de l'espace, y compris les données de référence, devraient être mises à la disposition des promoteurs et des autres parties prenantes afin de faciliter l'évaluation des projets.

⁵⁷ Bien que les présentes orientations soient axées sur les sites Natura 2000, la cartographie de la sensibilité de la faune et de la flore sauvages est un outil plus large, qui ne se limite pas aux sites.

⁵⁸ La répartition est souvent peu connue (par exemple, pour les chauves-souris). Les habitats potentiels (par exemple, les résultats de modèles) peuvent également être inclus dans la cartographie de la sensibilité de la faune et de la flore sauvages.

⁵⁹ Les chauves-souris vivent dans un réseau d'habitats fonctionnels et migrent quotidiennement entre les gîtes (de maternité et d'été) et les terrains de chasse et, sur une base saisonnière, entre les régions où la parturition a lieu et celles où elles hibernent.

⁶⁰ Voir, par exemple, le «Document d'Helgoland» réalisé par le groupe de travail interrégional des bureaux régionaux pour la conservation des oiseaux en Allemagne, qui recommande des distances minimales entre les zones où les oiseaux concernés sont observés et les éoliennes (<http://www.vogelschutzwarten.de/downloads/lagvsw2015.pdf>).

⁶¹ Document d'orientation sur la protection stricte des espèces animales d'intérêt communautaire en vertu de la directive «Habitats» 92/43/CEE, https://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/species/guidance/pdf/guidance_fr.pdf

4.1.2 Planification stratégique pour l'énergie éolienne en mer

Deux directives revêtent une importance particulière pour le déploiement de l'énergie éolienne en mer présentant un faible risque écologique: la directive 2014/89/UE établissant un cadre pour la planification de l'espace maritime («directive sur la planification de l'espace maritime») et la directive 2008/56/CE établissant un cadre d'action communautaire dans le domaine de la politique pour le milieu marin (directive-cadre «stratégie pour le milieu marin»). La directive sur la planification de l'espace maritime vise à promouvoir la croissance durable des économies maritimes, le développement durable des espaces maritimes et l'utilisation durable des ressources marines. L'importance de la planification de l'espace maritime est également reconnue par le Forum de l'énergie de la région des mers du Nord⁶² et le Plan d'interconnexion des marchés énergétiques de la région de la Baltique⁶³.

Les méthodes en matière de planification de l'espace devraient reposer sur une approche écosystémique^{64 65}, dans laquelle les plans des États membres issus de la planification de l'espace contribuent au développement durable du secteur de l'énergie en mer, du transport maritime, de la pêche et de l'aquaculture, ainsi qu'à la préservation, à la protection et à l'amélioration de l'environnement. Au niveau d'une mer régionale, il est fortement recommandé que les États membres coopèrent entre eux en matière de planification de l'espace ainsi que d'évaluation et de suivi des effets (cumulatifs) des parcs éoliens en mer.

Les États membres étaient tenus de transposer la directive dans leur législation nationale et de désigner les autorités compétentes au plus tard le 18 septembre 2016. Ils devaient établir des plans issus de la planification de l'espace maritime pour leurs eaux marines au plus tard le 31 mars 2021. La Commission européenne a produit en 2015 un document d'information à l'intention des parties prenantes et des personnes chargées de la planification examinant la directive sur la planification de l'espace maritime en ce qui concerne les secteurs de l'énergie. Un guide pas-à-pas pour la planification de l'espace maritime a été publié par Ehler et Douvère (2009), la plateforme en ligne «European MSP Platform»⁶⁶ offrant pour sa part un portail d'information et de communication destiné à aider tous les États membres de l'UE dans leurs travaux de mise en œuvre de la planification de l'espace maritime. L'UE a fourni des orientations sur la coopération transfrontière dans le domaine de la planification de l'espace maritime (Carneiro, 2017)⁶⁷. L'un des objectifs de la plateforme MSP est de fournir des orientations pour résoudre les conflits potentiels entre secteurs. Elle propose ainsi un certain nombre de solutions pour atténuer le conflit «énergie éolienne – conservation», par exemple le recours à la cartographie de sensibilité fondée sur les SIG pour éviter les habitats essentiels, ou encore la mise en place d'une utilisation polyvalente des zones marines protégées et des parcs éoliens.

Pour les aménagements éoliens en mer, les besoins en matière d'espace sont liés aux éoliennes, aux câbles de connexion entre les éoliennes, aux stations de conversion, aux sous-stations et au câble de transport de l'électricité vers le réseau électrique terrestre. Du fait de la connexion entre les infrastructures en mer et les infrastructures terrestres, il est essentiel que la planification de l'espace maritime prenne en considération les interactions terre-mer. La Commission européenne a également fourni des orientations sur les interactions terre-mer dans la planification de l'espace maritime (2018)⁶⁸.

⁶² Voir la déclaration politique sur la coopération énergétique entre les pays de la région des mers du Nord – groupe de soutien n° 1 sur la planification de l'espace maritime; <https://webgate.ec.europa.eu/maritimeforum/en/frontpage/1138>

⁶³ Voir la stratégie de l'UE pour la région de la mer Baltique

https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docoffic/official/communic/baltic/action_20032017_en.pdf

⁶⁴ Voir la note de synthèse «Implementing the Ecosystem-Based Approach in Maritime Spatial Planning» (version du 25.10.2018); https://www.msp-platform.eu/sites/default/files/20181025_ebainmsp_policybrief_mspplatform.pdf

⁶⁵ Voir HELCOM, Guideline for the implementation of ecosystem-based approach in Maritime Spatial Planning (MSP) in the Baltic Sea area;

http://www.helcom.fi/Documents/Action%20areas/Maritime%20spatial%20planning/Guideline%20for%20the%20implementation%20of%20ecosystem-based%20approach%20in%20MSP%20in%20the%20Baltic%20Sea%20area_June%202016.pdf

⁶⁶ <https://www.msp-platform.eu/msp-eu/introduction-msp>

⁶⁷ <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/985c28bb-45ab-11e7-aea8-01aa75ed71a1>

⁶⁸ Les travaux concernant la planification de l'espace maritime menés dans le cadre de la coopération régionale pour la mer du Nord et la mer Baltique [Forum sur l'énergie de la région des mers du Nord (<https://ec.europa.eu/energy/en/events/north-seas-energy-forum>) et PIMERB (<https://ec.europa.eu/energy/en/topics/infrastructure/high-level-groups/baltic-energy-market-interconnection-plan>)] sont également pertinents.

La directive-cadre «stratégie pour le milieu marin» vise principalement à parvenir à un bon état écologique des eaux marines de l'UE d'ici 2020. Elle définit, en son article 3, le bon état écologique comme étant un «état écologique des eaux marines tel que celles-ci conservent la diversité écologique et le dynamisme d'océans et de mers qui soient propres, en bon état sanitaire et productifs». Le bon état écologique signifie que les différentes utilisations des ressources marines se font à un niveau durable, garantissant leur continuité pour les générations futures. En outre, le bon état écologique signifie que:

- les écosystèmes, et leurs propriétés hydromorphologiques (c'est-à-dire la structure et l'état des ressources en eau), physiques et chimiques, sont pleinement fonctionnels et capables de s'adapter aux changements environnementaux induits par les hommes;
- le déclin de la biodiversité causé par les activités humaines est évité et la biodiversité est protégée;
- les activités humaines qui se traduisent par des apports anthropiques de substances et d'énergie dans le milieu marin ne provoquent pas d'effets dus à la pollution. Le bruit émis par les activités humaines est compatible avec le milieu marin et ses écosystèmes.

Pour aider les États membres à interpréter ce que signifie concrètement le bon état écologique, la directive présente, à l'annexe I, onze descripteurs qualitatifs décrivant à quoi ressemblera l'environnement lorsque le bon état écologique aura été atteint. En particulier, les descripteurs du bon état écologique suivants, pertinents pour les aménagements éoliens en mer et la législation de l'UE relative à la conservation de la nature, sont couverts par les présentes orientations:

- Descripteur 1. La diversité biologique est conservée.
- Descripteur 6. Le niveau d'intégrité des fonds marins garantit que les fonctions des écosystèmes sont préservées.
- Descripteur 7. Une modification permanente des conditions hydrographiques ne nuit pas à l'écosystème
- Descripteur 11. L'introduction d'énergie, y compris de sources sonores sous-marines, ne nuit pas à l'écosystème.

4.2 Utilisation de la cartographie de la sensibilité de la faune et de la flore sauvages pour la planification stratégique de l'énergie éolienne

4.2.1 Introduction

Les cartes de sensibilité de la faune et de la flore sauvages sont reconnues comme un outil efficace pour recenser les zones dans lesquelles le développement des énergies renouvelables pourrait être préjudiciable à des communautés sensibles de végétaux et d'animaux sauvages et devrait donc être évité. Elles peuvent être utilisées pour identifier, à un stade précoce du processus de planification, les zones abritant des communautés écologiques sensibles aux effets des aménagements éoliens.

La Commission a soutenu l'élaboration d'un manuel de cartographie de la sensibilité de la faune et de la flore sauvages; il s'agit d'un outil pratique pour l'établissement de cartes de sensibilité de la faune et de la flore sauvages dans le contexte des énergies renouvelables dans l'UE (voir l'annexe D). Ce manuel présente un aperçu complet des ensembles de données, méthodologies et applications SIG nécessaires à l'élaboration d'approches efficaces (en matière de sensibilité de la faune et de la flore sauvage) dans le contexte de l'UE. Il se concentre sur les espèces et les habitats protégés par les directives de l'UE relatives à la conservation de la nature, en mettant particulièrement l'accent sur les oiseaux, les chauves-souris et les mammifères marins.

Les cartes de sensibilité de la faune et de la flore sauvages éclairent généralement les décisions de planification stratégique au cours de la phase initiale de sélection des sites du processus de développement et sont donc conçues pour s'appliquer à l'échelle d'un paysage, souvent avec une couverture régionale, nationale ou multinationale. Ainsi, les approches fondées sur la cartographie de la sensibilité de la faune et de la flore sauvages ne remplacent la nécessité ni d'une évaluation appropriée par site au titre de l'article 6, paragraphe 3, de la directive «Habitats» ni des évaluations des incidences sur l'environnement (EIE). Toutefois, elles peuvent également être utilisées dans le cadre des EIE et dans la phase postérieure à l'autorisation, pour éclairer les décisions en matière de micro-implantation et les éventuelles exigences en matière de gestion.

Les cartes de sensibilité de la faune et de la flore sauvages utilisent des systèmes d'information géographique (SIG) pour rassembler, analyser et afficher des données spatiales et géographiques. Elles utilisent des données spatiales relatives à la biodiversité concernant les espèces et/ou les sites. Elles se fondent généralement sur des ensembles de données existants relatifs à la biodiversité, mais il arrive que des données soient collectées spécifiquement aux fins de l'établissement d'une carte de sensibilité de la faune et de la flore sauvages. La plupart des approches ne se limitent pas au simple affichage d'ensembles de données géographiques – limites des sites, aires de répartition et enregistrements des espèces, caractéristiques géographiques – mais attribuent également des valeurs de sensibilité dérivées des données. Elles sont prédictives, formulant une prévision de la sensibilité potentielle sur un ou plusieurs sites, ou à l'échelle plus large d'un paysage, sur la base des meilleures données disponibles et de modélisations mathématiques et graphiques.

Il convient toutefois de garder à l'esprit certaines limitations de la cartographie de la sensibilité de la faune et de la flore sauvages. Premièrement, elle ne devrait pas être utilisée comme instrument permettant d'indiquer des sites appropriés alternatifs, étant donné que les décisions à cet égard dépendent également de plusieurs autres contraintes et conditions. Deuxièmement, certains taxons se révéleront inévitablement plus difficiles à évaluer, en raison de données limitées sur leur répartition et de connaissances incomplètes sur la manière dont ils sont touchés. Pour ces groupes, une analyse plus rudimentaire et une interprétation plus prudente seront nécessaires.

4.2.2 Exemples d'approches fondées sur la cartographie de la sensibilité de la faune et de la flore sauvages pour les aménagements éoliens terrestres et en mer

La cartographie de la faune et de la flore sauvages est le plus souvent associée à l'énergie éolienne, et la grande majorité des approches ont consisté à cartographier des communautés d'oiseaux considérées comme sensibles à l'exploitation des parcs éoliens (terrestres et en mer). Pour d'autres espèces, telles que les chauves-souris, cette cartographie est plus difficile à employer efficacement, mais elle peut être utilisée parmi une série d'outils destinés à aider à la planification stratégique lorsque les données sous-jacentes existent.

Le présent chapitre met en évidence certaines applications relevant des bonnes pratiques en matière de cartographie de la sensibilité de la faune et de la flore sauvages dans le domaine de l'énergie éolienne terrestre et en mer. De plus amples informations sur ces études de cas figurent dans le manuel de cartographie de la sensibilité de la faune et de la flore sauvages.

L'Étude de cas 4-1 présente la carte de la sensibilité aux parcs éoliens pour les oiseaux et les chauves-souris en Flandre (Belgique), l'une des rares approches combinées pour les oiseaux et les chauves-souris en matière de cartographie de la faune et de la flore sauvages. L'Étude de cas 4-2 se concentre sur la carte de sensibilité des oiseaux planeurs au développement de l'énergie éolienne en Thrace (Grèce). L'Étude de cas 4-3 présente SeaMaST, un outil qui permet de cartographier la sensibilité des oiseaux marins et des oiseaux côtiers aux parcs éoliens en mer dans les eaux territoriales anglaises.

Étude de cas 4-1: carte de la sensibilité aux parcs éoliens pour les oiseaux et les chauves-souris en Flandre (Belgique)

La carte de la sensibilité aux parcs éoliens pour les oiseaux et les chauves-souris en Flandre vise à indiquer les zones dans lesquelles l'implantation d'éoliennes pourrait présenter un risque pour les oiseaux ou les chauves-souris. Elle est destinée à informer et à orienter davantage les évaluations par site et la planification stratégique. Il s'agit d'un exemple de carte de sensibilité multi-espèces, qui montre comment des groupes différents peuvent être évalués dans un seul outil.

La carte classe la région selon quatre catégories de risque: risque élevé, risque moyen, risque potentiel et risque faible/absence de données. Les cartes de sensibilité et les lignes directrices qui les accompagnent sont fréquemment utilisées dans les décisions d'implantation en Flandre. Les promoteurs de projets et les sociétés de conseil les utilisent pour la planification stratégique et comme «point de départ» pour les évaluations de projets plus détaillées au niveau des sites. Les autorités locales et régionales y recourent aux mêmes fins et pour vérifier si les promoteurs de projets et les sociétés de conseil ont bien fait leur travail. Il convient de souligner que, pour les zones à haut risque, l'évaluation locale devrait être plus détaillée. Bien que certains aspects de la carte soient spécifiques à la Flandre, les principes pourraient être aisément appliqués ailleurs.

Carte de sensibilité pour les oiseaux

L'instrument comprend une cartographie de la vulnérabilité des oiseaux fondée sur un SIG, qui est composée de neuf cartes thématiques (par exemple, aires de ravitaillement et de repos pour les oiseaux aquatiques non nicheurs, routes de migration saisonnières) et d'une carte de prévision relative aux habitats. Il est préférable d'examiner ces couches individuellement, mais elles peuvent également être superposées pour donner une vue d'ensemble de toutes les sensibilités potentielles. Les couches superposées (comme carte de synthèse) sont présentées ci-dessous, les catégories de sensibilité étant les suivantes: risque élevé (3), risque moyen (2), risque potentiel (1) et risque faible/absence de données (0). Cette carte peut être consultée en détail dans une application web, qui fournit également d'autres cartes importantes (telles que les réserves naturelles protégées, les zones Natura 2000, etc.).

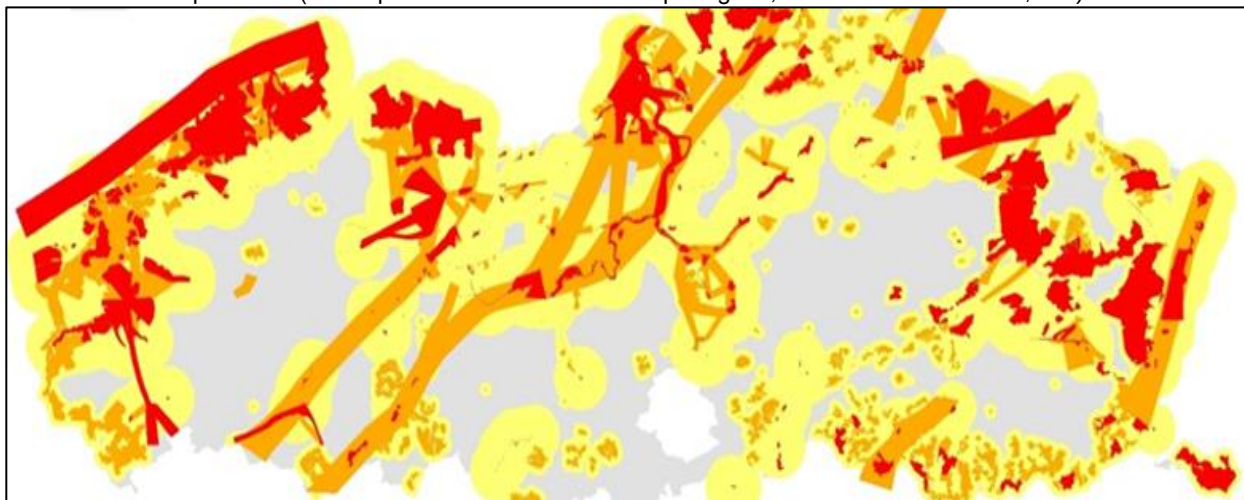


Figure 4-1: carte synthétique de la sensibilité des oiseaux aux éoliennes en Flandre (rouge: risque élevé; orange: risque moyen; jaune: risque potentiel; gris: informations insuffisantes)

Carte de sensibilité pour les chauves-souris

La carte de sensibilité pour les chauves-souris (voir la Figure 4-2) diffère des cartes thématiques pour les oiseaux susmentionnées. Elle repose sur l'identification d'un habitat approprié (au moyen de photographies aériennes et d'un inventaire de l'occupation des terres réalisé sur le terrain), qui a servi de facteur prédictif de la présence de chauves-souris.



Figure 4-2: extrait de la carte de sensibilité pour les chauves-souris en Flandre (orange: risque; jaune: risque potentiel; gris: informations insuffisantes)

Il existe deux réserves principales concernant l'utilisation de ce type de cartes pour les chauves-souris. Premièrement, les modèles fondés sur le caractère adéquat des habitats sont beaucoup plus précis pour les espèces qui sont spécifiques à un type d'habitat (il s'agit généralement d'espèces de l'annexe II qui sont moins exposées au risque lié aux aménagements éoliens). Les espèces qui sont davantage exposées à un risque ne sont généralement pas spécifiques à un type d'habitat et sont donc plus répandues et plus communes; on les trouve même dans des habitats qui seraient

considérés comme sous-optimaux pour les chauves-souris. Par exemple, au Royaume-Uni, une proportion élevée des pipistrelles communes et des pipistrelles pygmées victimes d'accidents sont retrouvées dans des lieux qui ne sont a priori pas considérés comme particulièrement adaptés aux chauves-souris (par exemple, des hautes terres dépourvues d'arbres et de haies), mais qui se prêtent aux aménagements éoliens. Deuxièmement, bien que les prévisions relatives aux habitats soient combinées à des données telles que la localisation des gîtes pour établir des zones présentant un risque différentiel, dans la pratique, les données font défaut dans tous les États membres.

Source: <https://geo.inbo.be/windturbines/>

Informations générales et orientations dans le rapport (en néerlandais):

Everaert J. (2015). *Effecten van windturbines op vogels en vleermuizen in Vlaanderen. Leidraad voor risicoanalyse en monitoring. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2015* (INBO.R.2015.6498022). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Bruxelles.

Résumé (en anglais) dans la présentation: Everaert (2018). Wind farm sensitivity map for birds and bats in Flanders (Belgium). Presentation at workshop to prepare an instructional toolkit outlining the development and implementation of Wildlife Sensitivity Mapping to inform renewable energy deployment in the EU, 22.10.2018, Bruxelles, Belgique. https://pureportal.inbo.be/portal/files/16505980/sensitivitymaps_Joris_Everaert_voorpdf.pptx

Étude de cas 4-2: carte de sensibilité des oiseaux planeurs au développement de l'énergie éolienne en Thrace (Grèce)

La région de Thrace présente une valeur ornithologique exceptionnelle dans la mesure où elle abrite des habitats d'importance européenne, principalement pour les grands oiseaux de proie et les oiseaux aquatiques. Une grande partie de la région a été sélectionnée comme zone prioritaire pour le développement de l'énergie éolienne, étant donné qu'elle est également l'une des régions présentant le potentiel éolien le plus élevé en Grèce continentale. Plus précisément, la majeure partie du nome d'Évros et une partie du nome de Rhodope ont été identifiés comme la zone éolienne prioritaire 1 (ZEP 1) dans le cadre du plan national d'aménagement de l'espace pour les énergies renouvelables. La ZEP 1 s'étend sur environ la moitié des sites Natura 2000 de la région, y compris les deux parcs nationaux, et couvre en partie la zone utilisée par les oiseaux de proie dans la région. La moitié de la ZEP 1 (53 %) se situe dans la zone centrale de la population de vautours moines (*Aegypius monachus*) et couvre également la zone du parc national de Dadia, qui fait l'objet d'une protection stricte.

Afin de déterminer les conditions permettant d'assurer le développement durable des parcs éoliens en Thrace, le WWF Grèce a élaboré une proposition pour la sélection des sites des parcs éoliens dans la ZEP 1 (WWF Greece, 2008). La proposition comporte une carte de sensibilité des oiseaux planeurs qui fournit aux autorités, aux investisseurs et aux autres parties prenantes les informations nécessaires à la prise de décisions éclairées. La carte divise la région en deux catégories distinctes, fondées sur la répartition des espèces d'oiseaux hautement vulnérables, à savoir les «zones d'exclusion» et les «zones de protection renforcée». Les zones d'exclusion sont des zones où l'installation de parcs éoliens devrait être exclue. À l'inverse, les zones de protection renforcée sont des endroits où des parcs éoliens peuvent être installés, moyennant des mesures d'atténuation appropriées. Dans le cadre de la sélection globale du site, les zones de sensibilité pour les colonies de vautours moines et de vautours fauves ont été recouvertes par les territoires de la cigogne noire et par les parcs nationaux.

Une carte de sensibilité pour la population de vautours moines a été établie, sur la base d'un système de conservation hiérarchisé en neuf zones (voir la Figure 4-3). Ce système inclut une zone centrale d'importance vitale (les individus y passent en moyenne 70 % du temps), une zone non centrale et une zone périphérique (les individus y passent moins de 5 % du temps). Les zones centrale et non centrale sont ensuite chacune subdivisées en quatre zones de conservation de priorité différente, en fonction de la part de la population qui utilise chaque zone (1: < 25 %, 2: < 50 %, 3: < 75 %, 4: > 75 %), sur la base d'une analyse du domaine vital de 19 individus marqués.

Cette modélisation de l'utilisation du domaine vital a été combinée à un modèle de risque de collision afin de prédire la mortalité par collision cumulée pour le vautour moine imputable à l'ensemble des parcs éoliens proposés et en exploitation. Le modèle prévoyait quatre taux d'évitement différents pour le vautour.

Sur la base d'une carte de sensibilité, une solution spatialement explicite a été définie pour atteindre l'objectif national en matière d'exploitation de l'énergie éolienne à un coût minimal pour la conservation, équivalent à une perte de population de moins de 1 %, à condition que la mortalité de la population (5,2 %) causée par les parcs éoliens en exploitation dans la zone centrale soit intégralement atténuée. Dans les autres scénarios, la population de vautours serait probablement gravement menacée d'extinction.

Les conclusions ont souligné la nécessité de désigner officiellement la zone centrale de la population comme **zone d'exclusion pour les parcs éoliens**, étant donné qu'il s'agit de la zone la plus vitale pour la survie de la population. Il a

également été constaté qu'elle représentait la quasi-totalité de la mortalité par collision cumulée pour le vautour moine, et qu'elle était également importante pour d'autres espèces exposées au risque de collision.

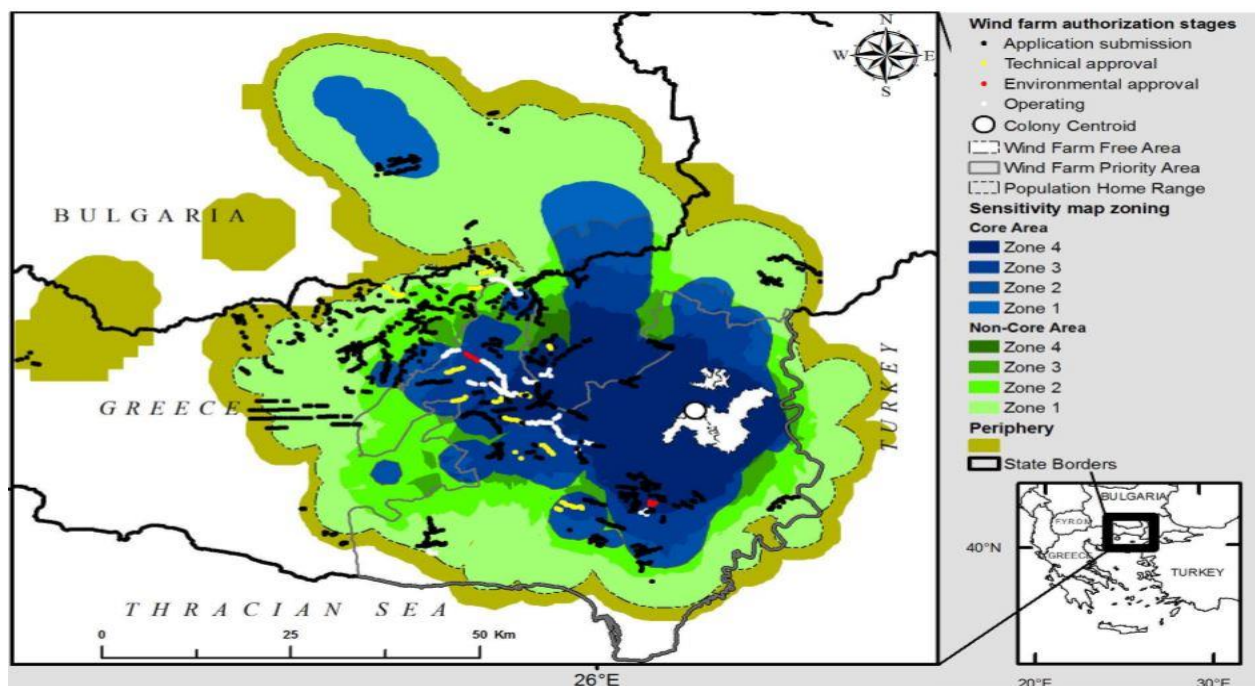


Figure 4-3: parcs éoliens à différents stades de l'autorisation, sur une carte de sensibilité pour le vautour moine. Un grand nombre de parcs éoliens sont concentrés dans des zones d'importance vitale pour la conservation (les individus y passent en moyenne 70 % du temps), comme l'indique la carte de sensibilité à neuf zones pour le vautour moine (*Aegypius monachus*) (tiré de Vasilakis et al., 2016)

Bien que la carte de sensibilité n'ait pas été adoptée formellement, elle est utilisée par les promoteurs et les autorités compétentes lors de la phase de conception et d'évaluation des projets de parcs éoliens en Thrace. Malgré son absence de statut juridique, elle est considérée comme la base scientifique la plus solide pour la planification.

Source:

- Vasilakis D., Whitfield P., Schindler S., Poirazidis K. et Kati V., 2016. Reconciling endangered species conservation with windfarm development: Cinereous vultures (*Aegypius monachus*) in south-eastern Europe; Biological Conservation 196 (2016) 10-17.
- Vasilakis D., Whitfield P., Kati V., 2017. A balanced solution to the cumulative threat of industrialised wind farm development on cinereous vultures (*Aegypius monachus*) in south-eastern Europe. PLoS ONE 12(2): e0172685.doi:10.1371/journal.pone.0172685.

Étude de cas 4-3: SeaMaST (Seabird Mapping and Sensitivity Tool): outil d'évaluation des effets des parcs éoliens dans les eaux territoriales anglaises

L'outil SeaMaST (Seabird Mapping and Sensitivity Tool), qui relève des systèmes d'information géographique, a été créé pour apporter des éléments probants concernant l'utilisation des zones maritimes par les oiseaux marins et les oiseaux côtiers dans les eaux territoriales anglaises, en dressant la cartographie de leur sensibilité relative aux parcs éoliens en mer.

SeaMaST utilise des données de haute qualité issues d'études sur les oiseaux marins, recueillies lors d'études menées en mer dans le cadre de deux grandes bases de données sur les oiseaux marins, à savoir l'enquête European Seabirds at Sea (ESAS), réalisée depuis un bateau, et les séries de données provenant des relevés aériens de WWT Consulting. Il contient actuellement des informations sur 53 espèces pour les familles suivantes: *Anatidae* (canards), *Gaviidae* (gaviidés), *Podicipedidae* (grèbes), *Procellariidae* (fulmars), *Hydrobatidae* (pétrels tempête), *Sulidae* (fous), *Phalacrocoracidae* (cormorans), *Scolopacidae* (bécasseaux), *Stercorariidae* (labbes), *Laridae* (mouettes et goélands), *Sternidae* (sternes) et *Alcidae* (alques). Un modèle de densité de surface a été élaboré pour cartographier la densité de ces oiseaux marins dans les eaux territoriales anglaises jusqu'à 200 milles marins ou jusqu'à la limite des eaux territoriales voisines.

Des scores de sensibilité ont été calculés sur la base de quatre facteurs représentant l'importance du point de vue de la conservation (facteurs a à d) et de six aspects liés au comportement des espèces, appelés «facteurs de vulnérabilité des espèces» (points e à j): statut au regard de la directive «Oiseaux» (a); pourcentage de la population biogéographique présente en Angleterre/dans les eaux anglaises au cours d'une saison donnée (b); taux de survie des adultes (c); statut de la menace au Royaume-Uni (d); altitude de vol (e); manœuvrabilité du vol (f); pourcentage du temps passé en vol (g); activité de vol nocturne (h); perturbation par les structures de parcs éoliens, le trafic maritime et les hélicoptères (i); et spécialisation à l'habitat (j).

Les scores de la cartographie de la sensibilité ont été appliqués au facteur de densité de chaque espèce dans chaque maille de 3 km x 3 km du réseau afin de produire des cartes de sensibilité distinctes et combinées pour les collisions et les déplacements.

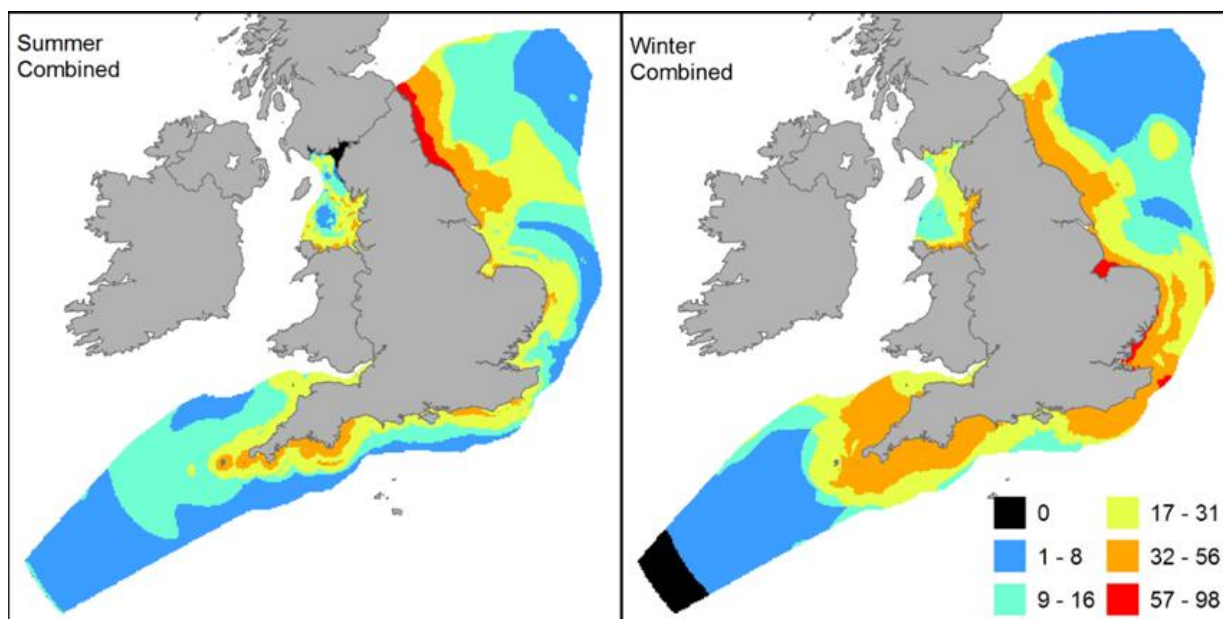


Figure 4-4: exemples de cartes de sensibilité aux parcs éoliens produites par SeaMaST

L'outil SeaMaST s'appuie sur une combinaison de données de haute qualité et de méthodes éprouvées. Il a permis l'établissement de cartes de sensibilité de haute qualité pour les oiseaux marins dans les eaux territoriales anglaises. Les méthodes pourraient être étendues à d'autres régions et/ou pourraient être appliquées ailleurs.

Cet outil est libre d'accès en tant que ressource SIG destinée à être utilisée par l'industrie de l'énergie éolienne en mer et les responsables de la planification de l'espace marin. À ce jour, son utilisation a été encouragée en vue d'informer le développement des parcs éoliens et la planification de l'espace marin. Bien que cette cartographie n'ait pas été formellement intégrée dans le processus de planification, elle est régulièrement utilisée par les autorités, les ONG, etc.

Source: <http://bit.ly/2xON74V>

4.3. Utilisation polyvalente des sites d'aménagements éoliens

L'utilisation combinée des terres sur les sites des aménagements éoliens avec d'autres activités économiques (par exemple, d'autres sources d'énergie renouvelables, l'aquaculture), ou même avec des projets de conservation ou de restauration de la nature, constitue un excellent moyen de mettre en œuvre la planification de l'espace. L'objectif est de réduire au minimum les effets négatifs de l'énergie éolienne sur la biodiversité et même, dans un nombre croissant de cas, de renforcer la biodiversité sur ces sites.

On trouve déjà en Europe des exemples de sites abritant au même endroit des aménagements éoliens et d'autres systèmes d'énergie renouvelable comme moyen de fluidifier la production d'électricité (Natural Power, 2018). C'est notamment le cas du site de Schneebergerhof, qui abrite à la fois un parc éolien et une centrale photovoltaïque (voir la Figure 4-5). Bien que les conditions techniques et économiques puissent limiter l'utilisation à l'échelle industrielle de la technologie de stockage dans des accumulateurs (WindEurope, 2017b), la suppression de ces obstacles est de nature à

faciliter les futurs plans concernant des installations implantées au même endroit. Cette technologie de stockage comporte un certain nombre d'avantages, notamment le fait qu'elle offre un moyen plus constant d'équilibrer l'offre et la demande d'énergie.



Figure 4-5: parc éolien en co-implantation de Schneebergerhof, Allemagne⁶⁹

Les aménagements éoliens terrestres sont généralement implantés au même endroit que d'autres utilisations des terres, telles que l'agriculture et, de plus en plus, la sylviculture (Richarz, 2014; Helldin, 2017). De nouvelles possibilités de colocalisation dans le milieu marin sont également à l'étude dans plusieurs États membres, l'accent étant mis en particulier sur l'évaluation de la faisabilité commerciale de la conchyliculture en mer (Buck et al., 2017; Syvret et al., 2013).

L'Étude de cas 4-4 et l'Étude de cas 4-5 fournissent des exemples spécifiques d'utilisations polyvalentes des sites d'aménagements éoliens en mer. Les îlots énergétiques constituent un autre exemple d'utilisation polyvalente; ceux-ci offrent des possibilités non seulement d'implantation d'installations de production d'énergie éolienne et d'autres énergies renouvelables, mais aussi de création d'habitats, d'activités aquacoles, etc. On citera par exemple le North Sea Wind Power Hub⁷⁰, un projet mené par un consortium d'entreprises du secteur de l'énergie (Gasunie, Tennet, Energinet) et le port de Rotterdam.

Étude de cas 4-4: projet Edulis, exemple de production d'énergie éolienne et d'aquaculture combinées en mer du Nord (Belgique)



L'augmentation des activités maritimes sur la côte, la demande croissante des consommateurs en faveur d'une production alimentaire durable et locale et l'amélioration des technologies poussent les activités aquacoles à se délocaliser en mer, que ce soit dans l'UE ou dans le reste du monde. La co-implantation de parcs éoliens en mer et de

⁶⁹ Source: © Armin Kübelbeck. (CC BY-SA 3.0) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Schneebergerhof_01.jpg Wind Park Schneebergerhof: <https://www.juwi.com.au/wind-energy/references/detail/artikelansicht/wind-park-schneebergerhof/>

⁷⁰ <https://northseawindpowerhub.eu/>

fermes aquacoles pourrait garantir la production d'énergie renouvelable tout en augmentant la sécurité alimentaire, l'emploi et la production locale. Des études pilotes en mer du Nord ont démontré que les conditions biologiques et chimiques le long de la côte belge de la mer du Nord sont parfaitement adaptées à la mytiliculture. Le projet Edulis (2016-2018) est un exemple phare au niveau mondial d'aquaculture pratiquée au sein de parcs éoliens en mer, dans un environnement difficile du point de vue climatique. Dans le cadre de ce projet, les difficultés techniques ont été évaluées et les travaux consistent désormais à élaborer un plan d'entreprise pour démarrer l'aquaculture commerciale au large des côtes de la mer du Nord.

Le projet Edulis a été le premier essai pilote concernant la mytiliculture en mer dans un parc éolien. Il s'agissait d'une collaboration entre l'université de Gand, l'Institut de l'agriculture, de la pêche et de la recherche alimentaire (Instituut voor Landbouw-, Visserij - en Voedingsonderzoek - ILVO), cinq partenaires du secteur privé (Belwind, Brevisco, C-Power, Colruyt Group et DEME Group) et un troisième partenaire de recherche (OD Natural Environment). Edulis a étudié la faisabilité de la mytiliculture dans les parcs éoliens en mer, à 30-50 kilomètres au large de la côte belge. Le projet a permis de produire d'importantes données probantes sur:

- la faisabilité biologique de la mytiliculture au large des côtes de la mer du Nord belge;
- la faisabilité technique et les exigences d'un système de mytiliculture en mer du Nord belge;
- les possibilités d'intégrer la mytiliculture aux activités éoliennes existantes;
- la rentabilité de la mytiliculture commerciale en mer;
- la durabilité de mytiliculture en mer et ses effets sur la qualité de l'eau de mer.

Le projet Edulis est un exemple phare de collaboration entre le secteur privé et le secteur public, y compris les instituts de recherche, visant à démontrer la faisabilité d'une utilisation polyvalente des parcs éoliens en mer. Le gouvernement belge utilise les résultats de ce projet pour ouvrir des possibilités d'utilisation polyvalente des sites en mer du Nord belge.

Source: <http://www.aqua.ugent.be/edulis>

Étude de cas 4-5: rétablissement de l'huître plate dans les parcs éoliens en mer (Pays-Bas)

Aux Pays-Bas, le ministère des affaires économiques a créé le consortium néerlandais pour l'huître plate (POCC), avec le soutien de partenaires tels que l'université de Wageningen, le WWF et Ark Natuur. Le consortium évalue actuellement la faisabilité (survie, croissance et reproduction) du rétablissement de populations d'huître plate en mer du Nord néerlandaise. Les travaux ont commencé par une étude documentaire commandée en 2015. L'étude souligne que les activités de chalutage de fond intenses ont été à l'origine de la surexploitation et de la destruction des habitats de l'huître plate dans la partie néerlandaise de la mer du Nord. L'étude a également conclu qu'il existe des conditions environnementales propices au rétablissement de l'huître plate en mer du Nord et a élaboré un plan de mise en œuvre d'une phase pilote comprenant quatre projets (Borkum Reef, Wadden Sea Survey – Shipwreck Platform et Voordelta). Ces activités et d'autres ont permis de restreindre le champ des travaux de rétablissement de l'huître dans les parcs éoliens néerlandais actuels et programmés. Le rapport de recherche de Wageningen Marine Research intitulé «Flat Oyster on offshore wind farms» comporte une évaluation des emplacements les plus appropriés pour les travaux de restauration potentielle des bancs d'huîtres, du point de vue des caractéristiques des habitats, y compris les conditions des fonds marins, la stabilité et l'autosuffisance potentielle de la dispersion larvaire. L'étude part du principe qu'aucune activité perturbant les fonds marins n'est exercée sur ces sites.

Cette étude de cas démontre le potentiel d'exploitation des parcs éoliens en mer en tant que sites susceptibles de soutenir activement la conservation de la nature. Les parcs éoliens en mer créent des zones qui sont fermées au chalutage de fond. Étant donné que les activités perturbant les fonds marins constituent l'une des principales menaces pour la biodiversité marine en mer du Nord, il s'agit là d'un avantage majeur. De ce fait, les parcs éoliens en mer peuvent offrir des possibilités concrètes de conservation de la nature (en interdisant les activités perturbant les fonds marins) et de restauration de populations (en ce qui concerne, par exemple, l'huître plate) et peuvent avoir des effets positifs potentiels supplémentaires (s'ils sont associés à l'aquaculture).

Source: rapport sur l'huître plate dans les parcs éoliens en mer: <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/523647>

5. AMÉNAGEMENTS ÉOLIENS TERRESTRES: EFFETS POTENTIELS

5.1 Introduction

5.1.1 Types d'incidences

Le présent chapitre passe en revue les principaux types d'incidences des aménagements éoliens terrestres. Ces incidences peuvent avoir des effets significatifs sur les habitats et les espèces protégés par les directives «Habitats» et «Oiseaux».

L'objectif du présent chapitre est de fournir aux promoteurs, aux ONG, aux consultants et aux autorités nationales compétentes un aperçu des incidences potentielles sur différents groupes récepteurs d'habitats et d'espèces protégés par l'UE. Ces incidences devraient être prises en considération lors de l'élaboration ou de la révision d'un plan ou d'un projet éolien terrestre. Toutefois, étant donné que le recensement des effets significatifs probables doit toujours s'effectuer au cas par cas, l'effet réel d'un projet d'aménagement éolien sur les espèces et les habitats protégés par l'UE sera très variable. Il existe de toute évidence de nombreux cas dans lesquels des aménagements bien conçus et localisés de manière appropriée n'ont pas d'effet significatif probable, tandis que d'autres sont susceptibles d'entraîner plusieurs effets significatifs.

Il est largement admis que le passage aux énergies renouvelables bénéficie à la biodiversité mondiale d'une manière relativement simple à évaluer. Toutefois, l'interaction locale entre un aménagement éolien spécifique et les habitats et espèces protégés par l'UE est généralement plus complexe et plus incertaine. C'est pourquoi il est essentiel d'examiner chaque plan ou projet au cas par cas. Enfin, chaque évaluation devrait s'effectuer «à un niveau de détail proportionné aux risques et aux effets probables, ainsi qu'à l'importance, à la vulnérabilité et au caractère irremplaçable probables de la biodiversité affectée» (Brownlie et Treweek, 2018).

Les effets des aménagements éoliens terrestres peuvent survenir dans une ou plusieurs des cinq phases classiques des aménagements éoliens:

- la préconstruction (par exemple, équipement météorologique, défrichement);
- la construction (construction de routes d'accès, des plateformes, des éoliennes, etc. et transport de matériel);
- l'exploitation (y compris la maintenance);
- le rééquipement (adaptation du nombre, du type et/ou de la configuration des éoliennes dans un parc éolien existant);
- le démantèlement (suppression du parc éolien ou de certaines éoliennes).

Il convient de noter que l'incidence potentielle du rééquipement peut différer de celle du projet initial. Par exemple, l'utilisation d'éoliennes plus grandes peut accroître la zone de risque de collision (en augmentant la surface totale balayée par le rotor), mais permet de réduire la vitesse de rotation des éoliennes. Ainsi, le risque de collision pourrait se déplacer d'un groupe de récepteurs sensibles aux modifications de la vitesse de rotation des éoliennes (par exemple, les grands oiseaux de proie) à un groupe de récepteurs sensibles à la surface totale balayée par le rotor (par exemple, les chauves-souris).

Lors de l'évaluation des effets significatifs probables des aménagements éoliens terrestres sur les habitats et espèces protégés par l'UE, il importe de garder à l'esprit que ces effets peuvent résulter de l'empreinte globale du projet, c'est-à-dire non seulement des éoliennes elles-mêmes, mais aussi des infrastructures associées. Par exemple, il est possible d'observer une incidence causée par les routes d'accès, par l'accès au site (par exemple, pour les travaux de maintenance ou pendant la construction), par les mâts d'anémomètre, les éléments de construction, les fondations, les installations temporaires des contractants, les connexions électriques souterraines et aériennes pour l'accès au réseau, les déblais, et/ou par toute sous-station, tout bâtiment de contrôle, etc.

Les incidences potentielles peuvent être temporaires ou permanentes. Elles peuvent résulter d'activités menées à l'intérieur ou à l'extérieur des limites du site Natura 2000. Dans le cas des espèces mobiles, elles peuvent toucher des individus qui se trouvent très éloignés des sites Natura 2000 concernés. Par exemple, un site peut être désigné parce qu'il abrite des chauves-souris qui y hibernent alors qu'elles se reproduisent à une certaine distance de là; la mortalité de ces reproducteurs affecterait la population du site. Le plan ou projet peut à lui seul entraîner des effets, qui peuvent survenir à des moments différents pendant le cycle de vie du projet. Les plans et les projets dont l'action conjuguée produit des effets cumulatifs sont de plus en plus importants, à mesure que l'énergie éolienne se développe pour atteindre les objectifs en matière d'énergies renouvelables.

Dans les sous-chapitres suivants, les types d'incidences sont décrits pour chacun des grands groupes de récepteurs. Le Tableau 5-1 donne une vue d'ensemble. La description se fonde sur une analyse approfondie de la littérature spécialisée. Bien qu'il subsiste de nombreuses incertitudes, notamment en ce qui concerne les technologies innovantes et les mesures d'atténuation, les connaissances se développent rapidement, souvent grâce à un suivi accru et amélioré; au cours des prochaines années, des conclusions beaucoup plus intéressantes devraient être disponibles.

Tableau 5-1: aperçu des incidences des aménagements éoliens terrestres

Récepteur	Incidences de l'énergie éolienne terrestre
Habitats	- Perte et dégradation d'habitats - Fragmentation des habitats - Perturbation des habitats - Introduction d'espèces exotiques envahissantes (EEE) au cours de la construction (sols contaminés par des graines d'EEE) - Création d'habitats (création d'habitats en dehors du parc éolien pour attirer les oiseaux vers ces habitats et les écarter du parc éolien; création d'habitats sur des terres agricoles exploitées de manière intensive en offrant des surfaces résiduelles exploitées moins intensivement) - Modifications du microclimat - Tassement du sol - Effets indirects
Chauves-souris	- Perte et dégradation d'habitats - Perturbations et déplacement - Fragmentation des habitats - Collision - Effet de barrière - Barotraumatisme (c'est-à-dire, dommages aux tissus corporels causés par une différence de pression) - Perte ou déplacement de corridors de vol et de gîtes - Disponibilité accrue de proies invertébrées, et donc augmentation du risque de collision du fait de l'éclairage nocturne - Effets indirects
Oiseaux	- Perte et dégradation d'habitats - Perturbations et déplacement - Fragmentation des habitats - Collision - Effet de barrière - Effets indirects
Autres espèces	- Perte et dégradation d'habitats - Fragmentation des habitats - Perturbations et déplacement - Effets indirects

5.1.2 Mesures d'atténuation

Après examen des types d'incidences énumérés ci-dessus, chaque sous-chapitre décrit les mesures d'atténuation possibles pour éviter ou réduire les effets significatifs probables⁷¹.

Les mesures d'atténuation sont très importantes dans les évaluations des incidences. Si des incidences négatives sur l'intégrité du site ont été recensées lors de l'évaluation appropriée ou ne peuvent être exclues, le plan ou le projet en question ne peut pas être approuvé. Toutefois, en fonction de l'intensité des incidences recensées, il peut être possible d'introduire certaines mesures d'atténuation qui permettront d'éviter ces incidences ou de les réduire à un niveau où elles ne porteront plus atteinte à l'intégrité du site.

Ces mesures d'atténuation doivent être directement liées aux incidences probables mises en évidence dans l'évaluation appropriée et ne peuvent être définies qu'une fois ces incidences pleinement évaluées et décrites dans cette évaluation. Les mesures d'atténuation ne peuvent donc être examinées qu'au stade de l'évaluation appropriée et non au stade du triage.

⁷¹ Les mesures dites «d'accompagnement» constituent une autre catégorie. Ces mesures, qui s'ajoutent aux mesures réglementaires visant à éviter, réduire et compenser les effets significatifs, ont pour finalité, par exemple, d'améliorer les connaissances sur les habitats ou les espèces ou de mener des projets de recherche. Ce point fait l'objet du chapitre 3.6, consacré au dialogue avec les parties prenantes et, en particulier de l'Étude de cas 3-5 et de l'Étude de cas 3-6; il n'est pas couvert par le chapitre 4.2.

- La définition des mesures d'atténuation, comme l'évaluation des incidences proprement dite, doit reposer sur une bonne compréhension des espèces et des habitats concernés.
- Les mesures d'atténuation visant à éviter ou à réduire les incidences ou, plus fondamentalement, à les empêcher de se produire ne doivent pas être confondues avec les *mesures compensatoires*, qui sont destinées à compenser tout préjudice que le projet pourrait causer. Des mesures compensatoires ne peuvent être envisagées au titre de l'article 6, paragraphe 4, que si le plan ou projet a été reconnu comme nécessaire pour des raisons impératives d'intérêt public majeur et qu'il n'existe aucune solution alternative.

Les mesures d'atténuation peuvent être proposées par le promoteur du plan ou du projet et/ou exigées ou imposées par les autorités nationales compétentes. Dans la pratique, la nécessité de mesures d'atténuation est souvent reconnue à un stade précoce de la phase de conception ou de lancement d'un plan/projet, par exemple dans le cadre de discussions préalables à la demande entre le promoteur/demandeur et les conseillers en conservation de la nature. En pareil cas, la nécessité de mesures d'atténuation est mentionnée dans la demande d'autorisation (voir également les bonnes pratiques de l'Étude de cas 3-6).

Les mesures d'atténuation devraient poursuivre les objectifs suivants:

- évitement: empêcher les incidences significatives de se produire en premier lieu;
- réduction: réduire l'ampleur et/ou la probabilité d'une incidence.

Le Tableau 5-2 donne un aperçu des mesures d'atténuation possibles en ce qui concerne les phases de planification et de conception d'un aménagement éolien ainsi que cinq phases du cycle de vie.

Tableau 5-2: types de mesures d'atténuation (adapté de Gartman, 2016)

Mesure (type)	Description
Planification, implantation et conception	
Macro-implantation (évitement)	Cet aspect concerne la planification de l'espace pour les aménagements éoliens et vise à garantir leur implantation appropriée du point de vue de la conservation. Éviter les zones sensibles du point de vue écologique (sur la base, par exemple, de la cartographie de la sensibilité de la faune et de la flore sauvages) est une mesure essentielle à cet égard.
Micro-implantation (évitement/réduction)	Configuration du parc éolien: choix du type d'éoliennes et de leur emplacement exact ⁷²
Conception des infrastructures (réduction)	Nombre d'éoliennes et spécifications techniques de celles-ci (y compris la hauteur de l'éolienne, l'éclairage, la profondeur et le blindage du câble, la conception des fondations, etc.)
Préconstruction	
Programmation (évitement/réduction)	Éviter, réduire ou échelonner les activités au cours des périodes sensibles du point de vue écologique
Méthodes de construction alternatives et barrières (réduction)	Éviter ou réduire les stimuli visuels et émissions, telles que le bruit et les vibrations, potentiellement perturbants ou néfastes
Construction	
Programmation (évitement/réduction)	Éviter, réduire ou échelonner les activités au cours des périodes sensibles du point de vue écologique
Méthodes de construction alternatives et barrières (réduction)	Éviter ou réduire les stimuli visuels et émissions, telles que le bruit et les vibrations, potentiellement perturbants ou néfastes
Dispositifs de dissuasion (réduction)	Méthodes acoustiques et visuelles
Exploitation	
Moment de l'exploitation des éoliennes (évitement/réduction)	Bridier l'éolienne, mettre en drapeau les pales de l'éolienne et augmenter les vitesses de démarrage ⁷³ (par exemple, arrêt de la rotation de l'éolienne lorsque des oiseaux migrateurs approchent à hauteur de celle-ci ou réduction du temps de rotation des éoliennes)

⁷² L'agencement et la position des éoliennes ont une influence considérable sur la localisation des infrastructures associées; la micro-implantation doit être envisagée d'une manière qui tienne compte de tous les facteurs pertinents.

⁷³ La «mise en drapeau des pales» désigne le processus consistant à changer l'angle pour réduire la rotation. La «vitesse de démarrage» est la vitesse à laquelle une éolienne commence à tourner et à produire de l'électricité.

Dispositifs de dissuasion (réduction)	Mesures acoustiques, visuelles et électromagnétiques
Restitution à la nature et/ou découragement de l'utilisation des routes d'accès	Une fois la construction des éoliennes achevée, les larges routes d'accès ne remplissent plus aucune fonction (le personnel chargé de la maintenance pouvant utiliser des routes plus petites). Par conséquent, elles peuvent être temporairement rendues à la nature (jusqu'à la phase de rééquipement ou de démantèlement) et des barrières peuvent être installées pour empêcher l'accès aux personnes non autorisées
Gestion des habitats (réduction)	La gestion des habitats peut prendre différentes formes. L'une des approches consiste à rendre les habitats peu attrayants aux alentours des éoliennes [par exemple, créer un habitat (non) attrayant pour le ravitaillement ou la reproduction et éliminer les cadavres pour maintenir les rapaces à distance], tout en créant des habitats attrayants en dehors de la «zone de risque» (par exemple, en dehors des zones où il existe un risque de collision), dans le but de décourager les espèces concernées et de les attirer loin des éoliennes. Une autre approche consiste à créer une certaine forme de biodiversité à proximité des éoliennes, en particulier lorsque celles-ci sont situées dans des zones d'agriculture intensive. Cet aspect doit être étudié au cas par cas
Rééquipement	
Démontage et relocalisation (évitement/réduction)	Remplacer les éoliennes (par exemple, en augmenter la taille et en réduire le nombre) ou modifier leur emplacement
Programmation (évitement/réduction)	Éviter, réduire ou échelonner les activités au cours des périodes sensibles du point de vue écologique
Méthodes de construction alternatives et barrières (réduction)	Éviter ou réduire les émissions potentiellement perturbantes ou néfastes, telles que le bruit, les vibrations et les champs électromagnétiques
Démantèlement	
Démontage et restauration (évitement)	Supprimer les éoliennes et les infrastructures connexes
Programmation (évitement/réduction)	Éviter, réduire ou échelonner les activités au cours des périodes sensibles du point de vue écologique
Méthodes de construction alternatives et barrières (réduction)	Éviter ou réduire les émissions potentiellement perturbantes ou néfastes, telles que le bruit et les vibrations

La pertinence de ces différents types d'incidence sera examinée pour chaque grand groupe de récepteurs dans les chapitres suivants. Étant donné l'importance de la «macro-implantation» et de la planification stratégique qu'elle suppose, un chapitre distinct est consacré à ce type de mesure d'évitement (voir le chapitre 4).

Enfin, comme c'est le cas pour les effets significatifs probables, les mesures d'atténuation devraient également être examinées au cas par cas. Des seuils de distance (par exemple, la distance minimale par rapport aux gîtes de reproduction des populations de chauves-souris ou par rapport aux zones de ravitaillement ou de nidification d'espèces d'oiseaux) peuvent être appliqués s'ils sont étayés par des éléments scientifiques. Toutefois, il convient de procéder avec prudence et au cas par cas. Par exemple, l'application d'un seuil de distance par rapport à un gîte de chauves-souris peut être efficace sur un site pour un gîte d'une espèce, mais peut être inefficace ou inutile pour un gîte d'une espèce différente sur un autre site. Par conséquent, aucune valeur seuil ne figure dans les présentes orientations. Le chapitre 7 du présent document d'orientation aborde la question du suivi et de la gestion adaptative. Le suivi n'est pas une mesure d'atténuation, mais il est essentiel pour veiller à ce que les mesures d'atténuation soient effectivement mises en œuvre et à ce que leur efficacité soit conforme à ce qui a été prévu dans l'évaluation appropriée. Si les conclusions relatives aux atteintes à l'intégrité du site formulées dans le cadre d'une évaluation appropriée doivent être dépourvues de tout doute scientifique raisonnable, cela ne signifie pas pour autant qu'il n'est pas nécessaire de procéder à un suivi pour valider ces prévisions.

5.2 Habitats

5.2.1 Introduction

Les aménagements éoliens se situent généralement dans des endroits exposés avec de bonnes ressources éoliennes. Les éoliennes de petite ou moyenne dimension sont généralement implantées dans des habitats naturels modifiés proches des exploitations agricoles, des propriétés résidentielles ou des entreprises. À l'inverse, les aménagements éoliens à grande échelle sont souvent situés dans des zones de montagne, des zones côtières et des prairies ouvertes plus éloignées; ce sont les habitats dans ces zones qui sont les plus susceptibles d'être affectés par ces aménagements. En raison de l'augmentation de la hauteur des éoliennes, on observe également une tendance à l'installation de grands parcs éoliens dans des zones forestières.

Les habitats suivants doivent être pris en considération dans le cadre d'une évaluation appropriée:

- les types d'habitats naturels énumérés à l'annexe I;
- les habitats des espèces énumérées à l'annexe II de la directive «Habitats»;
- les habitats des espèces d'oiseaux sauvages énumérées à l'annexe I de la directive «Oiseaux»;
- les habitats des espèces migratrices d'oiseaux dont la venue est régulière.

Il convient également de tenir compte des espèces végétales bénéficiant d'une protection stricte énumérées à l'annexe IV, point b), de la directive «Habitats», ainsi que des sites de reproduction ou aires de repos d'espèces animales bénéficiant d'une protection stricte énumérées à l'annexe IV, point a), de ladite directive.

L'ampleur de la perte directe d'habitat résultant de la construction d'un aménagement éolien et des infrastructures connexes, telles que les routes d'accès, le câblage d'interconnexion⁷⁴ et les sous-stations, dépend de la taille, de l'emplacement et de la conception du projet. Si la superficie effectivement occupée par l'infrastructure peut être relativement limitée, les effets peuvent être plus étendus là où les plans ou projets interfèrent avec les processus écologiques, hydrologiques ou géomorphologiques. Les habitats dynamiques tels que les dunes de sable ou les marais sont également vulnérables à tout changement intervenant dans leur structure et leur fonctionnement. Ces changements peuvent provenir, par exemple, du tassement du sol, de la destruction de la végétation, du drainage ou du reprofilage, qui peuvent entraîner des effets tels que l'érosion et la dégradation de l'habitat sur une superficie plus large.

Les données de référence à l'appui de l'évaluation des effets significatifs devraient être collectées à l'aide des meilleures méthodes disponibles (voir, par exemple, Dafis et al., 2001; Environment Agency, 2003; Pentecost et al., 2009; Smith et al., 2011). L'Encadré 5-1 présente, sous forme résumée, des exemples de méthodes d'étude de référence types.

Encadré 5-1: exemples de méthodes d'étude de référence types pour les habitats

Des études sont susceptibles d'être nécessaires pour délimiter les zones d'habitat relevant de l'annexe I qui se trouvent dans l'empreinte de l'aménagement éolien et, normalement, dans une zone tampon déterminée (par exemple, un bassin hydrographique). Des orientations détaillées sur les méthodes d'études appropriées sont, dans certains cas, disponibles au niveau national.

Recensement des espèces et estimation de l'abondance des habitats:

- études par quadrats et/ou transects.

Cartographie de la répartition des habitats:

- observation visuelle directe (cartographie sur le terrain);
- observation à distance (télédétection par satellite, télédétection aérienne multispectrale, photo-interprétation aérienne, cartographie terrestre à partir de photographies aériennes).

5.2.2 Types d'incidences

5.2.2.1 Quels sont les principaux types d'incidences?

Les principales incidences sur les habitats sont résumées dans l'Encadré 5-2 et le Tableau 5-3. Chaque type d'incidence est susceptible d'influer sur l'étendue totale et la qualité de l'habitat.

Encadré 5-2: types d'incidences sur les habitats

- Perte directe – réduction de l'étendue de l'habitat en raison de son élimination, de son reprofilage ou de son recouvrement (par exemple, du fait du dépôt de matériaux de construction ou de sédiments en suspension)
- Fragmentation – transformation d'une zone d'habitat continue en deux ou plusieurs petites zones isolées
- Dégradation – réduction de la qualité de l'habitat en raison de la diminution de l'abondance ou de la biomasse des espèces provenant des communautés caractéristiques qui le définissent

⁷⁴ Les informations présentées dans le présent document d'orientation sur le câblage destiné à connecter les éoliennes sont également pertinentes pour le transport aérien/souterrain de l'électricité. Des orientations détaillées sur les infrastructures de transport d'énergie et la législation européenne sur la conservation de la nature sont publiées dans un document d'orientation distinct (Commission européenne, 2018c).

- Perturbation – modification temporaire des conditions environnementales moyennes (par exemple, augmentation des sédiments en suspension ou du dépôt de poussière, ou augmentation de la présence humaine, de la lumière et du bruit)
- Création d'habitats – création ou restauration d'habitats dans le cadre d'une série de mesures d'atténuation
- Modifications du microclimat – variations mineures de la température et de l'humidité de l'air dues aux mouvements des pales d'éoliennes
- Effets indirects – perte, fragmentation et dégradation de l'habitat résultant, par exemple, du tassement du sol, du drainage, de modifications de la pression de pâturage, de l'érosion/affouillement ou de l'introduction d'espèces exotiques envahissantes ou de polluants

Tableau 5-3: types d'incidences sur les habitats au cours du cycle de vie du projet pour les aménagements éoliens terrestres

Types d'incidences	Phase du projet				
	Préconstruction	Construction	Exploitation	Démantèlement	Rééquipement
Perte et dégradation d'habitats	X	X		X	X
Fragmentation des habitats	X	X	X	X	X
Perturbation des habitats	X	X	X	X	X
Création d'habitats		X	X	X	X
Modifications du microclimat		X	X	X	X
Tassement du sol		X		X	X
Effets indirects	X	X	X	X	X

Il convient d'évaluer soigneusement l'incidence sur les espèces végétales. En effet, de nombreuses espèces végétales de montagne très spécifiques dans leur habitat et occupant des zones limitées peuvent être fortement touchées non seulement par l'implantation des éoliennes, mais aussi par la création de routes et l'accès facilité qui en découle.

Une attention particulière devrait également être accordée au potentiel d'introduction d'espèces exotiques ou d'espèces indigènes d'une provenance autre que celle des espèces végétales locales présentes. Par exemple, la terre provenant d'autres zones utilisées pour la construction de routes peut transporter un stock de semences contenant des matières biologiques exotiques (invasives ou non).

Plusieurs études ont montré que les aménagements éoliens peuvent influencer le microclimat jusqu'à 200 m des éoliennes opérationnelles (Armstrong et al., 2016). Ils peuvent notamment conduire à une augmentation de la température et de l'humidité absolue de l'air pendant la nuit, ainsi qu'à une augmentation de la variabilité de la température de l'air, de la surface et du sol pendant tout le cycle diurne (Armstrong et al., 2016). Toutefois, ces incidences sont relativement limitées (par exemple, moins de 0,2 °C) et n'ont normalement pas d'incidence significative sur l'intégrité du site.

5.2.2.2 Comment évaluer le caractère significatif?

L'évaluation du caractère significatif doit toujours être étayée par des arguments scientifiques solides et faire référence aux objectifs de conservation du site. Pour les habitats, le caractère significatif est au moins déterminé par:

- une quantification de la superficie de l'habitat protégé par l'UE⁷⁵ qui devrait se détériorer par rapport à la superficie totale de référence de l'habitat;
- l'importance de l'habitat pour les espèces protégées par l'UE.

Ce qui précède requiert une bonne compréhension de la répartition des habitats, et notamment une compréhension de la faisabilité de mesures visant à éviter les effets significatifs (voir le chapitre 5.2.3).

La superficie totale de terres transformées à la suite d'un aménagement éolien varie en fonction de l'emplacement et de l'ampleur de l'aménagement. La transformation des terres est probablement, en moyenne, plus faible pour les terres cultivées que pour les zones forestières et montagneuses.

L'ampleur du caractère significatif est également influencée par: i) la rareté et la vulnérabilité des habitats touchés; ii) leur importance en tant que site de ravitaillement, de reproduction ou d'hibernation pour les espèces protégées par l'UE; et/ou iii) leur rôle de corridors ou d'étape pour les mouvements d'espèces dans l'ensemble du paysage.

Les aménagements éoliens qui sont implantés sur certains types rares et fragiles d'habitats, tels que les marais, les tourbières de couverture ou les tourbières bombées, où à proximité de ceux-ci, peuvent provoquer la perte ou la détérioration de ces habitats. Cette préoccupation ne concerne pas seulement la perte directe d'une zone d'un habitat, mais aussi la dégradation potentielle causée, durant la construction et en cours d'exploitation, à la structure et au fonctionnement écologique de l'habitat. Cette dégradation peut avoir un effet significatif sur une zone nettement plus large que l'emprise directe.

Les tourbières, en particulier, peuvent être endommagées par l'implantation inappropriée des aménagements éoliens ou des infrastructures connexes, telles que les nouvelles routes d'accès ou les routes d'accès modernisées. Le dommage est souvent dû au fait que les aménagements n'ont pas suffisamment tenu compte de l'hydrologie sous-jacente de la tourbière. Ainsi, si la quantité réelle de tourbe perdue peut être limitée, les dommages causés au système naturel de drainage de la tourbière, par exemple du fait de fosses d'écoulement, peuvent avoir des répercussions sur une zone beaucoup plus vaste, ce qui, en fin de compte, peut entraîner la détérioration d'une superficie plus importante des tourbières et d'autres habitats connexes, tels que les ruisseaux et les autres cours d'eau situés en aval.

Les facteurs biologiques et environnementaux ainsi que ceux liés à la conception du plan ou du projet peuvent influencer le caractère significatif des effets. L'Encadré 5-3 synthétise les facteurs généralement pris en considération tant dans les méthodes de collecte des données de référence que dans l'évaluation du caractère significatif.

Encadré 5-3: facteurs déterminant les méthodes de collecte des données de référence et l'évaluation du caractère significatif en ce qui concerne les habitats

Biologique

- Sensibilité, résistance (tolérance) et résilience (potentiel de récupération)
- Présence d'espèces exotiques envahissantes

Environnemental

- Type et morphologie des sols ou des sédiments
- Qualité de l'air (par exemple, poussières)
- Quantité d'eau et qualité de l'eau
- Activités existantes, telles que le pâturage, qui peuvent être déplacées ou exclues de la zone de l'aménagement éolien, entraînant une modification des conditions environnementales

Plan ou projet

- Nombre d'éoliennes, dimension, conception des fondations, notamment empreinte au sol et méthodes d'installation, en particulier si les travaux nécessitent la destruction d'un habitat sur une zone assez étendue (par exemple, déboisement)
- Nombre de câbles, longueur et méthodes d'enfouissement
- Autres activités connexes (par exemple, stockage de véhicules et de matériaux)

⁷⁵ Les types d'habitats naturels énumérés à l'annexe I, les habitats des espèces énumérées à l'annexe II de la directive «Habitats», les habitats des espèces d'oiseaux sauvages énumérées à l'annexe I de la directive «Oiseaux» et les habitats des espèces migratrices d'oiseaux dont la venue est régulière.

S'il peut être assez simple de quantifier les effets liés à l'empreinte physique temporaire et permanente du plan ou projet d'aménagement éolien, cette tâche se révèle plus ardue pour d'autres effets.

Le dépôt de poussières, par exemple, peut se produire à une certaine distance du site d'un aménagement éolien; en fonction des facteurs propres au site, une évaluation du caractère significatif peut être appropriée. Au Royaume-Uni, par exemple, les dépôts de poussières provenant des chantiers de construction et de démantèlement sont évalués sur la base de la présence de «récepteurs écologiques» jusqu'à une distance 50 m de la limite du site et/ou de 50 m des routes utilisées par les véhicules de construction sur la voie publique, jusqu'à 500 m de l'entrée du site (Holman et al., 2014). Il importe de noter que des orientations de ce type «ne peuvent pas être trop prescriptives et qu'un jugement professionnel est requis», et qu'elles s'inscrivent dans un cadre plus large visant à garantir la cohérence et l'exhaustivité (Holman et al., 2014).

Le tassement du sol peut se produire sur de vastes zones. L'étude géotechnique des conditions du sol peut contribuer à quantifier la zone touchée et à prévoir le caractère significatif probable des effets sur les habitats. De même, les modifications de la quantité d'eau et de la qualité de l'eau peuvent se produire sur de vastes zones. Dans ce contexte, la modélisation hydraulique et hydrologique est généralement utilisée pour étayer l'évaluation du caractère significatif en rapport avec la quantification de la superficie des habitats tributaires des eaux souterraines et des eaux de surface touchés.

Lorsque les paramètres de conception du plan ou du projet ne sont pas spécifiques ou fixes, des hypothèses les plus pessimistes doivent être établies. Par exemple, le câblage d'interconnexion et de transmission peut considérablement augmenter l'effet de perte d'habitat associé à l'aménagement éolien considéré. Il peut arriver qu'au moment de l'évaluation environnementale stratégique, de l'évaluation des incidences sur l'environnement ou de l'évaluation appropriée, l'itinéraire exact du câble ne soit pas connu, mais il est possible de partir de l'hypothèse qu'il se situe dans un couloir assez large entre l'infrastructure de production et le raccordement au réseau de transport.

L'Étude de cas 5-1 présente un exemple de cadre d'évaluation du caractère significatif dans le contexte de l'évaluation des effets de la construction d'un parc éolien dans les pelouses steppiques de Roumanie.

Étude de cas 5-1: effets de la construction d'éoliennes dans la région de Dobrogea (sud-est de la Roumanie) sur les pelouses steppiques

La construction d'éoliennes (Figure 5-1) peut causer une perte et une fragmentation importantes de l'habitat. Cet exemple se concentre sur les habitats des pelouses steppiques. La région roumaine de Dobrogea dispose encore de vastes zones d'habitat de steppe ponto-sarmatiques (habitats prioritaires 62C0, 40C0), mais leur superficie se réduit et la qualité de l'habitat diminue pour plusieurs raisons: boisement, carrières, surpâturage et travaux de construction. En conséquence, ces habitats sont gravement menacés et la faune qui y est associée, par exemple *Spermophilus citellus* (souslik d'Europe), espèce de mammifères relevant de l'annexe II, est en danger.

Des recherches indépendantes menées pour le compte de la Commission européenne ont porté sur les effets individuels et cumulatifs de plusieurs aménagements éoliens prévus (et partiellement exécutés) dans la région de Dobrogea (Arcadis, 2010). Un cadre d'évaluation du caractère significatif a été élaboré pour plusieurs groupes d'incidences. En ce qui concerne la perte d'habitat et la dégradation des habitats (y compris la fragmentation), les critères suivants ont été appliqués pour définir le caractère significatif:

Significatif:

- une zone supplémentaire d'habitat prioritaire (62C0, 40C0), quelle qu'elle soit, au sein du site d'importance communautaire (SIC) est détériorée en raison d'une perte directe d'habitat;
- une zone supplémentaire d'habitat prioritaire (62C0, 40C0), quelle qu'elle soit, au sein du SCI est détériorée en raison de la fragmentation;
- une perturbation supplémentaire, quelle qu'elle soit, d'espèces visées à l'annexe II et/ou à l'annexe IV associées à l'habitat prioritaire (62C0, 40C0) pourrait affecter l'état de conservation de ces espèces.

Non significatif:

- aucun habitat prioritaire n'est touché, ni par un empiètement direct sur l'habitat ou par la fragmentation de celui-ci ni par la perturbation des espèces visées à l'annexe II et à l'annexe IV associées à ce type d'habitat.

Ce cadre était justifié comme suit:

- Habitats prioritaires: i) les habitats prioritaires nécessitent un régime de protection beaucoup plus strict que les autres types d'habitats Natura 2000; ii) ce type d'habitat a une étendue très limitée dans sa zone biogéographique au sein de

l'UE; et iii) ce type d'habitat est gravement menacé pour de nombreuses raisons (intensification de l'agriculture, changement climatique et autres activités telles que l'exploitation de carrières). Pour ces raisons, toute dégradation d'une zone supplémentaire d'habitat prioritaire (62C0, 40C0), quelle qu'elle soit, au sein du SIC a été considérée comme significative, étant donné qu'elle compromettrait immédiatement les objectifs de conservation pour ce type d'habitat.

- Espèces relevant de l'annexe II et/ou de l'annexe IV associées à l'habitat prioritaire: les perturbations des espèces relevant de l'annexe II et de l'annexe IV ont été considérées comme significatives dès que l'état de conservation de ces espèces pourrait être mis en danger. Tel est le cas lorsqu'un projet peut contribuer: i) au déclin à long terme de la population des espèces sur le site; ii) à la réduction ou au risque de réduction de l'aire de répartition des espèces à l'intérieur du site; et/ou iii) à la réduction de la taille de l'habitat des espèces sur le site.

La perte directe d'habitat est principalement due aux phases de préparation et de construction. L'ampleur totale de la destruction d'habitats dans chaque site Natura 2000 a fait l'objet d'une estimation quantitative fondée sur: i) des calculs (et une vérification par une étude de terrain) de la surface moyenne occupée par une éolienne (base de l'éolienne, plateforme de l'éolienne, réseau d'accès routier); et ii) l'emplacement des éoliennes. La perte directe d'habitat a pu être estimée à une surface moyenne comprise entre 3 000 et 4 000 m² (couvrant la construction de l'éolienne + les routes d'accès) par éolienne:

- la destruction et la dégradation de l'habitat commencent dès la phase de préconstruction, étant donné que, dans la plupart des parcs éoliens, une station météorologique montée sur mât est construite; il s'agit d'une structure légère dont la base a une superficie maximale de ± 50 m²;
- la plupart des dommages sont toutefois causés lors de la construction du parc éolien lui-même. La construction des éoliennes nécessite de vastes travaux au sol, dont des excavations et la construction de grandes fondations en béton pour les pylônes. Lorsque l'implantation a lieu dans un sol rocheux, chaque éolienne nécessite l'excavation d'une surface d'environ 100 m² (sur 1 à 2 m de profondeur) pour la base de l'éolienne elle-même et une plateforme est créée à proximité, couvrant une grande surface (au moins 1 000 m² et parfois jusqu'à 2 000 m²);
- de larges routes d'accès (largeur de 4,5 à 5,0 m en moyenne) (voir la Figure 5-1) sont construites pour permettre aux poids lourds d'atteindre l'emplacement des éoliennes. L'analyse des autorisations environnementales montre que la superficie correspondante représente en moyenne près de 2 000 m² par éolienne.



Figure 5-1: perte et fragmentation d'habitat causées par les plateformes de construction et les routes d'accès dans un paysage steppique vallonné

Les habitats peuvent également être touchés par la fragmentation. Le réseau de routes d'accès fragmente la structure de l'habitat, ce qui se traduit par une mosaïque de petits vestiges d'un habitat, traversés par de vastes routes de gravier

(voir la Figure 5-1). De nombreuses études⁷⁶ démontrent les effets négatifs de la fragmentation des habitats causée par ces routes sur les reptiles, les amphibiens et les petits mammifères. Ces études décrivent également les difficultés liées au calcul de la superficie de la zone touchée.

La zone touchée comprend une zone autour des éoliennes et l'ensemble de l'espace situé entre celles-ci, à l'exclusion des zones situées entre les parties distinctes du parc éolien. La Figure 5-2 montre que la zone potentiellement affectée par la fragmentation dépend fortement du rayon extérieur (c'est-à-dire de la distance par rapport aux éoliennes) pris en considération lors de la délimitation de la zone touchée (600 m sur l'image de gauche et 200 m sur celle de droite). Aux fins de cette étude, on a considéré que la zone minimale susceptible d'être affectée par la fragmentation était constituée de l'ensemble du parc éolien concerné et d'une zone de 200 m de large à partir des éoliennes extérieures de ce parc. Comme indiqué précédemment, il est très difficile de prévoir la zone exacte qui pourrait être touchée, car elle dépend de la localisation exacte et de la densité des routes d'accès, ainsi que de la répartition spatiale des populations locales de mammifères et de reptiles. L'approche décrite est en fait une sous-estimation, car la principale route d'accès entre le réseau routier existant et le parc éolien contribue également à la fragmentation, mais elle n'est pas prise en compte dans le calcul.

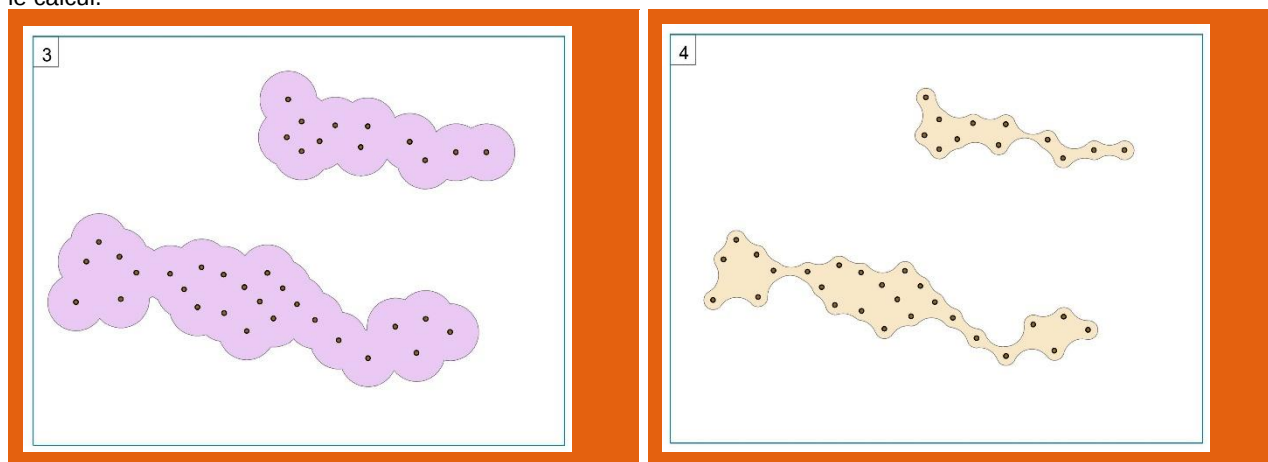


Figure 5-2: visualisation de l'approche retenue pour calculer la zone fragmentée par un parc éolien

Source: évaluation technique des effets potentiels de la construction et de l'exploitation de parcs éoliens dans le nord de la région de Dobrogea (Roumanie) (Arcadis, 2011)

En résumé, un certain nombre de recommandations essentielles relatives à l'évaluation du caractère significatif des effets sur les habitats sont présentées dans l'Encadré 5-4.

Encadré 5-4: recommandations essentielles relatives à l'évaluation du caractère significatif des effets sur les habitats

- Établir un cadre solide pour l'évaluation du caractère significatif, fondé sur des critères faisant référence aux objectifs de conservation pour les habitats concernés et les espèces associées visées aux annexes II et IV, spécifiques au contexte (analyse au cas par cas) et bien étayés du point de vue scientifique.
- Garantir la disponibilité de données, notamment en ce qui concerne la répartition de l'habitat à grande échelle, pour contribuer aux évaluations réalisées au niveau des plans ou aux études et évaluations détaillées spécifiques aux projets.
- Tenir compte de la variabilité spatiale et temporelle des habitats dans les systèmes dynamiques, par exemple les habitats des plaines inondables ou des systèmes de dunes côtières, en particulier lorsqu'on examine les effets du changement climatique sur toute la durée d'exploitation de l'aménagement éolien.
- Acquérir des connaissances et des données sur la sensibilité des habitats et des espèces associées à l'égard des activités liées aux aménagements éoliens, en particulier leur résistance (tolérance) et leur résilience (capacité de récupération).
- Faire usage de la disponibilité accrue de rapports de suivi post-aménagement afin d'améliorer la base de données probantes.

⁷⁶ Fahrig, 2003.

5.2.3 Mesures d'atténuation possibles

Pour les habitats touchés par les aménagements éoliens terrestres, il est évident que la localisation appropriée de ces aménagements, y compris des routes d'accès, constitue la manière la plus efficace d'éviter des effets significatifs sur les habitats protégés par l'UE (macro-implantation). La meilleure façon d'y parvenir réside dans la planification stratégique des aménagements éoliens sur une vaste zone géographique. S'il n'est pas possible d'éviter les habitats protégés par l'UE, l'implantation réfléchie des infrastructures associées à chaque éolienne (micro-implantation) peut être une bonne manière d'éviter les parties les plus sensibles et/ou précieuses de ces habitats.

Les habitats qui sont dégradés pendant la phase de construction (par exemple, pour le stockage de terre et d'équipements) devraient être restaurés dès la fin des travaux de construction. Les routes d'accès pourraient être interdites aux personnes non autorisées, ou leur gabarit pourrait même être réduit.

5.3 Chauves-souris

5.3.1 Introduction

Le PNUE/Eurobats a publié des orientations européennes complètes concernant les chauves-souris et l'énergie éolienne, intitulées «Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens» (Rodrigues et al. 2015). Le présent chapitre résume les informations relatives aux incidences possibles des aménagements éoliens terrestres sur les chauves-souris, tirées de la Publication n° 6 du PNUE/Eurobats et complétées par la littérature spécialisée publiée depuis 2014. Une liste de documents d'orientation nationaux pertinents pour les chauves-souris figure à l'annexe E.

Les informations fournies dans le présent chapitre sont pertinentes pour les espèces de chauves-souris énumérées à l'annexe II et à l'annexe IV de la directive «Habitats». Il ressort des éléments de preuve disponibles que les aménagements éoliens touchent moins les espèces de chauves-souris énumérées à l'annexe II que celles qui sont énumérées à l'annexe IV. Les noctules et les pipistrelles, qui ne figurent pas à l'annexe II, représentent plus de 90 % de la mortalité enregistrée en rapport avec les éoliennes (voir le Tableau 9-6 à l'annexe E), tandis que, ensemble, les espèces de l'annexe II représentent moins de 0,5 % de la mortalité⁷⁷.

Les données de référence à l'appui d'une évaluation appropriée devraient être collectées à l'aide de méthodes de diagnostic correspondant aux meilleures pratiques, telles que décrites dans les lignes directrices du PNUE/Eurobats. Le cas échéant, les présentes orientations européennes devraient être examinées en liaison avec les orientations nationales ou régionales, afin d'adopter des méthodes appropriées et fiables du point de vue scientifique, pertinentes pour les espèces, les habitats et les conditions environnementales propres aux différents États membres ou régions européennes. Les études doivent tenir compte de l'ensemble du cycle d'activité des chauves-souris tout au long de l'année, fournir des informations sur les gîtes (reproduction, accouplement/regroupement, hibernation), les terrains de chasse et le transit des populations locales de chauves-souris, et recenser les voies de migration probables des chauves-souris. L'échelle spatiale des études doit être définie avec soin, en tenant compte de la taille et de la localisation de l'aménagement éolien et de sa zone d'influence (voir le chapitre 3.2). Des exemples d'études de référence sont résumés dans l'Encadré 5-5.

Encadré 5-5: exemples d'études de référence à terre pour les chauves-souris (adapté des lignes directrices du PNUE/Eurobats, Rodrigues et al., 2015)

- Recherche de gîtes importants de maternité, d'hibernation et de regroupement sur la base d'indices de présence, de l'observation et de l'abondance des chauves-souris
- Études acoustiques au sol – utilisation de détecteurs automatiques pour déterminer l'indice d'activité des chauves-souris (nombre de contacts de chauves-souris par heure) et l'utilisation des habitats, éventuellement complétés par

⁷⁷ Source: rapport de la 23^e réunion du groupe de travail intersession d'Eurobats sur les éoliennes et les chauves-souris, présenté au comité consultatif (https://www.eurobats.org/sites/default/files/documents/pdf/Advisory_Committee/Doc.StC14-AC23.9_rev.2_Report_Wind_Turbines.pdf)

des études manuelles (transects parcourus, études depuis un poste d'observation) et d'autres techniques d'observation (caméras thermiques/infrarouges)

- Études de l'activité en hauteur – utilisation de détecteurs automatiques pour déterminer l'indice d'activité des chauves-souris (nombre de contacts de chauves-souris par heure)
- Nécessité éventuelle d'études d'activité et de techniques avancées telles que le piégeage et la radiotélémétrie dans les zones boisées⁷⁸
- Collecte de données environnementales (température, précipitations, vitesse du vent)

5.3.2 Types d'incidences

5.3.2.1 Quels sont les principaux types d'incidence?

Les principaux types d'incidences sur les chauves-souris sont résumés dans l'Encadré 5-6 et le Tableau 5-4. Chaque type d'incidence est susceptible d'influer sur les taux de survie et de reproduction des individus, ce qui peut entraîner des changements dans les paramètres démographiques d'une population, pouvant se traduire par évolution mesurable de la taille de la population.

Encadré 5-6: principaux types d'incidences sur les chauves-souris (tirés des lignes directrices du PNUE/Eurobats)

- Collision et barotraumatisme: interaction mortelle entre les chauves-souris en vol et les structures éoliennes
- Perte et dégradation d'habitat: élimination, fragmentation ou détérioration des habitats
- Perturbations et déplacement sur les gîtes: les activités effectuées sur les gîtes ou autour de ceux-ci, tels que l'élimination des habitats ou la présence de véhicules et de personnel d'entretien, peuvent entraîner des changements au niveau de la température, de l'humidité, de la lumière, du bruit et des vibrations au sein des gîtes, avec pour conséquence une réduction de l'utilisation ou de la capacité de reproduction
- Perte de corridors de vol et de gîtes: perte physique ou fonctionnelle de corridors de vol et de gîtes

Tableau 5-4: types d'incidences sur les chauves-souris pendant le cycle de vie du projet pour les aménagements éoliens terrestres

Types d'incidences	Phase du projet				
	Préconstruction	Construction	Exploitation	Démantèlement	Rééquipement
Perte et dégradation d'habitats	X	X	X	X	X
Perturbations et déplacements sur les gîtes	X	X	X	X	X
Fragmentation des habitats		X	X	X	
Collision			X	X	
Effet de barrière			X	X	
Barotraumatisme			X	X	
Perte ou déplacement de corridors de vol et de gîtes		X	X	X	
Disponibilité accrue de proies invertébrées, et			X	X	

⁷⁸ Muller et al. (2013) ont constaté que les espèces de chauves-souris des habitats ouverts et l'espèce *Pipistrellus* chassent régulièrement non seulement dans les clairières et les prés forestiers, mais également au-dessus de la canopée des peuplements forestiers arrivés à maturité, comportement susceptible de les mettre en danger du fait des éoliennes situées dans ces zones.

donc augmentation du risque de collision du fait de l'éclairage nocturne				
Effets indirects	X	X	X	X

Une fois que les éoliennes sont en activité, la mortalité due aux collisions ou les barotraumatismes sont considérés comme les effets les plus significatifs, mais le risque diffère selon les espèces.

Les perturbations et les déplacements peuvent se produire à n'importe quel stade du cycle de vie d'un projet, les effets de barrière survenant durant l'exploitation et le rééquipement. Ces effets significatifs probables pourraient entraîner des modifications de comportement, y compris l'attraction (Behr et al., 2018; Foo et al., 2017), le déplacement des corridors de vol et l'exclusion des chauves-souris de terrains de chasse qu'elles utiliseraient autrement (Barré et al., 2018). L'attraction peut se traduire par un risque plus élevé de collision (Rydell et al., 2010a; Voigt et al., 2018). Toutefois, Millon et al. (2018) considèrent que le déplacement lui-même est un facteur important à prendre en considération, et Barré et al. (2018) ont récemment quantifié cet effet à travers un certain nombre de parcs éoliens. L'évaluation des effets de perturbation, de déplacement et de barrière devrait être examinée au cas par cas, en tenant compte de l'ampleur du plan ou du projet, des espèces de chauves-souris dont la présence est connue, de leur utilisation de l'habitat et de l'importance de l'habitat pour l'état de conservation favorable de la population, à la lumière notamment des menaces existantes et des objectifs de conservation du site.

5.3.2.2 Comment évaluer le caractère significatif?

Les facteurs biologiques et environnementaux ainsi que ceux liés à la conception du plan ou du projet peuvent influencer l'évaluation du caractère significatif des effets sur les chauves-souris. Les principaux facteurs pris en considération à la fois pour l'élaboration des méthodes de collecte des données de référence et pour l'évaluation du caractère significatif sont énumérés dans l'Encadré 5-7.

Encadré 5-7: facteurs pour l'élaboration des méthodes de collecte des données de référence et pour l'évaluation du caractère significatif en ce qui concerne les chauves-souris

Biologique

- Risque de collision, défini dans une large mesure par les caractéristiques de chasse, le type d'écholocalisation et le comportement de vol des espèces (Denzinger et Schnitzler, 2013; Roemer et al., 2017)
- Phase du cycle de vie annuel, c'est-à-dire activité, hibernation, reproduction, migration et regroupement
- Présence de gîtes d'hibernation et de maternité
- Vulnérabilité de la population, fondée sur le risque de collision et le statut des espèces concernées (voir, par exemple, dans Scottish Natural Heritage et al., 2019)

Environnemental

- Présence, dans un rayon de 200 m autour d'un plan ou d'un projet, d'habitats susceptibles d'être utilisés par les chauves-souris au cours de leur cycle de vie, par exemple les forêts (en particulier les forêts de feuillus arrivés à maturité), les arbres, les réseaux de haies, les zones humides, les masses d'eau, les cours d'eau et les cols de montagne⁷⁹
- Zones confinées utilisées comme terrain de chasse ou gîte par des chauves-souris et/ou potentiel de corridors étroits de migration ou de transit utilisés par les chauves-souris⁸⁰
- Grands corridors fluviaux pouvant servir de voie de migration⁸¹

⁷⁹ Il existe des éléments probants montrant que la suppression d'arbres dans les zones boisées bénéficie à certaines espèces en augmentant la lisière de la forêt, mais qu'elle peut par conséquent accroître l'activité des chauves-souris, entraînant un risque de collision potentiellement plus élevé (Rodrigues et al., 2015).

⁸⁰ Furmankiewicz et Kucharska (2009) se sont penchés sur la migration des chauves-souris le long de la vallée de l'Oder dans le sud-ouest de la Pologne et ont conclu que les vallées fluviales sont des couloirs de migration pour les chauves-souris qui parcourent de longues distances et celles qui parcourent de courtes distances, et que les différences observées entre les migrations de printemps et d'automne peuvent être liées à la disponibilité de nourriture, aux besoins énergétiques, à des différences saisonnières au niveau des itinéraires ou à une combinaison de ces facteurs.

⁸¹ À l'inverse, Meschede et al. (2017) ont conclu que la migration des chauves-souris avait lieu partout (même les montagnes n'étaient pas exclues) et qu'il était peu probable que la cartographie des voies de migration soit possible ou utile. Néanmoins, les vallées fluviales et les zones aussi productives revêtent de l'importance en tant que sites d'escale

- Types d'habitats à l'échelle du paysage; par exemple, il a été constaté que la présence de zones boisées de feuillus dans un rayon de 1,5 km autour des aménagements éoliens en Grande-Bretagne réduit le risque pour toutes les espèces combinées (et pour la pipistrelle pygmée analysée séparément), mais la superficie totale des zones boisées de conifères n'a été associée à un risque accru que pour les noctules (Mathews et al., 2016). Les réponses dépendent donc de l'espèce et de l'habitat. En fonction des espèces concernées et des habitats qui leur sont associés, la présence/l'absence d'un habitat approprié pourrait être utilisée comme un moyen d'«inclure» des zones potentiellement adaptées aux aménagements éoliens plutôt que d'identifier les zones susceptibles de poser des problèmes (Mathews et al., 2016)
- On sait que la vitesse et la direction du vent, la température et l'humidité relative sont fortement corrélées tant à l'activité qu'à la mortalité des chauves-souris (Amorim et al., 2012; Mathews et al., 2016; et autres auteurs cités dans Rodrigues, 2015). Ces variables environnementales peuvent figurer parmi celles qui sont utilisées pour déterminer le niveau de risque qu'un site proposé est susceptible de présenter pour les chauves-souris

Conception du plan ou projet

- Nombre d'éoliennes et surface balayée par le rotor
- Taille de l'éolienne, qui peut influencer la distance sur laquelle le déplacement se produit (Barré et al., 2018; et Minderman et al., 2012, 2017)

Les études de recherche sur les accidents mortels réalisées au cours des dernières années (voir le

Tableau 9-6 à l'annexe E) ont montré que les éoliennes peuvent avoir une incidence différente sur les différentes espèces de chauves-souris, en raison du comportement et des styles de vol différents de ces dernières. Ainsi, les espèces de chauves-souris qui volent et chassent dans des espaces ouverts (chasseurs aériens) présentent un risque élevé de collision avec des éoliennes. Certaines de ces espèces migrent sur de longues distances à haute altitude, ce qui augmente également le risque de collision (par exemple, *N. noctula*, *P. nathusii*). À l'inverse, les chauves-souris qui ont tendance à voler à proximité de la végétation courent un risque moindre de collision avec des éoliennes.

Le Tableau 5-5 montre le risque de collision avec des éoliennes dans des habitats ouverts pour les espèces européennes et méditerranéennes. Lorsque les éoliennes sont construites dans des zones boisées de feuillus ou de conifères ou à la lisière de zones boisées, le risque de collision peut augmenter de manière significative pour certaines espèces.

Tableau 5-5: risque de collision pour les espèces européennes (y compris méditerranéennes) découlant des éoliennes dans les habitats ouverts (tiré de Rodrigues, 2015)

Risque élevé	Risque moyen	Risque faible
<i>Nyctalus</i> spp.	<i>Eptesicus</i> spp.	<i>Myotis</i> spp.
<i>Pipistrellus</i> spp.	<i>Barbastella</i> spp.	<i>Plecotus</i> spp.
<i>Vespertilio murinus</i>	<i>Myotis dasycneme</i> ²	<i>Rhinolophus</i> spp.
<i>Hypsugo savii</i>		
<i>Miniopterus schreibersii</i> ¹		
<i>Tadarida teniotis</i>		

¹ *Miniopterus schreibersii* est la seule espèce de l'annexe II figurant dans la catégorie à haut risque.

² Dans les zones riches en eau.

Le cycle de vie annuel des espèces de chauves-souris doit également être pris en considération, étant donné que l'ampleur et le caractère significatif d'un effet peuvent varier en fonction de l'époque de l'année (Tableau 5-6). Le calendrier des phases du cycle de vie annuel varie selon les espèces et selon les populations des mêmes espèces dans les différents États membres. Il est donc prudent de se référer aux orientations nationales concernant les chauves-souris et les aménagements éoliens, lorsqu'il en existe, ou aux lignes directrices du PNUE/Eurobats (Rodrigues et al., 2015) dans le cas contraire. L'annexe E fournit une liste complète des documents d'orientation nationaux.

pour la recherche de nourriture et la reproduction, et sont donc importantes pour les espèces migratrices du point de vue du maintien des populations.

Tableau 5-6: degré de risque associé aux incidences sur les chauves-souris en relation avec leur cycle de vie annuel (tiré en partie de Rodrigues et al., 2015)

Effet probable	significatif	Période de reproduction	Période d'hibernation	Printemps/automne
Construction				
Perte et dégradation d'habitats		Faible à élevé, en fonction de la proximité avec les gîtes	Élevé, en fonction de la proximité avec les gîtes	Faible (en particulier pour les chauves-souris migratrices parcourant de longues distances)
Perte de gîtes		Potentiellement élevé ou très élevé	Potentiellement élevé ou très élevé	Potentiellement élevé (par exemple, perte de gîtes d'accouplement)
Exploitation des éoliennes				
Collision/accidents mortels		Faible à élevé, en fonction des espèces	Faible	Élevé à très élevé
Perte ou déplacement de corridors de vol		Moyen	Faible	Faible. La migration est susceptible de se produire sur un large front, mais les effets cumulatifs doivent être pris en considération

Les approches fondées sur les risques utilisent les données de référence pour recenser les terrains de chasse et les corridors de transit/migration présentant une activité et une richesse d'espèces de chauves-souris relativement élevées, ainsi que des gîtes importants.

Jusqu'ici, les prévisions relatives à la mortalité des chauves-souris résultant des collisions avec des éoliennes ont été réalisées dans une large mesure sur la base d'études de cas portant sur des parcs éoliens individuels, plutôt que sur des études portant sur plusieurs sites. Il est donc difficile d'étudier les relations sous-jacentes entre les facteurs de risque potentiels (par exemple, la hauteur de l'éolienne, la proximité de zones boisées, etc.) et les taux de mortalité, étant donné que les facteurs de risque ne varient pas au sein des sites (Mathews et al., 2016). L'élaboration et la vérification de modèles de risque théoriques fondés sur la répartition des habitats et des espèces constituent une «prochaine étape importante» (Arnett, 2017), mais des difficultés subsistent en ce qui concerne l'absence de spécificité liée à l'habitat pour les espèces à haut risque.

Certaines approches utilisées pour estimer la mortalité des chauves-souris et déterminer le caractère significatif sont examinées dans Rodrigues et al. (2015), p. 41, et Laranjeiro et al. (2018). Parmi celles-ci figurent les modèles de répartition des espèces, les modèles fondés sur les individus⁸², les modèles fondés sur les populations et les modèles fondés sur des indices. Un examen exhaustif des méthodes utilisées pour estimer la mortalité est présenté dans Marques et al. (2018). Plus de deux approches peuvent être combinées pour fournir des informations à l'appui d'une évaluation appropriée; par exemple, un modèle fondé sur les individus utilisé pour prédire le taux de mortalité par collision peut être suivi d'un modèle fondé sur les populations afin d'évaluer les conséquences potentielles d'une mortalité supplémentaire sur la population concernée. Rien ne s'oppose à l'utilisation d'autres approches si celles-ci reposent sur une base logique ou empirique.

Les difficultés qui sont généralement rencontrées lors de l'évaluation des effets significatifs probables sur les chauves-souris et qui peuvent nécessiter la collecte de données de référence supplémentaires ou l'application du principe de précaution sont résumées dans l'Encadré 5-8.

Encadré 5-8: principales difficultés liées à l'évaluation du caractère significatif des effets sur les chauves-souris

⁸² Voir par exemple Roemer et al. (2017) ou Rijkswaterstaat (2018) pour l'éolien en mer.

Tous les effets

- Preuves limitées concernant les effets des petites éoliennes, par exemple celles dont la hauteur du moyeu est inférieure à 18 m au-dessus du niveau du sol
- Preuves limitées concernant le comportement des chauves-souris autour des éoliennes (Natural England, 2014⁸³; et Mathews et al., 2016). Certains éléments attestant l'existence d'une attraction ont été signalés (Behr et al., 2015), en particulier en présence de lumière rouge (Voigt et al., 2018)
- Dans un parc éolien britannique, l'activité des chauves-souris a montré une variabilité extrêmement élevée, tant au cours d'une même année que d'une année à l'autre (Mathews et al., 2016)

Collision

- Il n'existe aucun moyen de prédire la mortalité des chauves-souris avant la construction, les approches actuelles étant axées sur des études spécifiques au site concerné plutôt que sur des études portant sur plusieurs sites, ce qui rend difficile le recensement des facteurs de risque (Mathews et al., 2016). Pour Arnett et al. (2016), l'amélioration de la prévisibilité de la mortalité des chauves-souris est un domaine de recherche future essentiel.
- On ne sait pas encore avec certitude si les données acoustiques préalables à la construction permettent de prévoir de manière adéquate la mortalité après la construction (Arnett et al., 2013), et si les évaluations actuelles des incidences sur l'environnement sont insuffisantes pour réduire le risque de mortalité des chauves-souris dans les parcs éoliens (Lintott et al., 2016).
- Il est possible qu'il y ait d'autres périodes à risque élevé dans le cycle de vie annuel des chauves-souris, mais que celles-ci ne soient pas détectées en raison de l'attention particulière accordée à la fin de l'été ou à l'automne, période coïncidant à la fois avec la migration d'automne et avec le début de la période présumée d'accouplement pour de nombreuses espèces étudiées (Rydell et al., 2010; Rodrigues et al., 2015).
- Les protocoles de recherche pourraient ne pas permettre d'identifier toutes les victimes, bien que les techniques s'améliorent, en particulier avec l'utilisation de chiens⁸⁴. Comme certaines blessures permettent aux chauves-souris de sortir de la zone de recherche habituelle avant de mourir («morts cachées»), il est possible que la mortalité des chauves-souris soit généralement sous-estimée (Barclay et al., 2017). Les victimes de collision avec des éoliennes dont la hauteur de la nacelle/du rotor est assez élevée pourraient également tomber en dehors de la zone de recherche et passer inaperçues (Weber et al., 2018).
- Certains éléments montrent une vulnérabilité aux collisions liée au sexe et à l'âge (Lehnert et al. 2014), mais celle-ci n'a pas été constatée dans toutes les études (Barclay et al., 2017; Mathews et al. 2016). Les effets prévus sur les populations locales dépendent fortement de la structure d'âge et de sexe des victimes; il s'agit donc d'une importante lacune dans les données.
- Les estimations de mortalité sont limitées pour les aménagements éoliens situés le long des couloirs de migration (Rydell et al., 2010a).
- Les effets de la mortalité sur les populations sont très mal compris (Weber et al., 2018, notamment)^{85 86 87}.

⁸³ Ces lignes directrices du Royaume-Uni sont remplacées par Scottish Natural Heritage et al. (2019).

⁸⁴ La plupart des méthodes utilisées pour estimer le taux de mortalité sont étayées par des données provenant de la recherche de cadavres autour des éoliennes. Il a été constaté que l'efficacité du contrôleur et la zone couverte par les recherches ont une incidence sur la précision des estimations de la mortalité (Reyes et al., 2016). Les équipes de chiens de recherche entraînés semblent être plus efficaces et efficaces que l'homme pour repérer les chauves-souris mortes (Mathews et al., 2013; Mathews et al., 2016; Reyes et al., 2016). Cela s'explique par la difficulté d'identifier les cadavres de chauves-souris, en particulier dans les habitats de landes et de terres arables, où la couverture végétale est susceptible de dissimuler les cadavres. Que les recherches soient effectuées par des personnes ou par des chiens, le nombre de cadavres de chauves-souris serait une estimation minimale du taux de mortalité réel en raison de la disparition de carcasses du fait des charognards, de la décomposition (Paula et al., 2015) et des conditions climatiques (Mathews et al., 2016).

⁸⁵ Cet aspect est particulièrement important car certaines autorités fixent des limites en matière de mortalité causée par les éoliennes en exploitation (par exemple, Weber et al., 2018), alors que l'incidence de la mortalité n'est pas connue.

⁸⁶ Aux États-Unis, Frick et al. (2017) ont utilisé des modèles pour effectuer une évaluation concernant la chauve-souris cendrée, l'espèce la plus fréquemment tuée par les éoliennes en Amérique du Nord, et ont constaté que la mortalité pouvait très fortement réduire la taille des populations et augmenter le risque d'extinction. Toutefois, en raison du manque de données de référence relatives à la population de chauves-souris tuées (Natural England, 2014; Rodrigues et al., 2015), les effets des éoliennes sur les populations de chauves-souris locales ne peuvent être séparés des autres variables (Rodrigues et al., 2015; Huso et al., 2014). Même certains projets de grande envergure (tels que ceux menés par Mathews et al., 2016) n'ont pas pu conclure à l'existence ou non d'une incidence sur les populations locales ou nationales de chauves-souris.

⁸⁷ L'utilisation de certains seuils (par exemple, 1-5 % pour les oiseaux) constitue une difficulté supplémentaire. Aux Pays-Bas, le Conseil d'État a estimé qu'un seuil de 1 % de mortalité annuelle (qui a été utilisé pour les oiseaux) peut également être utilisé pour les chauves-souris (Heijligers et al. 2015). Toutefois, dans la plupart des cas, il n'y a pas suffisamment d'informations sur la taille de la population de chauves-souris et sur l'incidence possible. Il arrive que des seuils (de décision) arbitraires soient appliqués, par exemple le seuil de deux chauves-souris tuées par éolienne et par

Perturbations et déplacement

- Les données empiriques sur l'importance des perturbations et des déplacements sont limitées, sauf en ce qui concerne la perturbation des gîtes.
- La mesure dans laquelle les parcs éoliens peuvent entraîner le déplacement des chauves-souris chassant sur ceux-ci est incertaine, mais elle pourrait être importante pour un large éventail d'espèces et avoir des effets sur des espèces qui ne sont pas considérées comme présentant un risque élevé de mortalité (Barré et al., 2018).

Effet de barrière

- L'effet de barrière cumulatif qu'exerce sur les populations migrant sur de longues distances la nécessité d'éviter de nombreux obstacles tout au long de leur itinéraire de migration n'a pas été étudié à ce jour.

Perte et dégradation d'habitats

- L'étendue des terres liées sur le plan fonctionnel qui dépasse les limites d'un site Natura 2000 et est nécessaire au maintien ou au rétablissement de l'état de conservation favorable d'une espèce est inconnue et varie selon les espèces (par exemple, Apoznański et al., 2018). Toutefois, comme cela a été indiqué, la majorité des espèces vulnérables au risque de collision ne sont pas des espèces relevant de l'annexe II.

Perte de corridors de vol et de gîtes

- Les données empiriques sur l'importance de la perte de corridors de vol sont limitées.
 - Les éoliennes peuvent avoir une influence sur les populations en dehors de leurs frontières nationales en raison d'effets sur les chauves-souris migratrices (Voigt et al., 2012; Lehnert et al., 2014).
 - La connectivité entre les zones de reproduction et d'hibernation peut être affaiblie étant donné que la densité cumulée croissante des aménagements éoliens perturbe les voies de migration nationales et transnationales (Berkhout et al., 2013).
-

En résumé, un certain nombre de recommandations essentielles pour l'évaluation des effets significatifs probables sur les chauves-souris sont synthétisées dans l'Encadré 5-9.

Encadré 5-9: recommandations essentielles pour l'évaluation du caractère significatif des effets sur les chauves-souris

- Définir des critères clairs concernant le caractère significatif, compatibles avec les objectifs de conservation des chauves-souris concernées, spécifiques au contexte (analyse au cas par cas) et reposant sur des bases scientifiques
 - Garantir la disponibilité de données, notamment en ce qui concerne les populations de chauves-souris, leurs activités, leurs gîtes, etc., pour contribuer aux évaluations réalisées au niveau des plans ou aux études et évaluations détaillées spécifiques aux projets
 - Investir dans la recherche afin de combler les lacunes en matière de connaissances énumérées dans l'Encadré 5-8
 - Profiter de la disponibilité accrue de rapports de suivi post-aménagement afin d'améliorer la base de données probantes
-

5.3.3 Mesures d'atténuation possibles

5.3.3.1 Introduction

La présente section donne un aperçu des mesures d'atténuation possibles qui ont été proposées ou appliquées en rapport avec les aménagements éoliens et les chauves-souris. Il convient de noter que la mortalité, qui est l'effet le plus significatif, n'est pas facile à atténuer une fois que les éoliennes sont opérationnelles. Il subsiste des incertitudes quant à la question de savoir si certaines des mesures énumérées permettent d'éviter ou de réduire un effet significatif; le bridage des éoliennes ou l'augmentation de vitesses de vent de démarrage restent les seuls moyens avérés de réduire la mortalité des chauves-souris dans les parcs éoliens en exploitation (Arnett, 2017).

an est utilisé (Voight et al., 2015), bien que cela ne soit pas nécessairement compatible avec la législation nationale et européenne, en particulier pour les espèces menacées (Voight et al., 2015). Voir le résumé dans Everaert J. (2017).

Bien que la macro-implantation puisse contribuer à atténuer les risques, cette mesure est plus difficile à mettre en œuvre pour les chauves-souris, car les espèces les plus touchées sont souvent courantes et répandues, et non spécifiques à un type d'habitat. La mesure dans laquelle la macro-implantation peut, dans la pratique, jouer un rôle dans la conservation des chauves-souris n'est donc pas tout à fait claire, bien qu'elle soit certainement utile pour éviter les zones présentant des caractéristiques d'habitat manifestement plus attrayantes pour les chauves-souris.

Les sections suivantes décrivent brièvement les mesures d'atténuation possibles une fois que l'emplacement de l'aménagement éolien a été choisi.

Tableau 5-7: mesures d'atténuation possibles pour les chauves-souris (E: évitement; R: réduction)

	Collision et barotraumatisme	Perte et dégradation d'habitats	Perturbations et déplacements sur les gîtes	Perte de corridors de vol (effets de barrière) et de gîtes
Micro-implantation: agencement et localisation des éoliennes	E/R	E/R	E/R	E/R
Conception des infrastructures: nombre d'éoliennes et spécifications techniques des éoliennes	R		R	R
Programmation: éviter, réduire ou échelonner les activités de construction au cours des périodes sensibles du point de vue écologique			E/R	
Bridage et vitesses de vent de démarrage: moment de l'exploitation des éoliennes	R			R
Systèmes de dissuasion:: mesures acoustiques et visuelles	E/R			R

5.3.3.2 Micro-implantation: agencement et localisation des éoliennes

Il est essentiel de comprendre de manière approfondie la localisation et l'utilisation des gîtes et de l'activité de vol des chauves-souris sur l'ensemble de la zone d'influence de l'aménagement éolien pour disposer les éoliennes de la meilleure façon possible et réduire leurs effets au minimum de manière efficace. Il est possible d'y parvenir en utilisant les données collectées à partir d'études de référence détaillées réalisées suffisamment tôt dans le développement du projet pour influencer l'ingénierie préliminaire. Les éoliennes devraient être placées à l'écart des zones connaissant une forte activité de chauves-souris ou des gîtes de chauves-souris. Des distances minimales par rapport aux zones boisées et aux éléments linéaires (utilisés comme voie de

transit) sont indiquées dans les lignes directrices du PNUE/Eurobats ainsi que dans certaines lignes directrices nationales⁸⁸.

5.3.3.3 Conception des infrastructures: nombre d'éoliennes et spécifications techniques des éoliennes (y compris l'éclairage)

Les éoliennes varient considérablement du point de vue de leur hauteur et de la longueur de leurs pales. Mathews et al. (2016) ont signalé un risque croissant pour les chauves-souris en fonction de la taille du rotor dans un parc éolien britannique: chaque mètre de pale supplémentaire a été associé à une augmentation d'environ 18 % (intervalles de confiance à 95 %, 5 % à 32 %) de la probabilité qu'un accident se produise (toutes espèces confondues). La taille du rotor et la hauteur du mât sont corrélées, la taille du rotor étant le principal facteur prédictif. Si les éoliennes plus hautes sont associées à un nombre plus important de victimes, il est probable que cela s'explique par le fait qu'elles sont également équipées de rotors plus grands. Par conséquent, il est peu probable que la réduction de la taille du mât tout en conservant la taille du rotor puisse faire baisser le nombre de victimes.

Des études antérieures ont montré que, de manière générale, les chauves-souris réagissent à la lumière artificielle de nuit en fonction de la couleur de la lumière émise, et que les chauves-souris migratrices, en particulier, présentent une phototaxie⁸⁹ en réponse à la lumière verte. Les recherches suggèrent de faire preuve de prudence dans l'utilisation de l'éclairage rouge pour l'aviation, en particulier sur les éoliennes, étant donné que la lumière rouge peut attirer les chauves-souris, ce qui conduirait en définitive à un risque accru de collision pour les chauves-souris migratrices. À l'inverse, en évitant l'utilisation de la lumière rouge, on pourrait réduire le nombre de victimes parmi les chauves-souris; toutefois, il convient de tenir compte à cet égard d'éventuels conflits avec les normes de l'aviation.

5.3.3.4 Programmation: éviter, réduire ou échelonner les activités de construction au cours des périodes sensibles du point de vue écologique

Les lignes directrices du PNUE/Eurobats pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens fournissent des orientations sur la programmation des activités de construction:

- éviter la proximité des gîtes d'hibernation et de maternité occupés ainsi que la période d'année pendant laquelle ils sont utilisés;
- d'une manière générale, éviter le moment de la journée et de l'année où les chauves-souris chassent activement ou sont en transit;
- échelonner les activités de manière à ce que l'ensemble du site ne subisse pas de perturbations au même moment; et/ou
- échelonner les activités de manière à ce que certaines activités perturbantes ou les travaux de construction dans certaines zones au sein du site se déroulent lorsque les chauves-souris sont les moins sensibles aux perturbations.

Pour que ces mesures soient efficaces, il est essentiel de comprendre de manière approfondie la localisation et l'utilisation des gîtes et de l'activité de vol des chauves-souris sur l'ensemble de la zone d'influence de l'aménagement éolien.

5.3.3.5 Bridage et vitesses de vent de démarrage: limitation du temps de fonctionnement des éoliennes

Normalement, les éoliennes tournent librement lorsque la vitesse du vent est inférieure à la vitesse de démarrage (la vitesse du vent la plus faible à laquelle les éoliennes produisent de l'électricité). L'activité des éoliennes peut être réduite de trois manières: a) la mise en drapeau des pales (de sorte qu'elles soient parallèles au vent dominant, ce qui réduit dans les faits leur surface); b) l'augmentation de la vitesse de démarrage; et c) l'utilisation de méthodes permettant d'arrêter la rotation des pales à des vitesses de vent

⁸⁸ Par exemple: dernières orientations en date du Royaume-Uni (2019), voir:

<https://www.nature.scot/sites/default/files/2019-01/Bats%20and%20onshore%20wind%20turbines%20-%20survey%20assessment%20and%20mitigation.pdf>

Scottish Natural Heritage (2019), Bats and Onshore Wind Turbines: Survey, Assessment and Mitigation.

⁸⁹ Mouvement d'un organisme en direction d'une source lumineuse ou dans la direction opposée.

faibles⁹⁰ (Rodrigues et al., 2015; Arnett, 2017). D'après les éléments de preuve recueillis en Europe et en Amérique du Nord, le bridage et l'augmentation de la vitesse de démarrage constituent les seuls moyens avérés de réduire la mortalité des chauves-souris par collision (Rodrigues et al., 2015; Behr et al., 2017).

Ces méthodes ont été soutenues plus récemment par Mathews et al. (2016), qui recommandent de limiter autant que possible la rotation des pales des éoliennes par des vitesses de vent inférieures à la vitesse de démarrage. Cela signifie que la durée pendant laquelle les pales tournent par faibles vitesses de vent peut être réduite sans entraîner de perte de production d'électricité.

La vitesse de démarrage pour un aménagement éolien devrait être déterminée au cas par cas, car l'activité des chauves-souris est influencée par la vitesse du vent et d'autres variables météorologiques et peut varier considérablement selon les espèces, les années, les sites, les pays et les régions. Pour que ces mesures soient efficaces, il est essentiel que le seuil de vitesse de démarrage pour un aménagement éolien donné soit fondé sur des données de référence détaillées provenant d'études, collectées conformément aux lignes directrices les plus récentes en matière de bonnes pratiques (à savoir les lignes directrices du PNUE/Eurobats). À cette fin, les données sur l'activité des chauves-souris doivent être collectées parallèlement aux variables environnementales, dont la plus importante est la vitesse du vent.

En Allemagne, des chercheurs (Behr et al., 2018) ont mis au point un logiciel libre («ProBat 6.1»⁹¹) permettant de calculer des algorithmes de bridage pour les parcs éoliens. Cette application est présentée dans l'Étude de cas 5-2 ci-dessous. Elle nécessite que les données relatives à l'activité des chauves-souris enregistrées au niveau de la nacelle des éoliennes en exploitation couvrent une période suffisamment longue, y compris la période principale durant laquelle l'activité des chauves-souris est forte. L'application calcule des vitesses de démarrage par éolienne permettant de réduire la mortalité à un niveau déterminé et offre la possibilité d'estimer la perte de recettes résultant du bridage des opérations.

Des radars ont été utilisés aux États-Unis pour déclencher un bridage des éoliennes en présence d'oiseaux, en particulier de grands rapaces. Cette méthode s'est révélée moins adaptée pour les chauves-souris. Toutefois, dans le cadre d'un projet mené dans l'ouest des États-Unis, des capteurs infrarouge ont été installés à l'entrée d'une grotte servant de gîte, qui se déclenchent au moment où les chauves-souris quittent la grotte le soir. Dans un premier temps, le projet utilisait un radar pour évaluer le risque tant pour les oiseaux que pour les chauves-souris sur le site, mais il s'appuie désormais entièrement sur les données provenant des capteurs infrarouge pour déterminer, chaque nuit, s'il y a lieu de brider les éoliennes⁹². Il s'agit d'une solution bon marché et nécessitant peu de moyens face à l'occupation très variable des grottes.

Étude de cas 5-2: RENEBAT II et RENEBAT III/ProBat

Les programmes de bridage utilisent parfois la vitesse du vent seule, ou la vitesse du vent avec d'autres variables. Le projet RENEBAT a collecté des données issues de recherches sur la mortalité des chauves-souris et de l'activité acoustique des chauves-souris mesurée au niveau de la nacelle afin de tester des algorithmes de bridage pour des éoliennes auparavant identifiées comme étant à haut risque. Seize éoliennes ont été exploitées avec et sans programme de bridage (alternance hebdomadaire pendant une période de 14 semaines). L'objectif était de réduire la mortalité en cas de bridage (exploitation «respectueuse des chauves-souris») à 0,012 décès par éolienne et par nuit (ce qui équivaut à deux décès par éolienne et par an). L'exploitation «respectueuse des chauves-souris» prévoyait également une hystérèse⁹³ de 0,5 ms⁻¹, destinée à atténuer l'usure des composants de l'éolienne en réduisant le nombre de démarrages.

Au cours de l'expérience, la zone située sous les éoliennes était inspectée tous les jours à la recherche de cadavres et l'activité acoustique était constamment échantillonnée au niveau de la nacelle. Au total, 21 décès de chauves-souris ont été constatés au cours des sept semaines d'exploitation «normale», et trois cadavres ont été découverts au cours des

⁹⁰ La préférence est donnée à la mise en drapeau; le freinage (arrêt complet des pales) est utilisé en cas d'urgence, mais son utilisation répétée endommagerait l'éolienne.

⁹¹ http://windbat.techfak.fau.de/tools/index_en.shtml

⁹² La recherche sur l'utilisation de la technologie infrarouge pour la gestion proactive des gîtes de chauves-souris a été présentée lors de la réunion annuelle de la section occidentale de la Wildlife Society (février 2019); elle est résumée à l'adresse suivante: <https://www.nationalwind.org/nwcc-2019-wind-wildlife-year-in-review/>

⁹³ Cela signifie que, pendant les périodes où la vitesse de démarrage «respectueuse des chauves-souris» était utilisée, par exemple 5,0 ms⁻¹, les rotors s'arrêtaient lorsque la vitesse du vent passait sous 5,0 ms⁻¹, mais ne recommençaient à tourner que lorsque la vitesse du vent dépassait 5,5 ms⁻¹.

sept semaines durant lesquelles les éoliennes fonctionnaient en mode «respectueux des chauves-souris». Le taux de collision moyen calculé sur la base du résultat des recherches de cadavres (corrigé pour tenir compte de l'action des charognards et de l'efficacité du contrôleur) s'élevait à 0,064 décès de chauves-souris par éolienne et par nuit pour les nuits où les éoliennes fonctionnaient en mode «normal» et à 0,010 pour les nuits pendant lesquelles le mode «respectueux des chauves-souris» était utilisé. Ainsi, le taux de mortalité réel lors de l'exploitation en mode «respectueux des chauves-souris» n'était que très légèrement différent de la valeur cible de 0,012 chauve-souris tuée par éolienne et par nuit. La perte réelle de rendement énergétique a été calculée au cours de l'exploitation en mode «respectueux des chauves-souris», de même que la perte attendue pour les périodes d'exploitation en mode «normal» si les éoliennes avaient fonctionné en mode «respectueux des chauves-souris»: il en résulte une perte moyenne de 2,1 % de la production annuelle d'énergie éolienne pour l'année 2012. Étant donné que les éoliennes sélectionnées pour l'expérience présentaient un risque de collision particulièrement élevé, la valeur pour un ensemble de données d'éoliennes sélectionné de manière aléatoire (70 éoliennes échantillonnées en 2008) était plus faible: 1,8 % en moyenne. En l'absence d'hystérèse, cette valeur tombait à 1,4 %. Ainsi, les modèles statistiques ont permis de prévoir les taux de mortalité pour les éoliennes de l'échantillon avec un degré de précision élevé, et il a été démontré que les algorithmes de bridage «respectueux des chauves-souris» réduisent le risque de collision résiduel à une valeur préétablie avec une grande précision.

Le logiciel (ProBat) est à présent disponible sur l'ensemble du territoire allemand et son utilisation est une exigence dans certains États fédérés. Il tient compte des variations régionales, intègre un certain nombre de différences entre les espèces en ce qui concerne le risque de collision⁹⁴ et peut accepter trois modèles différents de données provenant des détecteurs de chauves-souris. Son applicabilité/ sa précision pour d'autres régions d'Europe (ainsi que pour un éventail plus large d'espèces et de données sur l'activité des chauves-souris) devrait être testée. En outre, les dimensions des éoliennes et des rotors sur lesquels le système a été testé étaient relativement réduites par rapport aux dimensions habituelles des nouvelles installations éoliennes, et il convient donc également de vérifier l'applicabilité de ce système aux installations de plus grande taille.

Source: Behr et al., 2015, 2018; Weber et al., 2018.

5.3.3.6 Systèmes de dissuasion: mesures acoustiques

Les ultrasons ont été utilisés comme outil d'atténuation des risques pour éloigner les chauves-souris des éoliennes et, partant, réduire la mortalité⁹⁵. Arnett et al. (2013) démontrent que la diffusion d'ultrasons à large bande permet de réduire le nombre de chauves-souris tuées en dissuadant les chauves-souris de s'approcher des sources sonores. L'efficacité des systèmes de dissuasion à ultrasons étudiés à l'époque était limitée par la distance et la zone que les ultrasons peuvent couvrir, en partie en raison de leur atténuation rapide dans un environnement humide.

Depuis lors, des systèmes de dissuasion plus efficaces ont été mis au point aux États-Unis et seront bientôt commercialisés (voir l'Étude de cas 5-3).

Étude de cas 5-3: utilisation de dispositifs acoustiques à ultrasons comme système d'éloignement des chauves-souris

L'équipe du programme éolien de Bat Conservation International, en collaboration avec l'université d'État du Texas, a mené des recherches pour tester l'efficacité des dispositifs acoustiques à ultrasons montés sur les éoliennes elles-mêmes. Cette fonctionnalité repose sur l'hypothèse que ces dispositifs «brouillent» le système d'écholocalisation des chauves-souris ou rendent l'espace aérien autour de l'éolienne acoustiquement inconfortable, ce qui permet de maintenir les chauves-souris à distance du danger potentiel que représentent les pales d'éoliennes lorsqu'elles tournent. Les dispositifs acoustiques à ultrasons émettent un bruit fort, à haute fréquence, qui chevauche les signaux utilisés par les chauves-souris pour naviguer et capturer leurs proies.

L'installation de Duke Energy dans le sud du Texas est constituée de 255 éoliennes (Vestas V-110, 2 mégawatts), mises en drapeau à la vitesse de démarrage prévue par le fabricant (3,5 m/s). Chaque nuit, seize éoliennes ont fait l'objet d'un suivi: huit éoliennes de contrôle et huit éoliennes munies du dispositif, réparties de manière aléatoire chaque nuit. Des

⁹⁴ La pipistrelle de Nathusius (*P. nathusii*) a présenté un schéma d'activité différent de celui d'autres espèces de chauves-souris à plusieurs égards (répartition de l'activité sur la nuit et au cours de l'année, et corrélation de l'activité et de la vitesse du vent), ce qui, selon Weber et al. (2018), serait (probablement) dû à un comportement migrateur.

⁹⁵ <http://batsandwind.org/research/operational-mitigation-deterrents>

recherches de mortalité ont été effectuées sur des parcelles de 100 mètres de rayon entre le 31 juillet et le 30 octobre en 2017 et 2018.

En 2017, on a retrouvé 303 chauves-souris mortes, appartenant à sept espèces (78 % de tadarides du Brésil). Près de deux fois plus de chauves-souris tuées ont été découvertes dans les zones de contrôle (65 % dans les zones de contrôle; 35 % dans les zones couvertes par le dispositif). La situation était similaire en 2018: 325 chauves-souris mortes, appartenant à cinq espèces (77 % de tadarides du Brésil). Les victimes étaient réparties de la même manière: 68 % dans les zones de contrôle; 32 % dans les zones couvertes par le dispositif. La combinaison des résultats a montré que les dispositifs acoustiques à ultrasons avaient un effet statistiquement significatif sur la mortalité des chauves-souris, avec une réduction de 50 % du nombre total d'animaux tués.

L'analyse par espèce a montré que, pour certaines espèces, la mortalité a été considérablement réduite, par exemple pour la tadaride du Brésil (réduction de 54 %) et la chauve-souris cendrée (réduction de 78 %). Toutefois, les autres espèces ne semblaient pas répondre de la même manière. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour améliorer l'efficacité par espèce. De même, l'applicabilité/la précision du dispositif pour d'autres régions du monde, par exemple l'Europe, ainsi que pour un éventail plus large d'espèces et de données sur l'activité des chauves-souris devrait être testée.

De plus amples informations sont disponibles aux adresses suivantes ou sur demande auprès de NRG Systems⁹⁶:

<http://www.batcon.org/our-work/regions/usa-canada/wind2/ultrasonic>

<https://www.nrgsystems.com/products/bat-deterrent-systems>

<https://www.nrgsystems.com/news-media/pioneering-bat-deterrent-system-from-nrg-systems-reduces-bat-fatalities-by-54-percent-at-texas-wind-energy-facility/>

Les systèmes de dissuasion acoustique font partie des outils potentiels, mais des préoccupations demeurent quant à leur efficacité et à leur utilisation. Leur utilisation peut être indiquée dans des lieux spécifiques et pour certaines espèces, mais la recherche en est toujours à un stade précoce, et il n'est pas encore certain que l'application de ces systèmes en conditions réelles permette de réduire suffisamment la mortalité. En outre, ils pourraient avoir des conséquences imprévues (comme une attraction initiale), ce qui limiterait leur utilité. Il convient également d'étudier l'effet de perturbation de ces systèmes de dissuasion.

Parmi les autres préoccupations figure la nécessité d'une maintenance et d'essais réguliers afin de veiller à ce qu'il n'y ait pas de lacune dans la dissuasion et à ce que tout système de dissuasion permette de protéger de manière adéquate l'intégralité de la zone balayée par le rotor, et ce pour un rapport coût-efficacité acceptable. Comme indiqué dans l'étude de cas, toutes les espèces ne sont pas sensibles aux systèmes de dissuasion. En outre, les effets de ces systèmes sur d'autres espèces sauvages ne sont pas compris pour le moment. Pour toutes ces raisons, des recherches supplémentaires sont nécessaires avant que l'utilisation de systèmes de dissuasion acoustique puisse devenir une pratique courante.

5.4 Oiseaux

5.4.1 Introduction

Les incidences potentielles des aménagements éoliens sur les oiseaux ont été largement étudiées au sein de l'UE comme ailleurs. En conséquence, il existe de nombreux documents d'orientation nationaux relatifs aux oiseaux et aux aménagements éoliens qui précisent les méthodes appropriées pour collecter les données de référence.

Les données de référence à l'appui de l'évaluation du caractère significatif devraient être collectées au moyen de méthodes normalisées (Bissy et al., 2000) ou conformément aux recommandations nationales s'il s'agit des meilleures méthodes disponibles. Un examen exhaustif des méthodes d'étude a été publié par Smallwood (2017). Des exemples d'études de référence sont résumés dans l'Encadré 5-10. Dans certains cas, plusieurs méthodes peuvent être combinées pour décrire avec précision les conditions de départ. Par exemple, une

⁹⁶ NRG Systems est un concepteur et fabricant de technologies intelligentes pour une série d'applications éoliennes, solaires et météorologiques.

évaluation du risque de collision pour le pélican dans un même parc éolien reposait sur une combinaison d'observations par radar et d'observations directes depuis différents postes d'observation (Étude de cas 5-4).

Encadré 5-10: exemple d'études de référence à terre pour les oiseaux

- Études depuis un poste d'observation – pour déterminer les espèces, leur comportement de vol, la direction et la hauteur de vol
- Études de transects – pour déterminer les espèces et leur répartition, et estimer l'abondance. Ces études peuvent être généralistes et/ou axées sur des espèces ou des groupes d'espèces spécifiques, tels que les rapaces ou les espèces nocturnes
- Comptages indirects – l'activité des oiseaux peut être mesurée indirectement, par exemple par le comptage des fientes
- Imagerie infrarouge et thermique – pour déterminer l'activité nocturne
- Technologie de suivi – la radiotélémétrie et les données de suivi par satellite peuvent fournir des mesures concernant l'activité des oiseaux, leur comportement de vol, la direction et la hauteur de vol. Celles-ci sont beaucoup plus précises que des observations visuelles (Étude de cas 5-7)
- Radar – utilisation de systèmes radar pour estimer l'abondance totale des oiseaux, la direction et la hauteur de vol, en particulier lorsque des oiseaux migrateurs sont susceptibles d'être présents en grand nombre. Systèmes utilisés conjointement avec les observations visuelles pour déterminer les espèces

Étude de cas 5-4: utilisation combinée d'un radar et d'observations directes afin d'estimer le risque de collision pour les pélicans dans un projet de parc éolien sur la côte ouest du Cap, en Afrique du Sud

Problème:

La mauvaise localisation de parcs éoliens de grande taille a un effet préjudiciable sur les populations d'oiseaux locales et une modélisation spécifique est donc nécessaire pour prévoir les effets significatifs probables. Des données de vol tridimensionnelles imparfaites se traduisent souvent par des évaluations erronées, avant la construction, concernant le risque de collision pour les oiseaux autour des aménagements éoliens. Les données provenant de l'observation directe ont indiqué que des pélicans blancs (*Pelecanus onocrotatus*) traversaient régulièrement la zone de l'aménagement éolien proposé, potentiellement à la hauteur de la surface balayée par le rotor. Un modèle de risque préliminaire fondé sur les observations initiales a révélé un risque de collision significatif pour les pélicans blancs.

Approche et conclusions:

Des méthodes fondées sur les données radar et sur les observations directes ont été utilisées pour quantifier les vols de pélicans blancs à proximité d'un parc éolien prévu sur la côte ouest du Cap, en Afrique du Sud, et le risque de collision avec les éoliennes a été modélisé dans différents scénarios. Les résultats des modèles ont été combinés avec des données démographiques préexistantes afin d'évaluer l'incidence possible du parc éolien sur la population de pélicans et d'examiner les mesures d'atténuation possibles. Un nombre important de mouvements de pélicans blancs ont été enregistrés à travers la zone du parc éolien, coïncidant avec le cycle de reproduction de la colonie voisine et associés aux vols vers des zones de ravitaillement situées à environ 50 km. Les pélicans étaient exposés à un risque de collision à un taux moyen de 2,02 vols à haut risque par heure (Jenkins, 2018). Les trajectoires de vol ont été considérées comme vols à haut risque si certains de leurs points étaient situés au sein de la zone de balayage du rotor d'une ou de plusieurs des éoliennes prévues et de leur zone tampon. Le risque, qui se limitait aux heures de clarté, était maximal en milieu de journée et par vents forts de nord-ouest; en outre 82 % des vols à haut risque étaient concentrés sur seulement cinq des 35 emplacements d'éoliennes proposés. Les taux de mortalité moyens prévus (22 tués par an, 95 % de confiance, avec des vitesses de vol des oiseaux et de rotation des pales moyennes et des taux d'évitement de 95 %) n'étaient pas durables, étant donné qu'ils se traduisaient par une croissance négative de la population de pélicans. Les modèles ont montré qu'en supprimant du projet les cinq éoliennes présentant le risque le plus élevé, ou en mettant en place un régime de bridage permettant au moins d'arrêter ces éoliennes aux heures où le passage des pélicans est le plus important, l'on pouvait en théorie réduire les effets à des niveaux gérables. Toutefois, en dépit des grandes quantités de données de haute qualité utilisées dans les analyses de Jenkins (2018), le modèle de risque de collision reste compromis par des hypothèses non vérifiées concernant les taux d'évitement des pélicans et les incertitudes quant à la dynamique existante de la population de pélicans.

La Figure 5-3 montre la totalité des trajectoires de vol de pélicans blancs enregistrées par le radar au cours de toute la période de l'étude, superposées sur une carte représentant la configuration actuelle du projet; les vols à haut risque (ceux qui croisent la zone de balayage d'un rotor et sa zone tampon) sont indiqués en rouge, et les emplacements d'éoliennes au moyen d'un code couleur, en fonction du risque de collision prévu. Au total, 407 colonies de pélicans blancs ont fait l'objet d'un suivi dans le cadre du projet d'aménagement éolien, pour un total de 4 539 oiseaux. Environ 80 % des pélicans sont passés directement par le site de l'aménagement éolien. L'utilisation du radar a considérablement accru la résolution spatiale de ces données et, par conséquent, a permis une interrogation statistique plus rigoureuse.

Les données peuvent être considérées comme bien plus précises et sont présentées avec beaucoup plus de confiance que les données d'observation uniquement.

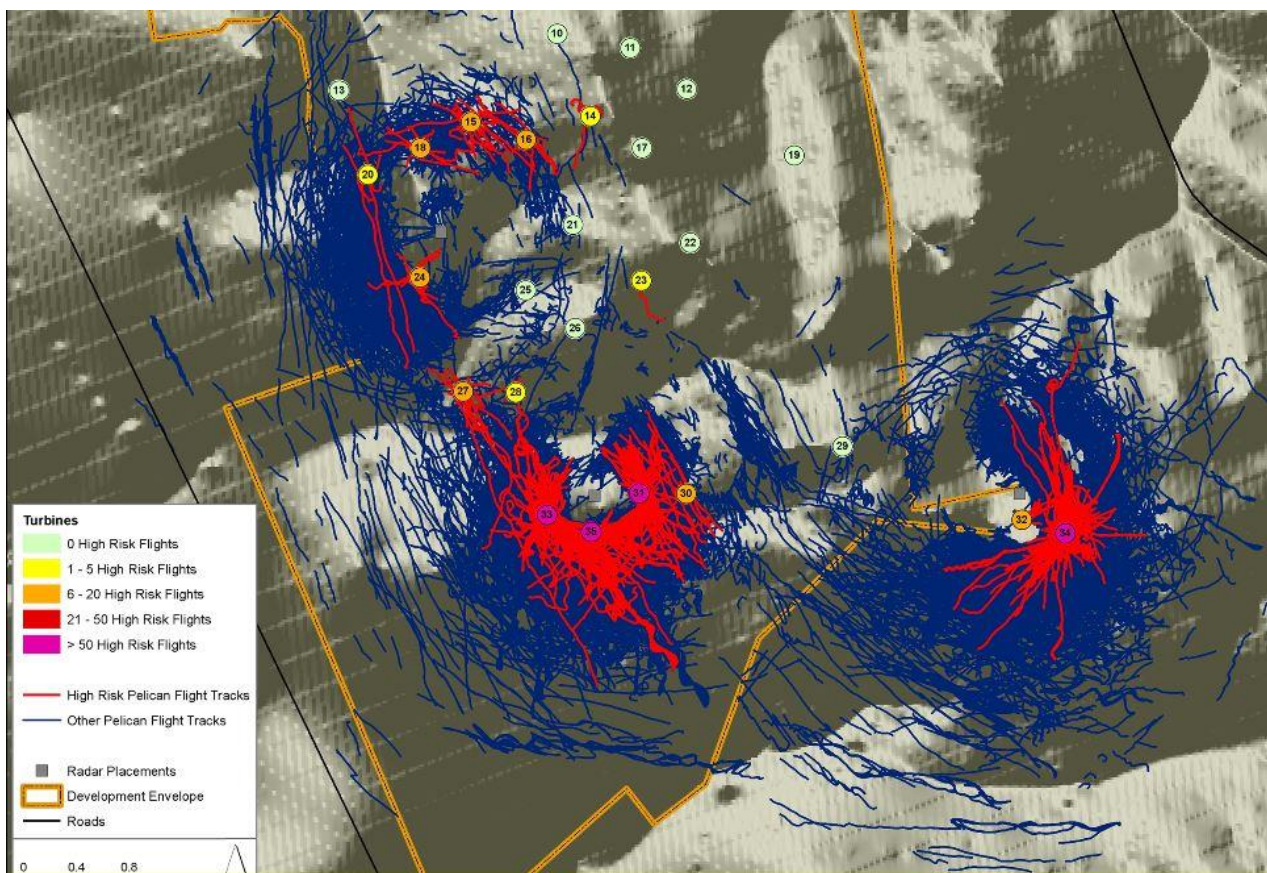


Figure 5-3: trajectoires de vol des pélicans enregistrées par le radar au cours de toute la période de l'étude

Source: Jenkins et al. (2018)

5.4.2 Types d'incidences

5.4.2.1 Quels sont les principaux types d'incidence?

Les incidences des aménagements éoliens sur les oiseaux ont fait l'objet de très nombreuses analyses (Langston et Pullen, 2003; Perrow, 2017) et sont résumées dans l'Encadré 5-11. La relation entre ces incidences et le cycle de vie du projet est mise en évidence dans le Tableau 5-8. Chaque type d'incidence est susceptible d'influer sur les taux de survie et de reproduction des individus, ce qui peut entraîner des changements dans les paramètres démographiques d'une population, pouvant se traduire par une évolution mesurable de la taille de la population.

Encadré 5-11: types d'incidences sur les oiseaux qui sont généralement pris en considération dans une évaluation concernant un plan ou un projet éolien

- Collision: interaction mortelle entre les oiseaux en vol et les structures éoliennes.
- Perturbations et déplacement: les modifications du comportement des oiseaux peuvent effectivement entraîner une perte d'habitat et une baisse potentielle des taux de reproduction (Dahl et al., 2012), mais les études qui évaluent s'il existe un effet sur la population sont peu nombreuses. Les déplacements peuvent être mesurables à une distance de 200 m des éoliennes, mais peuvent se produire jusqu'à plus de 800 mètres pour certaines espèces (Hötter, 2017; Marques et al., 2019). Dans le cas des éoliennes de petite taille et des éoliennes isolées, les effets de déplacement sont peut-être moins probables (Minderman et al., 2012).
- Effet de barrière: zone impénétrable dont le contournement nécessite un allongement des distances de vol et une plus grande dépense d'énergie.

- Perte et dégradation d'habitats: élimination, fragmentation ou endommagement de l'habitat que les oiseaux utiliseraient autrement. Il existe des éléments démontrant que la perte et la dégradation d'habitat peuvent entraîner des modifications mesurables de la population (Pearce-Higgins et al., 2012, Steinborn et al., 2011).
- Effets indirects: par exemple, les variations de l'abondance et de la disponibilité des proies peuvent être directes, ou être causées par une modification des habitats. Ces variations peuvent être positives (Lindeboom et al., 2011) ou négatives (Harwood et al., 2017), mais les éléments de preuve quant à leurs effets sur la population d'oiseaux sont limités. Les oiseaux tués par des éoliennes peuvent attirer d'autres espèces d'oiseaux (charognards, oiseaux de proie).

Tableau 5-8: relation entre les types d'incidences sur les oiseaux et le cycle de vie des projets d'aménagements éoliens terrestres

Types d'incidences	Phase du projet				
	Préconstruction	Construction	Exploitation	Démantèlement	Rééquipement
Perte et dégradation d'habitats		X	X	X	X
Perturbations et déplacement	X	X	X	X	X
Fragmentation des habitats		X	X	X	
Collision			X	X	
Effet de barrière		X	X	X	
Effets indirects	X	X	X	X	X

5.4.2.2 Comment évaluer le caractère significatif?

Les effets significatifs probables des aménagements éoliens sur les oiseaux sont généralement évalués dans le cadre d'un processus en deux étapes comportant la quantification de l'ampleur des effets du point de vue de la mortalité des oiseaux, suivie d'une évaluation de la modification de la population par rapport aux objectifs de conservation du site en question.

Les facteurs biologiques et environnementaux ainsi que ceux liés à la conception du plan ou du projet peuvent influencer le caractère significatif des effets. Les facteurs généralement pris en considération à la fois pour l'élaboration des méthodes de collecte des données de référence et pour l'évaluation du caractère significatif en rapport avec les aménagements éoliens et les oiseaux sont énumérés dans l'Encadré 5-12.

Encadré 5-12: facteurs déterminant la collecte des données de référence et l'évaluation du caractère significatif

Tous les effets

- Les espèces à longue durée de vie, à renouvellement lent et à stratégie K, comme les grands rapaces et les oiseaux marins, sont plus vulnérables que les petites espèces à courte durée de vie et à stratégie r, telles que les passereaux.
- Les populations de taille réduite et menacées (par exemple, les espèces de l'annexe I) sont plus vulnérables aux sources de mortalité supplémentaires que les grandes populations qui sont stables ou en croissance.
- Corollaire de ce qui précède, la proximité de zones de protection spéciale – désignées en raison de la présence de ces espèces – est un facteur d'incidence important (Marx, 2018).

Collision

- Morphologie (par exemple, taille du corps, taille et forme des ailes) et comportement (par exemple, vol plané) des oiseaux⁹⁷.
- Abondance et caractère saisonnier, par exemple là où un grand nombre d'espèces se rassemblent, notamment dans les zones humides et les goulets d'étranglement migratoires.
- Mouvements: les oiseaux sédentaires courent un risque plus élevé que ceux qui migrent activement.
- Comportement d'évitement et comportement se traduisant par une proximité prolongée avec les éoliennes.
- Vitesse de vol (qui a de toute évidence une incidence sur le risque de collision).
- Hauteur de vol (risque d'entrer en contact avec les pales).
- Activité de vol nocturne (risque accru la nuit).
- Vols en cas de mauvaises conditions météorologiques (risque accru en cas de brouillard).
- Taille des éoliennes (souvent liée à la capacité en MW), diamètre du rotor de l'éolienne (surface balayée – zone de risque), position des éoliennes et configuration de l'aménagement éolien (Thaxter et al., 2017).
- Éclairage des infrastructures.
- Topographie, par exemple sites d'altitude élevée et face des crêtes abritée par rapport au vent dominant (de Lucas et Perrow, 2017).

Perturbations et déplacement

- Hauteur de l'éolienne et diamètre du rotor de l'éolienne (surface balayée – zone de risque).
- Topographie et ouverture du paysage.
- La sensibilité aux perturbations varie considérablement d'un groupe taxonomique à l'autre, mais aussi au sein d'un même groupe taxonomique. Par exemple, certains rapaces sont particulièrement sensibles et d'autres beaucoup moins. Il est également possible que certains passereaux migrant la nuit soient particulièrement sensibles à ce phénomène (et au risque de collision également).
- Caractère saisonnier: en ce qui concerne les aménagements éoliens terrestres, on observe un évitement accru des parcs éoliens en dehors de la saison de reproduction (Villegas-Patraca et al., 2012; Hötter, 2017).

Effet de barrière

- Caractère saisonnier: le coût accru lié à la nécessité, pour les oiseaux nicheurs, de contourner de manière répétée un aménagement éolien pour se déplacer entre leurs nids et les zones de ravitaillement peut être plus important que les coûts énergétiques associés à l'effet de barrière pour les oiseaux migrateurs qui contournent un tel aménagement.
- Effets cumulatifs des plans et/ou projets: il est peu probable qu'un seul aménagement éolien entraîne des coûts énergétiques supplémentaires importants pour les oiseaux en raison d'un effet de barrière.

Perte et dégradation d'habitats

- Degré de flexibilité dont une espèce fait preuve dans l'utilisation de son habitat, et mesure dans laquelle cette espèce peut réagir aux changements des conditions d'habitat.
- Taille et complexité de l'empreinte du plan ou du projet.

Effets indirects

- Sensibilité et vulnérabilité des habitats et des espèces proies aux activités des aménagements éoliens.

L'Étude de cas 5-5 illustre, pour la région de la Flandre (Belgique), la manière dont un seuil est appliqué concernant le caractère significatif et à quelle échelle spatiale.

Une approche plus fiable pour déterminer le caractère significatif consiste à utiliser des modèles mathématiques pour estimer la mortalité et prévoir les changements à l'échelle de la population au fil du temps. Toutefois, la modélisation est plus difficile à appliquer au niveau des projets individuels. De plus, il convient toujours de faire preuve de prudence dans l'interprétation des résultats de la modélisation, les modèles étant une simplification de la réalité. Il est recommandé de valider les modèles en mesurant les effets réels sur le terrain.

Les approches fréquemment utilisées pour estimer la mortalité des oiseaux et déterminer le caractère significatif sont examinées dans Laranjeiro et al. (2018) et résumées dans le Tableau 5-9. Deux approches ou plus peuvent être combinées pour éclairer l'évaluation, par exemple un modèle de risque de collision (MRC) peut être utilisé pour estimer la mortalité des oiseaux, qui peut ensuite faire l'objet d'une analyse de la viabilité

⁹⁷ Par exemple, les vautours sont typiquement des rapaces planeurs dont les yeux fixent la zone située en dessous d'eux afin de repérer des cadavres; ils ne regardent pas autour d'eux et sont donc très vulnérables aux collisions.

des populations (AVP) afin d'évaluer les conséquences potentielles du surcroît de mortalité sur la population. Rien ne s'oppose à l'utilisation d'approches non énumérées ci-dessous, pour autant que celles-ci reposent sur une base logique ou empirique.

Parmi les effets significatifs probables sur les oiseaux, en règle générale, seuls la perte et la dégradation d'habitat, la mortalité par collision ainsi que les déplacements et les perturbations sont évalués de manière très détaillée.

L'évaluation de la perte d'habitat est fonction de la superficie perdue ou dégradée (voir chapitre 5.2). Pour apprécier le caractère significatif de la perte d'habitat, que cette perte soit directe ou indirecte du fait de perturbations ou de déplacements, l'on peut, comme indication initiale de la probabilité qu'une mortalité résulte de cette perte, attribuer une note à la flexibilité des espèces dans l'utilisation de leur habitat (ou la spécialisation de leur habitat).

Afin de quantifier le risque de collision avec des oiseaux, des modèles de risque de collision⁹⁸ sont utilisés et paramétrés en fonction des caractéristiques techniques des éoliennes, de la morphologie des oiseaux et des variables décrivant l'activité de vol des oiseaux. La modélisation du risque de collision, par exemple le modèle de Band (Band, 2007 et 2012), fournit une estimation du nombre potentiel de collisions avec des oiseaux susceptibles de se produire dans un parc éolien proposé, en supposant que les oiseaux ne font rien pour éviter une collision avec les éoliennes. Afin d'obtenir des estimations réalistes des risques, la modélisation du risque de collision est ensuite corrigée pour prendre en considération les réactions comportementales des oiseaux face à la présence de parcs éoliens, au moyen de taux d'évitement. Toutefois, dans la pratique, ceux-ci n'intègrent pas uniquement le comportement d'évitement stricto sensu, mais tiennent également compte des erreurs et de la variabilité en rapport tant avec les données utilisées qu'avec le modèle lui-même (Cook et al., 2014).

Bien qu'il y ait peu d'exemples de taux d'évitement obtenus de manière empirique (Perrow, 2017), la question de savoir comment appliquer ces taux dans le modèle de Band fait l'objet de vifs débats. Les divergences entre les prévisions modélisées et les taux de collision observés (de Lucas et al., 2008; Ferrer et al., 2011) mettent en évidence la nécessité de faire preuve de prudence dans l'interprétation des résultats de la modélisation du risque de collision et d'intégrer, dans les modèles du risque de collision, des paramètres réalistes du point de vue biologique en ce qui concerne le comportement des oiseaux.

On sait que des effets de barrière se produisent (Hötter, 2017) et il faut en tenir compte dans toute évaluation des effets significatifs. Toutefois, il existe peu de preuves d'effets mesurables, même si, dans certains scénarios cumulatifs, il pourrait en résulter des effets à l'échelle de la population (Masden et al., 2009).

Tableau 5-9: approches utilisées pour l'évaluation de la mortalité des oiseaux⁹⁹

Approche	Perte et dégradation d'habitats	Collision	Perturbations et déplacement	Effet de barrière
Modèles de risque de collision		X		
Modèles de répartition des espèces		X		
Modèles fondés sur les individus		X	X	X
Modèles fondés sur les populations	X	X	X	X
Modèles fondés sur des indices¹⁰⁰	X	X	X	X

⁹⁸ Voir l'analyse des types de modèles par Willmott et al. (2012), Grünkorn et al. (2016), Masden et Cook (2016) et Smales (2017).

⁹⁹ Voir l'analyse de Laranjeiro et al. (2018) pour des exemples spécifiques.

¹⁰⁰ Potentiellement utile lorsque les données sont rares (Laranjeiro et al., 2018) pour éclairer une évaluation fondée sur les risques.

Étude de cas 5-5: approche en matière d'évaluation du caractère significatif en ce qui concerne les oiseaux et l'énergie éolienne en Flandre (Belgique)

La mortalité annuelle correspond à l'estimation actuelle de la mortalité due aux causes naturelles et anthropiques (sans la mortalité supplémentaire liée aux parcs éoliens ou aux lignes électriques planifiés); elle est normalement calculée sur la base des taux de mortalité figurant dans la littérature spécialisée (par exemple, les données concernant les oiseaux sur le site internet du BTO¹⁰¹) et des informations sur la taille de la population régionale/locale de l'espèce évaluée.

Pour déterminer un effet potentiellement significatif de la mortalité sur les populations, le critère de 1 % de mortalité annuelle est appliqué aux espèces qui sont effectivement susceptibles d'être affectées:

- si l'espèce a une population locale (sous-régionale) significative au niveau de la Région flamande (soit > 2 % de la population régionale totale); et
- s'il existe suffisamment de données quantitatives concernant la taille de la population de cette espèce.

Pour les espèces abondantes et dont l'état de conservation est favorable, le seuil peut aller jusqu'à 5 %.

Ces seuils sont appliqués au niveau sous-régional, ce qui, pour la Flandre, signifie ce qui suit:

- pour les oiseaux aquatiques et les goélands hivernants, à moins que des données fiables ne soient disponibles à l'échelle régionale, l'effet cumulatif est évalué à l'échelle sous-régionale, et, plus spécifiquement, au niveau des sous-populations. Ces sous-populations à l'échelle sous-régionale (locale) ont été identifiées sur la base de «zones écologiquement connectées» (voir la Figure 5-4);
- pour les oiseaux nicheurs, les effets cumulatifs sont également évalués à l'échelle sous-régionale ou, si nécessaire, à l'échelle locale (par exemple, un site Natura 2000);
- pour les oiseaux migrants, les effets cumulatifs sont évalués à l'échelle du couloir de migration sous-régional (population estimée qui migre dans ce couloir de migration).

Parmi les exceptions figurent les cas dans lesquels il n'y a pas assez de données disponibles pour évaluer quantitativement les effets, c'est-à-dire pour certaines espèces d'oiseaux et pour la quasi-totalité des espèces de chauves-souris. Dans ces cas, une évaluation davantage qualitative est effectuée, si possible également sur la base des données quantitatives (disponibles) et d'un jugement d'expert. D'autres exceptions concernent les cas où un modèle détaillé des effets sur la population est utilisé et donne un résultat différent, mais cela n'a pas été appliqué à ce jour en Flandre.

¹⁰¹ British Trust for Ornithology, voir <https://www.bto.org/understanding-birds/birdfacts>

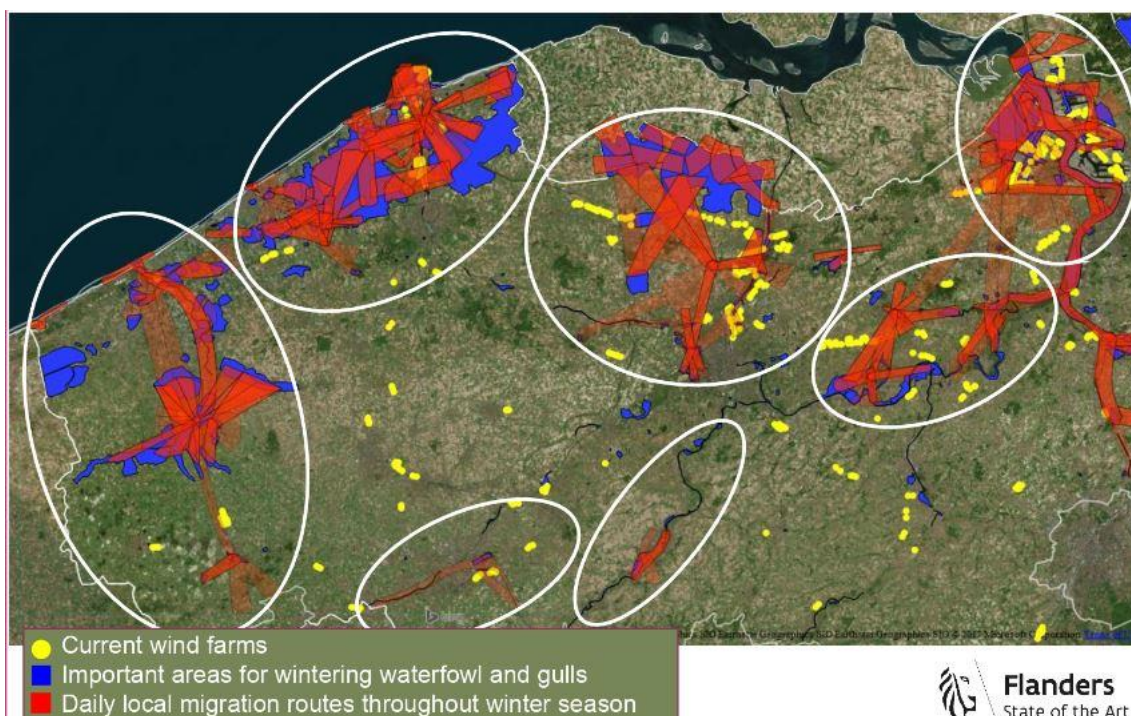


Figure 5-4: sous-populations identifiées d'oiseaux aquatiques et de goélands hivernants à l'échelle sous-régionale (locale) en Flandre

Source: Everaert, J. (2017)

L'utilisation de modèles fondés sur les populations dans l'évaluation des effets significatifs a été analysée par Green et al. (2016), O'Brien et al. (2017) et Smales (2017). Le recours à l'analyse de la viabilité des populations (AVP) est de plus en plus fréquent, car les scénarios «avec» et «sans» plan ou projet permettent une évaluation qui est conforme à la fois aux principes des bonnes pratiques internationales en matière d'analyse d'impact (Brownlie et Treweek, 2018) et à la nécessité de tenir compte de l'objectif de la directive «Oiseaux» en matière de maintien ou de restauration de la population. Par exemple, Jenkins et al. (2018) utilisent un modèle matriciel de population (matrice de Leslie), qui constitue la base de l'AVP, pour évaluer les conséquences de la mortalité par collision sur une population de pélicans nicheurs. Les modèles d'APV exigent que les valeurs concernant la population et la démographie soient obtenues à partir d'ensembles de données à long terme pour les espèces faisant l'objet de l'étude. Lorsque de telles données ne sont pas disponibles, d'autres modèles, tels que le prélèvement biologique potentiel (PBP), peuvent être appropriés (Smales, 2017). Il est également possible d'utiliser la modélisation intégrée de la population pour estimer les paramètres démographiques à partir d'autres sources de données, y compris les données d'études, et les paramètres ainsi obtenus peuvent être utilisés dans les APV (Smales, 2017). Une analyse détaillée de la modélisation intégrée de la population est fournie dans Schaub et Abadi (2011).

Le suivi est essentiel pour garantir que la base scientifique qui sous-tend les conclusions d'une évaluation reste valable sur le long terme. La nécessité du suivi, et les approches générales en la matière, sont examinées au chapitre 6. En ce qui concerne les oiseaux, le suivi est généralement axé sur le risque de collision et la question de savoir si les prédictions de la modélisation du risque de collision se confirment dans la réalité. À cet effet, il est nécessaire de rechercher et d'identifier les cadavres d'oiseaux entrés en collision avec des éoliennes et d'estimer ensuite le nombre total de collisions. Un examen des principes d'analyse statistique appliqués à l'estimation de la mortalité par collision à partir des recherches de cadavres figure dans Huso et al., (2017). Dans toute estimation de la mortalité par collision, il faut tenir compte du biais statistique résultant des différences entre la zone de recherche et la superficie totale sur laquelle un cadavre peut tomber, de l'efficacité du contrôleur et du taux de charognards. Des orientations méthodologiques concernant la réalisation des recherches de cadavres sont fournies dans les lignes directrices nationales (voir, par exemple, pour l'Espagne, Atienza et al., 2014). Des outils logiciels permettant d'estimer la mortalité par collision sur la base des données d'étude concernant la recherche de cadavres sont disponibles à partir d'un certain nombre

de sources, par exemple R-package carcass (Korner-Nievergelt et al., 2015) et GenEst (Generalized Estimator) (Simonis et al., 2018). Une présentation résumée de GenEst figure dans l'Étude de cas 5-6.

Étude de cas 5-6: GenEst, outil d'évaluation de la mortalité par collision dans les aménagements éoliens

Problème:

La quantification du risque de collision à l'aide de techniques de récupération de cadavres est difficile sur le plan à la fois du temps et de l'espace et, par conséquent, un certain degré de modélisation statistique est nécessaire pour comprendre pleinement le risque que représentent les infrastructures des aménagements éoliens pour les chauves-souris et les oiseaux. Toutefois, ces approches varient souvent quant aux facteurs qu'elles prennent en considération et, par conséquent, les données ne sont guère comparables entre les sites.

Solution:

GenEst est un estimateur généralisé de la mortalité, qui calcule le nombre d'oiseaux et de chauves-souris tués sur les sites de parcs éoliens où la détection est imparfaite. Le logiciel est disponible dans le paquet statistique «R» ou sous la forme d'une interface utilisateur graphique et permet donc un accès facile à ceux qui n'ont peut-être pas d'expérience en matière de statistiques, de mathématiques complexes ou de programmation informatique.

Considérations pratiques/techniques:

Les données relatives à la collecte de cadavres sur le site d'un aménagement éolien sont imparfaites, et l'exactitude d'une représentation dépend d'une série de facteurs à petite échelle (tels que le taux de prédation, le climat et la masse corporelle de la victime). Si cette approche exige effectivement une formation, limitée, préalablement à une utilisation efficace, que ce soit par l'intermédiaire de l'interface utilisateur graphique ou au moyen de la syntaxe de base du langage de programmation R, la courbe d'apprentissage est considérablement réduite par rapport à la modélisation manuelle.

Avantages:

Le logiciel GenEst est disponible dans R ou sous la forme d'une interface utilisateur graphique et permet donc un accès facile à ceux qui n'ont peut-être pas d'expérience en matière de statistiques, de mathématiques complexes ou de programmation informatique. Comme c'est le cas pour tous les paquets intégrés dans R, des notes d'orientation sont stockées et librement accessibles sur le Comprehensive R Archive Network (CRAN) (Dalthorp et al., 2019). Le fait que le logiciel et la conception du modèle soient libres (Dalthorp et al., 2018) signifie que les résultats sont comparables entre les projets qui ont utilisé le même outil, et qu'ils se fondent donc sur de meilleures bases.

Source:

Dalthorp, 2019; et Dalthorp, 2018.

Étude de cas 5-7: recensement des effets de déplacement sur l'aigle royal (*Aquila chrysaetos*) grâce au suivi par GPS en France

Le Massif central, en France, abrite une petite population d'aigles royaux qui pourraient être touchés par le développement des parcs éoliens. Une étude a été réalisée afin d'évaluer la fiabilité des méthodes couramment utilisées dans les analyses d'impact et pour en mettre au point de nouvelles. Cette étude visait également à améliorer la connaissance de ces effets. À cette fin, deux aigles royaux qui faisaient partie de la population de l'espèce dans la zone concernée ont été équipés de dispositifs de suivi par GPS au cours de la période 2014-2015 (période de référence) et de la période 2016-2017 (après la construction des parcs éoliens). L'étude a montré que, contrairement aux conclusions des analyses d'impact, l'espèce a cessé d'utiliser une grande partie de l'habitat après la construction de deux parcs éoliens au centre de leur habitat de chasse (Figure 5-5).

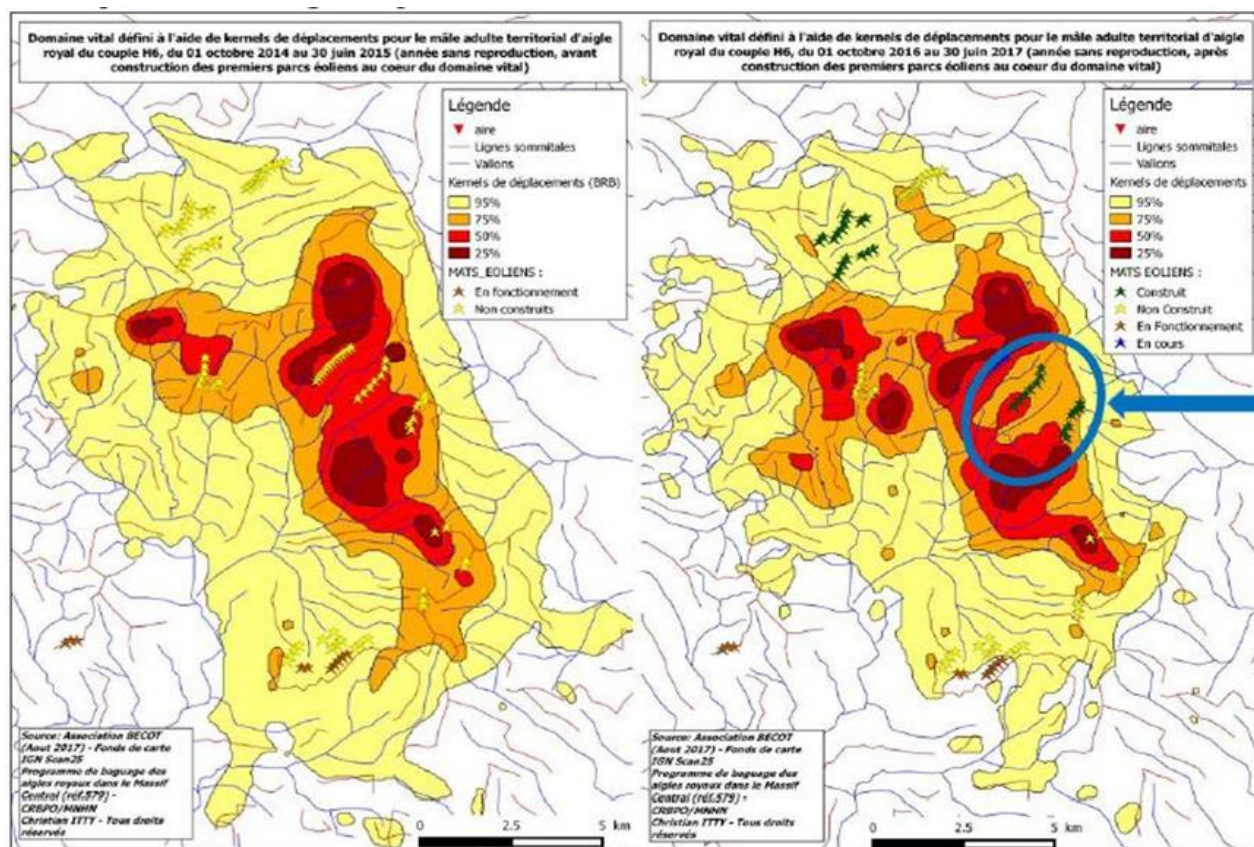


Figure 5-5: effets de déplacement sur l'aigle royal liés à la construction de parcs éoliens dans le Massif central, en France (l'image de gauche montre la situation en 2015, lorsque les deux parcs éoliens n'avaient pas encore été construits au milieu du territoire des aigles; l'image de droite montre la situation en 2016, après la construction des deux parcs éoliens)

L'étude confirme également la sensibilité de l'aigle royal au risque de collision lié aux éoliennes. Bien qu'il faille faire preuve de prudence lorsqu'il s'agit de généraliser les conclusions de l'étude, qui sont fondées sur la surveillance par GPS d'un seul couple d'oiseaux, cela montre que la présence de trois parcs éoliens sur le territoire de l'aigle a un effet significatif sur la manière dont les aigles choisissent leurs itinéraires et zones de chasse privilégiés. La présence des parcs éoliens réduit leur habitat (± 450 ha d'habitat en moins) et a une incidence sur leurs déplacements d'une zone à l'autre.

Source: Itty, 2018

Les incertitudes et les difficultés qui ont été rencontrées lors de l'évaluation des effets significatifs probables sur les oiseaux et qui peuvent nécessiter la collecte de données de référence supplémentaires ou l'application du principe de précaution sont résumées dans l'Encadré 5-13.

Encadré 5-13: principales difficultés liées à l'évaluation du caractère significatif des effets sur les oiseaux

Collision

- La connaissance des facteurs liés au risque de collision, par exemple la recherche de nourriture et le comportement territorial ainsi que l'interaction du vent et du relief, est généralement propre au site concerné et ne se fonde que sur des espèces relativement courantes (Watson et al., 2018).
- L'abondance et le caractère saisonnier, par exemple dans les zones où un grand nombre d'espèces sensibles se rassemblent, notamment dans les zones humides et dans les goulets d'étranglement migratoires, avec une densité de population élevée ou une qualité élevée des habitats (Heuck et al., 2019).

Perturbations et déplacement

- La variation mesurable de la population d'une espèce diffère souvent d'un site de projet à l'autre.

- Il existe peu de données empiriques étayant les prévisions de modèles fondés sur des indices. Voir l'Étude de cas 5-7, qui contient des données empiriques fondées sur les techniques de suivi par GPS.

Effet de barrière

- Les données empiriques sont limitées, car les études antérieures ont appliqué des méthodes inappropriées ou n'ont pas distingué les effets de barrière des effets de déplacement, et en raison des limites des techniques radar, par exemple pour l'identification des espèces.
- Les données empiriques sur les oiseaux nicheurs sont limitées, car les études antérieures se sont concentrées sur les oiseaux migrateurs.
- L'effet de barrière cumulatif qu'exerce sur les populations migrant sur de longues distances la nécessité d'éviter de nombreuses séries d'obstacles tout au long de leur itinéraire de migration n'a pas été étudié à ce jour.

Perte et dégradation d'habitats

- Il existe peu de données empiriques étayant l'identification des menaces ou les prévisions de modèles fondés sur des indices.

Effets indirects

- Les données empiriques sont limitées en ce qui concerne la sensibilité et la vulnérabilité des espèces proies et l'importance de ces effets sur les plans des taux de survie et de reproduction des espèces d'oiseaux considérées.

Un certain nombre de recommandations essentielles pour l'évaluation des effets significatifs probables sur les oiseaux sont synthétisées dans l'Encadré 5-14.

Encadré 5-14: recommandations essentielles pour l'évaluation du caractère significatif des effets sur les oiseaux

- Définir des critères clairs concernant le caractère significatif, qui se réfèrent aux objectifs de conservation des oiseaux concernés, sont spécifiques au contexte (analyse au cas par cas) et reposent sur des bases scientifiques
- Garantir la disponibilité de données, notamment en ce qui concerne la mortalité des oiseaux et les effets qu'elle entraîne sur les populations à une échelle appropriée, pour contribuer aux évaluations réalisées au niveau des plans ou aux études et évaluations détaillées spécifiques aux projets
- Investir dans la recherche afin de combler les lacunes en matière de connaissances énumérées dans l'Encadré 5-13.
- Profiter de la disponibilité accrue de rapports de suivi post-aménagement afin d'améliorer la base de données probantes

5.4.3 Mesures d'atténuation possibles

5.4.3.1 Introduction

Les sections suivantes donnent un aperçu des mesures d'atténuation possibles qui sont proposées ou appliquées pour réduire au minimum les effets des aménagements éoliens sur les oiseaux. Il convient de tenir compte des limites de ces mesures, en particulier lorsque des éoliennes sont installées sur des sites à haute valeur pour l'avifaune et lorsqu'il existe un degré élevé d'incertitude quant à l'efficacité de certaines des mesures énumérées. La localisation appropriée des parcs éoliens et de leurs infrastructures connexes (macro-implantation) est la mesure d'atténuation la plus évidente pour éviter toute incidence négative sur les oiseaux et les espèces sauvages en général.

5.4.3.2 Micro-implantation: agencement et position des éoliennes

La micro-implantation des éoliennes vise à éviter ou à réduire le risque de collision, ainsi que les effets de déplacement et de barrière.

S'appuyant sur des données de référence issues d'études de terrain ou sur des données de surveillance opérationnelle, la micro-implantation est le processus consistant à placer les différentes éoliennes dans des zones qui permettent un déploiement présentant un faible risque écologique. Des approches fondées sur les

systèmes d'information géographique (SIG)¹⁰² sont souvent utilisées pour éclairer les décisions de micro-implantation, soit par la cartographie, par exemple, de l'utilisation des habitats et des mouvements des oiseaux, soit par la cartographie de caractéristiques atmosphériques et topographiques, telles que les courants ascendants thermiques et orographiques, dont on sait qu'ils ont une incidence sur le risque de collision.

Plusieurs études ont montré une répartition inégale du risque de collision au sein des parcs éoliens, un petit nombre d'éoliennes ayant un effet disproportionné (voir également l'Étude de cas 5-5). Les éoliennes associées à certaines caractéristiques géographiques, telles que les lignes de crête, sont susceptibles d'avoir un effet plus important. Toutefois, l'effet de la configuration des éoliennes a tendance à dépendre fortement du site et de l'espèce considérés. Les oiseaux migrateurs sont susceptibles de bénéficier d'un espacement accru entre les éoliennes, qui crée des corridors de vol, ou de l'implantation des éoliennes en groupements indépendants séparés (May, 2017). L'efficacité de la micro-implantation n'est, à l'heure actuelle, pas étayée par des données empiriques, mais elle est soutenue par la modélisation prédictive (Arnett et May, 2016).

5.4.3.3 Conception des infrastructures: nombre d'éoliennes et spécifications techniques des éoliennes (y compris l'éclairage)

La conception des infrastructures vise à réduire le risque de collision, mais peut également avoir une influence sur les effets de déplacement et de barrière.

En utilisant des données de référence issues d'études de terrain ou des données de surveillance opérationnelle avec une modélisation prédictive, telle que les modèles de risque de collision, il est possible d'étudier l'influence du nombre d'éoliennes et de leurs caractéristiques pour parvenir à une conception finale qui puisse être considérée comme présentant un faible risque d'un point de vue écologique.

De manière générale, des éoliennes moins nombreuses et plus grandes, plus espacées les unes des autres, sont préférables à de nombreuses petites éoliennes densément implantées (May, 2017). L'efficacité de la conception des éoliennes est étayée par certaines données empiriques (par exemple, Loss et al., 2013), mais l'influence de l'augmentation du diamètre du rotor (fenêtre de risque de collision) et de la réduction de la vitesse de ce dernier ne permet de réduire le risque de collision qu'avec une combinaison intermédiaire. Bien qu'une conception de ce type (à savoir des éoliennes moins nombreuses et plus grandes) puisse réduire le risque de collision pour la plupart des espèces locales, elle pourrait présenter un risque accru pour les espèces volant à des altitudes supérieures, par exemple au cours de la migration saisonnière. Ce constat doit encore être étayé par des éléments de preuve.

L'éclairage des éoliennes ne semble pas augmenter le risque de collision pour les chauves-souris ou les oiseaux chanteurs migrateurs¹⁰³.

En ce qui concerne la perturbation des oiseaux nicheurs, toutes choses étant égales par ailleurs, les éoliennes plus hautes ont une incidence moindre. Les éoliennes dont les pales sont plus longues ont une incidence négative plus importante (Miao et al., 2019).

5.4.3.4 Programmation: éviter, réduire ou échelonner les activités au cours des périodes sensibles du point de vue écologique

La programmation vise à éviter ou à réduire la perturbation des oiseaux et les déplacements d'oiseaux pendant certaines périodes critiques. Son utilité est probablement maximale lors de la construction, du rééquipement et du démantèlement plutôt que pendant l'exploitation. La programmation signifie que les activités sont soit suspendues, soit réduites au cours de périodes sensibles du point de vue écologique. Une autre option consiste à échelonner les activités, de manière à ce qu'elles se poursuivent, mais uniquement dans les lieux moins sensibles. Pour ce faire, il est possible d'exploiter les connaissances écologiques existantes concernant les espèces susceptibles d'être présentes sur le site de l'aménagement éolien, les données de référence issues d'études de terrain ou les données de surveillance opérationnelle.

¹⁰² Voir par exemple: Innovative mitigation tools for avian conflicts with wind turbines (INTACT) (<https://www.nina.no/english/Research/Projects/INTACT>).

¹⁰³ <https://awwi.org/wind-turbine-impacts-on-birds-and-bats-2016-summary-now-available/>

Il est courant d'entreprendre des activités potentiellement perturbantes lors des périodes d'absence des espèces sensibles et vulnérables, par exemple en évitant les regroupements d'oiseaux aquatiques en hiver, lorsque le coût énergétique des perturbations est le plus élevé, ou en évitant la période de reproduction, lorsque le risque d'endommager, de détruire ou de perturber des nids actifs est élevé.

5.4.3.5 Réduction des perturbations: méthodes de construction alternatives et barrières

L'utilisation de méthodes de construction alternatives et de barrières vise à éviter ou à réduire les perturbations et les déplacements. En principe, ces mesures devraient être efficaces lorsqu'elles sont mises en œuvre, bien qu'il y ait peu de données probantes publiées à cet égard.

Il convient d'envisager toute mesure permettant d'éviter ou de réduire un stimulus sonore ou visuel dont on sait qu'il entraîne une modification du comportement des espèces d'oiseaux, ou qu'il est susceptible de le faire. Il s'agit notamment de mesures qui permettent de réduire le bruit généré par l'activité potentiellement perturbante, de réduire le bruit auquel est exposé le récepteur sensible ou de bloquer les stimuli visuels tels que la présence de personnes.

L'efficacité des méthodes de constructions alternatives doit être examinée au cas par cas et devrait être étayée par une modélisation prédictive du bruit. Par exemple, le recours à un dispositif à percussion pour enfoncer les pieux est susceptible de perturber les oiseaux, mais l'utilisation d'un «coussin» non métallique entre la masse et le casque de battage (The British Standards Institute, 2013) peut réduire les niveaux de bruit de manière suffisante au niveau du récepteur et donc éviter ou réduire un effet significatif probable. D'autres méthodes permettent d'éviter le bruit saisissant causé par la percussion, par l'utilisation de vibrations pour enfoncer ou visser les pieux (pieux à tarière continue) dans le sol.

L'efficacité des écrans antibruit dépend du matériau, de la localisation, de la dimension et de la forme de l'écran. L'écran doit réduire les niveaux de bruit dans la zone située derrière lui, créant ainsi une «zone d'ombre» sonore. Il doit être suffisamment haut et long pour maximiser la zone d'ombre, de manière à ce que celle-ci englobe la zone occupée par le récepteur. Plus l'écran est proche de la source de bruit, moins grand il doit être. Des matériaux tels que la laine minérale, la fibre de bois, la fibre de verre et le béton poreux ou une combinaison de différents matériaux permettent d'améliorer les performances d'atténuation du bruit d'un écran (Pigasse et Kragh, 2011). L'évaluation de l'efficacité des écrans antibruit doit être étayée par une modélisation prédictive du bruit.

Le placement d'écrans pour isoler des personnes ou du bruit les zones écologiquement sensibles a également été utilisé, notamment en ce qui concerne les oiseaux aquatiques, et cette mesure est considérée comme efficace (Cutts et al., 2009).

5.4.3.6 Bridage: limitation du temps de fonctionnement des éoliennes

Bien que l'arrêt des éoliennes n'empêche pas les collisions de nuit pendant la migration (principalement pour les passereaux), le bridage temporaire peut se révéler efficace pour éviter ou réduire le risque de collision, en particulier pendant les périodes sensibles du point de vue écologique.

De nombreuses mesures proposées visent à moduler l'exploitation du parc éolien, par exemple en arrêtant temporairement les éoliennes lorsque des oiseaux sont à proximité immédiate. L'arrêt temporaire à la demande a été mis en place dans un petit nombre de parcs éoliens (voir l'Étude de cas 5-8 et l'Étude de cas 5-9). Les techniciens utilisent une combinaison d'observateurs humains, de radars pour oiseaux (Tome et al., 2011, 2017) et, parfois, de vidéos (Collier et al., 2011) pour anticiper les collisions potentielles et arrêter temporairement les éoliennes. Dans certains cas, un système de détection vidéo appelé DtBird®¹⁰⁴ est utilisé. DtBird® est un système autonome de surveillance et/ou d'atténuation de la mortalité des oiseaux sur les sites des éoliennes sur terre et en mer. Le système détecte automatiquement les oiseaux et peut prendre deux mesures indépendantes pour atténuer le risque de collision: activer des avertisseurs sonores et/ou mettre l'éolienne à l'arrêt.

L'arrêt à la demande peut fonctionner efficacement et entraîner une perte minimale de la production totale d'énergie. Toutefois, cela requiert des techniciens qualifiés et consciencieux et peut donc être difficile à

¹⁰⁴ <https://dtbird.com/images/pdfs/Brochure-DtBird.-March-2019.pdf>

maintenir et coûteux à financer sur le long terme. L'arrêt à la demande est le plus efficace (et le plus abordable) lorsqu'il n'est nécessaire que sur une période limitée et prévisible, par exemple au cours de périodes spécifiques de la saison de reproduction ou de migration (notamment les jours où la migration est maximale). Par mesure de précaution, il est de bonne pratique d'intégrer un certain niveau de bridage dans le modèle de coût d'un aménagement éolien, afin de tenir compte des risques financiers et de ceux liés à la biodiversité, tout en préservant la viabilité économique du projet. On ne connaît pas l'efficacité d'un protocole d'arrêt à la demande appliqué tout au long de l'année, et celui-ci risque d'être à la fois plus difficile à coordonner et moins susceptible d'être économiquement viable. Les sites qui pratiquent l'arrêt à la demande devraient disposer de protocoles de suivi fiables afin de garantir que les collisions sont effectivement évitées.

L'arrêt à la demande est généralement appliqué pour un ensemble d'espèces identifiées comme présentant un risque accru, ou lorsque l'état de conservation des espèces est préoccupant. Il est rarement conçu pour prévenir toutes les collisions avec des oiseaux. Il importe de convenir de cet ensemble d'espèces en collaboration avec des écologistes qualifiés et expérimentés.

Compte tenu des conditions et limites qui précèdent, il n'existe pas encore de consensus général sur l'efficacité de cette mesure. En Allemagne, des mesures de ce type ne sont appliquées que dans des cas particuliers (à titre d'essais). Elles ne sont pas encore considérées comme des méthodes normales ou relevant de bonnes pratiques. Des travaux de recherche et de développement supplémentaires concernant les systèmes de détection radar ou vidéo des oiseaux sont nécessaires pour en améliorer l'efficacité, l'applicabilité et la fiabilité. À l'heure actuelle, l'application de ces systèmes n'est pas suffisamment maîtrisée (par exemple, pour détecter les espèces cibles avec un faible taux d'erreur)¹⁰⁵. Des recherches récentes (Everaert, 2018) ont conclu que les sources d'information disponibles utilisées pour prédire l'intensité de la migration des oiseaux sont utiles pour améliorer la sécurité de la force aérienne militaire, mais ne sont pas suffisamment fiables pour gérer l'arrêt des éoliennes à la demande pendant la migration des oiseaux. Cette situation pourrait s'améliorer à l'avenir avec la mise au point de modèles prédictifs de meilleure qualité et plus locaux, soutenus par des radars météorologiques et locaux pour oiseaux. Comme l'illustrent l'Étude de cas 5-8 et l'Étude de cas 5-9, les mesures d'arrêt à la demande semblent toujours nécessiter des observateurs humains supplémentaires.

L'Étude de cas 5-10 illustre une autre application de la mesure d'arrêt à la demande. Celle-ci concerne des activités agricoles particulières qui peuvent attirer des rapaces à proximité de parcs éoliens.

Compte tenu de leurs conséquences potentielles sur la viabilité économique des projets éoliens, les mesures d'arrêt à la demande de ce type pourraient être considérées comme une solution de dernier recours, à mettre en œuvre après l'examen de toutes les autres solutions.

Étude de cas 5-8: arrêt à la demande avec l'aide d'un observateur (Tarifa, Espagne)

De 2008 à 2009, dix parcs éoliens, comptant un total de 244 éoliennes, ont fait l'objet d'une surveillance quotidienne afin de documenter la mortalité par collision du vautour fauve (*Gyps fulvus*). Lorsqu'un vautour était observé sur une trajectoire qui était susceptible d'entraîner une collision avec les pales des éoliennes, ou lorsqu'un groupe de vautours volait à l'intérieur ou à proximité d'un parc éolien, l'observateur contactait le bureau de contrôle du parc éolien pour que celui-ci mette à l'arrêt les éoliennes concernées. Celles-ci pouvaient être mises à l'arrêt dans un délai maximal de trois minutes.

Il y a eu au total 4 408 arrêts d'éoliennes, et la mesure d'arrêt à la demande a permis de réduire la mortalité du vautour fauve de 50 %, pour une baisse de la production d'énergie de seulement 0,7 %. En moyenne, la mise à l'arrêt a duré six heures et 20 minutes par éolienne et par an, la durée moyenne d'un arrêt étant d'un peu plus de 22 minutes.

Source: de Lucas et al., 2012

Étude de cas 5-9: arrêt à la demande assisté par radar, parc éolien de Barão de São João, Portugal

¹⁰⁵ Voir également <https://www.naturschutz-energiebewende.de/aktuelles/vogelschutz-an-windenergieanlagen-kne-fachkonferenz-war-ein-voller-erfolg/>

Le parc éolien de la société E.ON¹⁰⁶ à Barão de São João, d'une capacité de 50 MW et situé sur un couloir migratoire, a appliqué un protocole d'arrêt à la demande assisté par radar (RASOD), fondé sur un ensemble de critères prédéfinis.

Une équipe de surveillance était chargée de suivre l'activité de vol des oiseaux migrateurs depuis des postes d'observation. Grâce à des données radar en temps réel, le coordinateur de l'équipe de surveillance a pu disposer d'informations de meilleure qualité, sur la base desquelles étaient prises les décisions de mise à l'arrêt. Au fil du temps, l'expérience de l'équipe de surveillance a eu une influence positive sur l'efficacité de l'approche RASOD: le délai moyen de mise à l'arrêt d'une éolienne après un ordre en ce sens a diminué de 91 % et le nombre d'heures annuelles moyennes d'équivalent arrêt a diminué de 86 % au cours de la période 2010-2014.

Les pales des éoliennes pouvaient être immobilisées dans un délai d'environ 15 secondes après le lancement d'une mise à l'arrêt, à l'aide d'un système de contrôle et d'acquisition de données (*Supervisory Control And Data Acquisition – SCADA*) destiné à assurer, en temps réel, l'accès aux éoliennes individuelles et aux parcs éoliens ainsi que leur gestion. En outre, les éoliennes étaient redémarrées sans qu'une communication supplémentaire soit nécessaire avec le personnel opérationnel.

Aucune collision avec des oiseaux migrateurs planeurs n'a été enregistrée lors de l'application du protocole d'arrêt à la demande. Au cours de la dernière des cinq années de l'étude, la période totale d'équivalent arrêt correspondait à 0,2 % de l'équivalent temps annuel disponible, et plus de 40 % des périodes d'équivalent arrêt ont entraîné des pertes d'énergie négligeables en raison de la faible vitesse du vent.

Source: Tomé, 2017

Étude de cas 5-10: arrêt lors de la récolte en Allemagne

Un arrêt opérationnel des éoliennes peut se révéler utile lorsque les agriculteurs récoltent leurs cultures ou labourent en dessous des éoliennes. En effet, en fonction de la zone et des espèces de rapaces, le nombre de rapaces qui chassent dans une zone pendant et après la récolte augmente en raison de l'exposition accrue des vers et d'autres petits animaux (morts) (par exemple, des souris).

Toutefois, l'expérience a montré que, d'un point de vue logistique, la mise en œuvre de cette mesure est assez complexe. Elle exige une attitude proactive de la part des agriculteurs, qui doivent informer l'exploitant du site de leurs activités agricoles, ce qui n'est pas toujours le cas.



¹⁰⁶ E.ON est une entreprise électrique européenne basée à Essen, en Allemagne.

Source: atelier sur les incidences de l'énergie éolienne et solaire terrestre sur les espèces et les habitats protégés au titre des directives «Oiseaux» et «Habitats», qui s'est tenu à Darmstadt, en Allemagne, le 14 décembre 2018 (source: Ubbo Mammen, <https://www.natur-und-erneuerbare.de/projektdatenbank/projekte/wirksamkeit-von-lenkungsmaßnahmen-für-den-rotmilan/>)

5.4.3.7 Systèmes de dissuasion acoustique et visuelle

Le recours à des systèmes de dissuasion vise à réduire le risque de collision. Les preuves de l'efficacité de ces techniques restent limitées et il est probable que leur efficacité varie fortement en fonction du site et de l'espèce considérés.

Les systèmes de dissuasion supposent généralement l'installation de dispositifs émettant des stimuli sonores ou visuels de manière continue, de manière intermittente ou lorsqu'ils sont déclenchés par un système de détection des oiseaux (par exemple DtBird®, voir le chapitre 5.4.3.6). Des systèmes de dissuasion passifs tels que de la peinture peuvent également être appliqués sur les mâts et les pales des éoliennes, bien qu'ils ne soient pas autorisés partout dans l'UE. En France, par exemple, les éoliennes doivent être de couleur uniforme, blanches ou gris clair.

Des signaux visuels et sonores ont été testés comme moyen d'alerter les oiseaux sur la présence d'éoliennes ou de les effrayer pour les faire fuir. Parmi les mesures appliquées figurent la peinture des pales du rotor pour les rendre plus visibles, l'utilisation de lumières pulsantes pour dissuader les oiseaux migrateurs nocturnes et l'installation de systèmes de dissuasion sonores, tels que des cris d'alarme et de détresse et des infrasons à basse fréquence. Plus récemment, en France, des chercheurs ont testé un motif visuel qui crée une illusion d'optique évoquant deux yeux «se rapprochant» (effet *looming*) pour maintenir les rapaces à l'écart d'une piste d'aéroport. Ils suggèrent que cette technique pourrait fonctionner dans les parcs éoliens, mais cela n'a pas encore été testé (Hausberger et al., 2018).

Étude de cas 5-11: visibilité accrue des pales et mâts d'éoliennes peints au parc éolien de Smøla, en Norvège

Dans le cadre d'un projet de recherche mené en Norvège (2014) et impliquant quatre éoliennes du parc éolien de Smøla, une pale d'un rotor a été peinte en noir, l'objectif étant de déterminer si la mortalité pouvait être réduite par l'amélioration de la visibilité de la pale pour les oiseaux. En outre, les bases de dix éoliennes ont été peintes en noir jusqu'à 10 m au-dessus du sol au cours des étés 2014 et 2015. Les résultats de la recherche n'ont pas encore été publiés, mais les premières indications montrent que la mortalité du lagopède des saules (*Lagopus lagopus*), l'espèce la plus fréquemment retrouvée morte sous les éoliennes, semble avoir été réduite à la suite de ces modifications visuelles. La recherche est toujours en cours.



Source:

- Raptor Interactions With Wind Energy: Case Studies From Around the World. Watson, 2018
- Photo: Espen Lie Dahl

Étude de cas 5-12: utilisation d'un système automatique de prévention des collisions destiné à réduire l'incidence des collisions sur les pélicans (*Pelecanus crispus* et *Pelecanus onocrotalus*) au parc éolien de Prespa, en Grèce

Un parc éolien d'une capacité d'environ 29 MW est situé près du lac Prespa, en Grèce, une zone qui comprend deux sites Natura 2000, ainsi qu'une zone humide Ramsar.

En raison de la présence de 20 % de la population mondiale de pélicans frisés (*Pelecanus crispus*) et de pélicans blancs (*Pelecanus onocrotatus*) dans la zone élargie, et, en particulier, du fait que les sites du parc éolien sont l'un des points de passage fréquents des pélicans vers d'autres zones humides, un système automatique de prévention des collisions pour les oiseaux a été installé en 2013. Ce système utilise des caméras de haute précision pour repérer les pélicans qui pénètrent dans la zone et, lorsque des oiseaux entrent dans la zone de risque de collision, active des signaux d'avertissement sonores pour éloigner les pélicans et/ou arrête temporairement les éoliennes.

Aucune collision n'a été détectée au cours de la période de suivi et, par conséquent, le système automatique de prévention des collisions a été considéré comme une mesure efficace.

Source: WindEurope (2017)

5.4.3.8 Gestion des habitats: éloigner et détourner les espèces des éoliennes

Des mesures de gestion des habitats visent à réduire le risque de collision. Il s'agit généralement d'appliquer un régime de gestion (localisation et calendrier) destiné à réduire la disponibilité des proies, ainsi que de créer des habitats ou d'améliorer les habitats afin d'attirer les oiseaux loin des éoliennes. La fourniture d'aliments complémentaires est également considérée comme une mesure efficace.

Les mesures de ce type, analysées par Gartman et al. (2016), doivent être examinées site par site et espèce par espèce. L'efficacité de la gestion de l'habitat de façon à modifier l'abondance des proies et à réduire les collisions est avérée, bien qu'elle soit fondée sur un nombre relativement limité de cas publiés (voir par exemple l'Étude de cas 5-13).

Le Scottish Natural Heritage (2016) considère que, dans la plupart des cas, il ne faudrait pas se fier aux mesures de gestion des habitats destinées à éloigner des éoliennes des oiseaux tels que le hibou des marais et le busard Saint-Martin, en raison de l'absence de certitude quant à l'efficacité de ces mesures. L'efficacité et les conséquences écologiques du nourrissage de diversion doivent toutefois être évaluées au cas par cas.

Étude de cas 5-13: gestion des habitats destinée à réduire le risque de collision pour le faucon crécerellette (*Falco naumanni*), Espagne

Un suivi opérationnel a été réalisé dans trois aménagements éoliens (Cerro del Palo, Cerro Calderón et La Muela), regroupant 99 éoliennes, afin de déterminer les variables associées à la mortalité par collision du faucon crécerellette (*Falco naumanni*). Sur la base des informations obtenues, une mesure d'atténuation a été mise en place afin d'éviter et de réduire au minimum les collisions. Au niveau des éoliennes affichant des taux élevés de mortalité par collision, le sol qui entoure la base de l'éolienne a été légèrement labouré pour réduire la quantité de végétation et, par conséquent, l'abondance de proies potentielles, principalement d'orthoptères. Au cours des deux années de suivi de la gestion de l'habitat, aucune collision n'a été enregistrée là où le sol avait été labouré. La mesure est une procédure facile et peu coûteuse permettant de réduire de manière significative et efficace la mortalité par collision du faucon crécerellette.

Source: Pescador, 2019

5.5 Autres espèces

5.5.1 Introduction

Relativement peu de recherches ont été effectuées en ce qui concerne les effets potentiels des aménagements éoliens terrestres sur les espèces autres que les oiseaux et les chauves-souris. Une liste exhaustive des espèces protégées par l'UE énumérées aux annexes II, IV et V de la directive «Habitats» figure à l'annexe II du document d'orientation de la Commission sur les espèces nécessitant une protection stricte. Il est important de rappeler que les aires de reproduction et de repos des espèces énumérées à l'annexe IV de la directive «Habitats» sont protégées contre toute perturbation. Lorsque les prévisions indiquent qu'une perturbation de ce type va se produire, la dérogation correspondante peut être appliquée si les conditions y afférentes sont remplies. Lors de l'évaluation du caractère significatif des effets, il convient d'accorder une attention particulière aux modifications directes et indirectes de la quantité et de la qualité des habitats.

Le niveau d'incertitude est considérablement plus élevé en ce qui concerne les incidences des aménagements éoliens et des infrastructures connexes sur les espèces autres que les oiseaux ou les chauves-souris. Dans les cas où les espèces protégées par l'UE ne sont ni des oiseaux ni des chauves-souris, il est essentiel que les effets significatifs probables soient déterminés sur la base d'un examen approfondi des meilleures informations scientifiques disponibles en rapport avec l'espèce ou le groupe d'espèces concerné.

En cas d'incertitude et conformément au principe de précaution, l'évaluation de ce que subira le site si le plan ou projet est mis en œuvre doit être compatible avec le «maintien ou rétablissement, dans un état de conservation favorable», des habitats ou des espèces concernées¹⁰⁷.

Le présent chapitre résume le niveau actuel des connaissances concernant les effets potentiels des aménagements éoliens sur les espèces autres que les oiseaux et les chauves-souris.

5.5.2 Types d'incidences

5.5.2.1 Mammifères

Un examen des interactions entre les mammifères et les aménagements éoliens effectué par l'Agence suédoise pour la protection de l'environnement (Helldin et al., 2012) n'a guère mis en évidence d'effets significatifs. Toutefois, il a été fait état d'un évitement temporaire marqué de la part des grands carnivores et des ongulés (Helldin et al., 2017). Si les espèces qui nécessitent de vastes étendues d'habitat non perturbé courent le plus grand risque d'être exposées à des effets significatifs, des effets sur les espèces résistantes

¹⁰⁷ C-258/11, Sweetman e.a., EU:C:2012:743, [2012] Recueil de la jurisprudence (Recueil général), point 50.

aux perturbations peuvent également se produire lorsque les conditions régnant dans des parcelles d'habitat non perturbé au sein du paysage changent (Helldin et al., 2017).

D'autres recherches ont montré que les blaireaux (*Meles meles*) au Royaume-Uni ont connu une augmentation des niveaux de stress causée par le bruit des éoliennes (Agnew, 2016). Le taux de cortisol dans leurs poils a permis de déterminer si les blaireaux étaient soumis à un stress physiologique. Les poils des blaireaux vivant à moins d'un kilomètre d'un parc éolien affichaient un taux de cortisol supérieur de 264 % à celui des poils des blaireaux vivant à plus de 10 kilomètres d'un tel parc. Aucune différence n'a été constatée entre les taux de cortisol dans les poils des blaireaux vivant à proximité de parcs éoliens en exploitation depuis 2009 et 2012, ce qui indique que les animaux ne s'habituent pas aux perturbations causées par les éoliennes. Les taux de cortisol plus élevés chez les blaireaux touchés peuvent affecter leur système immunitaire, ce qui pourrait entraîner un risque accru d'infection et de maladie au sein de la population de blaireaux.

Łopucki (2018) n'a pas observé d'incidence négative sur la répartition spatiale du hamster d'Europe (*Cricetus cricetus*) dans les parcs éoliens en Pologne. Łopucki, R., et Mróz, I. (2016) n'ont pas constaté d'influence des aménagements éoliens sur la diversité et l'abondance des espèces de mammifères de petite taille. Pour les mammifères plus grands, Costa et al. (2017) ont observé un déplacement des lieux d'établissement des tanières allant jusqu'à 2,5 km pour le loup gris (*Canis lupus*) dans les parcs éoliens au Portugal. Les auteurs ont également observé des taux de reproduction plus faibles au cours de la construction et des premières années d'exploitation.

Łopucki et al. (2017) ont constaté que le chevreuil et le lièvre brun (*Lepus europaeus*) évitaient l'intérieur d'un aménagement éolien et que la fréquence d'utilisation de l'habitat était réduite jusqu'à une distance de 700 m. Pour ces espèces, qui se fient à leur ouïe pour repérer les prédateurs, ce déplacement peut s'expliquer par l'altération de cette capacité de détection des prédateurs, en particulier là où la pression de prédation est forte. Il a été observé que le renard roux (*Vulpes vulpes*) se rendait moins souvent à l'intérieur d'un aménagement éolien, peut-être en raison de la disponibilité réduite de proies (lièvre brun) et d'une capacité auditive amoindrie lors de la chasse. Le renard roux a tendance à emprunter les routes d'accès et à se nourrir des cadavres d'oiseaux tués par collision avec des éoliennes en exploitation.

Certaines considérations concernant les effets sur les mammifères sont exposées dans l'Encadré 5-15.

Encadré 5-15: considérations concernant les incidences sur les mammifères (adapté de Helldin et al., 2012)

- Les perturbations au cours de la construction peuvent être temporaires.
- Le caractère significatif des effets dépend généralement de la disponibilité de l'habitat et des niveaux de perturbation existants au sein du paysage environnant.
- On peut observer l'évitement de vastes zones autour des infrastructures associées, telles que les lignes de transport d'électricité.
- On peut observer le déplacement des lieux d'établissement des tanières pour les prédateurs de grande taille.
- Les nouvelles routes d'accès peuvent faciliter la circulation des individus (mais, par conséquent, les exposer au trafic routier).
- Des effets significatifs pourraient probablement se produire dans les zones plus éloignées, montagneuses et actuellement inaccessibles, où l'amélioration de l'accès aux activités récréatives, à la chasse et aux loisirs est susceptible d'entraîner une présence et une circulation humaines plus élevées.
- L'accoutumance des espèces ne peut être tenue pour acquise, car elle varie en fonction des espèces, du sexe, de l'âge, des individus, de la période de l'année, du type de perturbation, ainsi que de la fréquence et de la prévisibilité des perturbations.
- Le caractère significatif des effets est généralement directement proportionnel à la taille de l'aménagement éolien.
- L'accumulation d'effets peu significatifs pourrait se révéler significative à l'échelle de la population.

5.5.2.2 Amphibiens et reptiles

Il ressort d'une analyse des effets des aménagements éoliens sur les reptiles et les amphibiens (herpétofaune) que peu de données probantes ont été publiées à ce sujet (Lovich et al., 2018). Il a été constaté que les activités des sites des aménagements éoliens entraînaient une mortalité accidentelle des reptiles, associée à des déplacements depuis les zones où la concentration d'éoliennes était la plus élevée à long terme (tortue du désert, *Gopherus agassizii*).

La tortue grecque (*Testudo graeca*), classée comme vulnérable selon la liste rouge de l'UICN, pourrait être affectée par la perte et la fragmentation de son habitat à proximité des routes d'accès en raison de la construction de parcs éoliens dans le sud-est de l'Europe, en particulier lorsque ces parcs éoliens sont construits dans des habitats rocheux ou steppiques. Voir également l'Étude de cas 5-1.

Des recherches effectuées au Portugal à l'aide de modèles et de simulations fondés sur des données empiriques montrent que la richesse des espèces vertébrées (y compris l'herpétofaune) a diminué de près de 20 % après l'installation de seulement deux grandes éoliennes à fondation monopile. Des effets indirects peuvent toutefois se produire lorsque les aménagements éoliens réduisent l'abondance d'espèces qui se nourrissent de l'herpétofaune, comme le suggèrent l'augmentation de la densité de reptiles et les modifications de leur comportement, de leur physiologie et de leur morphologie dans un parc éolien en Inde (Thaker et al., 2018).

5.5.2.3 Invertébrés, végétaux et organismes aquatiques

Les aménagements éoliens ont un potentiel d'effets significatifs sur ces groupes, notamment en raison de la perte, de la dégradation et de la fragmentation des habitats. Les informations examinées précédemment en rapport avec les habitats terrestres (chapitre 5.2) sont également pertinentes ici.

Selon une analyse réalisée par O'Connor (2017), bien que des effets sur les organismes aquatiques puissent se produire, ils peuvent être atténués efficacement. La phase de construction d'un parc éolien est la plus susceptible d'avoir des effets significatifs, en particulier lorsque les éoliennes sont situées à moins de 50 mètres d'habitats aquatiques. L'évaluation des effets significatifs probables doit donc tenir compte, au minimum, des changements dans l'habitat environnant, des modifications de l'hydrologie, de l'apport et de l'accumulation de sédiments, du bruit et des vibrations ainsi que de la présence ou de l'introduction éventuelle d'espèces exotiques envahissantes.

Il est probable que l'effet le plus significatif sur les invertébrés découle de la perte, de la dégradation et de la fragmentation des habitats et du substrat sur lesquels ils vivent déjà. Il existe peu de données empiriques disponibles sur les effets concernant les insectes et autres invertébrés. Long et al. (2011) ont observé des différences au niveau de l'abondance d'insectes en rapport avec la couleur des éoliennes, et Foo et al. (2017) ont constaté que les communautés d'insectes restaient relativement constantes d'une année de suivi à l'autre. Si le fait que des insectes tels que les lépidoptères (papillons et mites) soient attirés par les éoliennes peut poser des problèmes en ce qui concerne le risque de collision pour les chauves-souris en quête de nourriture, il n'existe actuellement aucun élément démontrant que les aménagements éoliens représentent une menace pour les populations d'insectes.

L'effet le plus significatif sur les végétaux provient de la perte, de la dégradation et de la fragmentation du substrat sur lequel ils poussent. Les végétaux protégés figurant aux annexes II et IV qui ne font pas partie des types d'habitats protégés de l'annexe I relèvent du régime de protection des espèces décrit au chapitre 2.2.4.

Bien que certaines études aient trouvé des preuves d'une modification du microclimat imputable au développement des parcs éoliens, aucune influence n'a été rapportée sur les taux de reproduction, la physiologie ou la morphologie des végétaux.

5.5.3 Mesures d'atténuation possibles

Comme indiqué en rapport avec les habitats, la localisation appropriée des aménagements éoliens au moyen d'une planification stratégique est le moyen le plus efficace d'éviter les effets négatifs sur les espèces. Comme deuxième mesure, l'implantation des infrastructures associées aux éoliennes individuelles doit être soigneusement déterminée pour réduire l'ampleur des effets.

Afin d'empêcher ou de réduire la mortalité accidentelle des petits mammifères, des reptiles et des amphibiens due au transport routier, la restriction de l'accès aux routes d'accès semble être une mesure utile. Le gabarit des routes d'accès peut également être réduit, car celles-ci n'ont pas besoin d'être aussi larges pour les activités de maintenance.

La gestion des habitats pourrait constituer une autre mesure pertinente pour les populations d'espèces protégées (mammifères, reptiles, amphibiens, végétaux).

5.6 Démantèlement et rééquipement

5.6.1 Démantèlement

Le démantèlement est le processus inverse de la construction, consistant à retirer tout ou partie des infrastructures de l'aménagement éolien et à remettre les terres concernées dans l'état précisé par l'autorité nationale compétente. Le démantèlement peut également être appliqué à des éoliennes spécifiques ou à des groupes d'éoliennes comme mesure de réduction des effets en cours, dans le cadre d'un plan de gestion adaptative (voir le chapitre 7) ou à la suite d'un réexamen effectué par une autorité compétente.

Lorsque des éoliennes n'ont pas produit d'électricité à une échelle commerciale pendant 12 mois consécutifs, il est de bonne pratique de les démanteler et de remettre le site dans l'état où il se trouvait avant la construction.

Pour les espèces d'oiseaux et de chauves-souris, le démantèlement peut être une mesure efficace pour réduire le risque de collision (Gartman et al., 2016). Lorsque le suivi révèle qu'une ou que plusieurs éoliennes sont à l'origine d'un effet imprévu mais significatif, un réexamen par l'autorité nationale compétente devrait inclure la possibilité de démanteler ou de déplacer ces éoliennes.

5.6.2 Rééquipement

Le rééquipement suppose l'enlèvement des éoliennes existantes et la construction de nouvelles éoliennes, souvent plus grandes et de capacité supérieure. En conséquence, les projets de rééquipement comptent généralement moins d'éoliennes que l'aménagement éolien initial, construites soit sur les fondations existantes, soit sur de nouvelles fondations. En principe, le fait de réduire le nombre d'éoliennes est susceptible d'atténuer l'effet de déplacement. Tant la micro-implantation que l'influence de la conception de l'infrastructure peuvent être explorées afin de garantir que l'aménagement présente un faible risque écologique (voir l'Étude de cas 5-14).

Les installations de rééquipement sont souvent en mesure de générer des rendements énergétiques plus élevés à partir de niveaux de vent plus faibles. Bien que cela présente l'avantage de réduire le nombre d'oiseaux tués dans les installations éoliennes qui affichent des taux de collision historiquement plus élevés, le risque de collision pour les chauves-souris peut augmenter du fait de la plus grande surface balayée par les pales des éoliennes (Gartman et al., 2016). L'économie des stratégies de bridage peut aussi s'en trouver modifiée. Il convient donc d'envisager le rééquipement compte tenu des spécificités des sites et des espèces.

Les données sur les chauves-souris collectées à hauteur de nacelle à partir des éoliennes existantes peuvent être utilisées pour confirmer le risque de mortalité probable et pour établir des programmes de bridage si nécessaire. Comme les éoliennes de substitution sont généralement construites sur de nouvelles fondations, la décision concernant les nouveaux lieux d'implantation devrait tenir compte des données de suivi collectées au cours de l'exploitation.

Il est aussi utile d'étudier l'incidence de l'application d'un éclairage de sécurité aérienne. Comme la hauteur de l'éolienne a tendance à augmenter en cas de rééquipement, il est possible que davantage d'éoliennes doivent être équipées d'un éclairage. Bien que les effets de l'éclairage des éoliennes sur les oiseaux semblent limités, la couleur de l'éclairage pourrait attirer les chauves-souris et finalement entraîner une augmentation du risque de collision des chauves-souris migratrices avec les éoliennes. L'Étude de cas 5-14 décrit comment des données de suivi ont été utilisées pour modéliser différents scénarios de rééquipement et réduire les risques pour le pygargue à queue blanche en Norvège. L'Étude de cas 5-15 décrit le rééquipement d'un parc éolien à Zeebruges, Belgique.

Étude de cas 5-14: réduction du risque de collision du pygargue à queue blanche (*Haliaeetus albicilla*) dans le contexte du rééquipement du parc éolien de Smøla, Norvège

Le pygargue à queue blanche, *Haliaeetus albicilla*, a été désigné comme l'espèce la plus vulnérable aux éoliennes opérationnelles dans le parc éolien installé à Smøla, en raison des perturbations accrues subies par les oiseaux et de la plus grande mortalité par collision avec les éoliennes.

Un suivi a été effectué dans le parc éolien opérationnel (68 éoliennes de 2-2,3 MW) afin de surveiller les taux de reproduction de l'espèce et les emplacements des nids, les aires de repos nocturne et l'activité de vol, notamment au

moyen du radar aviaire Merlin. Les données de suivi ont été intégrées dans l'évaluation de la conception et des incidences du projet de rééquipement.

Une carte de la vulnérabilité du pygargue à queue blanche a été établie à l'aide des données de suivi, afin de déterminer dans quelles zones l'espèce était la plus et la moins vulnérable. La modélisation du risque de collision a permis de conclure que des deux projets de rééquipement proposés, le scénario à 30 éoliennes de 5 MW (voir la Figure 5-6) représentait un risque de collision de 32 % par rapport au parc éolien opérationnel existant. Un risque de collision d'environ 71 % par rapport au parc éolien opérationnel existant était escompté dans le scénario à 50 éoliennes de 3 MW.

La différence de risque de collision entre les deux scénarios de rééquipement et entre les scénarios de rééquipement et le parc éolien existant a été imputée à la réduction du nombre d'éoliennes et à la meilleure implantation des différentes éoliennes.

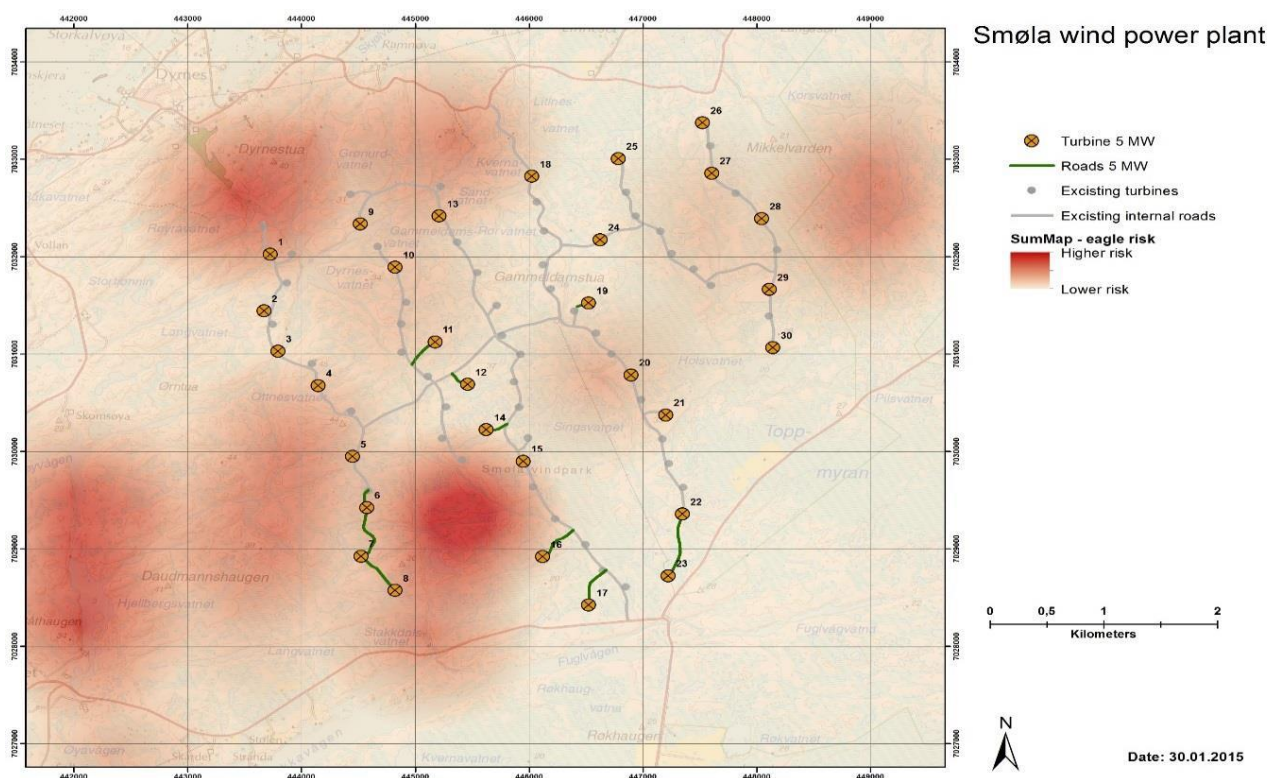


Figure 5-6: carte de la sensibilité relative du pygargue à queue blanche dans le parc éolien de Smøla (configuration 5 MW) collationnant les sources de données suivantes: emplacement des nids, production des oisillons, activité de vol et risque de collision. L'intensité des nuances de rouge indique le degré de sensibilité, le rouge foncé indiquant une sensibilité élevée

Bien que les données à la base des évaluations dans les rapports soient très fiables, une certaine incertitude subsiste, et les auteurs reconnaissent donc qu'il n'est pas possible de prédire les effets exacts d'un rééquipement. Ils recommandent par conséquent de recourir à un plan de gestion adaptative (voir également le chapitre 7). La gestion adaptative inclut la création de la capacité d'adaptation au niveau de conflit spatio-temporel dans le parc éolien après rééquipement, autrement dit où, quand et dans quelle mesure des conflits peuvent survenir entre les oiseaux et les

éoliennes dans les nouvelles installations. Cela permet aux promoteurs de mettre en œuvre des mesures d'atténuation sur les sites des éoliennes représentant un risque ou à certains moments de l'année (par exemple, peindre les pales des éoliennes dans une couleur contrastée, procéder à des ajustements opérationnels et utiliser des systèmes d'alerte vidéo).

Source: Dahl, E.L., et al., 2015

Étude de cas 5-15: réduire le risque de collision des espèces de sternes en procédant au rééquipement du parc éolien de Zeebruges, Belgique.

Un parc éolien linéaire datant de 1986, composé de 24 éoliennes (des groupes de 10, 12 et 2 éoliennes de respectivement 200, 400 et 600 kW avec des hauteurs d'axe de respectivement 23, 34 et 55 mètres et des diamètres de rotor de respectivement 22,5, 34 et 48 mètres) dans le port de Zeebruges, représentait un risque sérieux de collision pour une colonie nicheuse riveraine de sternes pierregarin (*Sterna hirundo*), de sternes caugek (*Sterna sanvicensis*) et de sternes naines (*Sterna albifrons*) sur un site Natura 2000 (Everaert et Stienen, 2007; Everaert, 2008).



Le suivi des résultats de l'ancien parc éolien a montré que les sternes effectuaient des vols alimentaires compris entre 0 et 50 mètres, la plupart des vols étant compris entre 0 et 15 mètres. Le suivi impliquait une analyse approfondie de la répartition de l'altitude de vol.

L'évaluation réalisée dans le cadre de la conception du rééquipement du parc éolien a conclu qu'aucun effet significatif du nouveau parc éolien n'était prévu, partant du principe que la future répartition de l'altitude de vol des vols alimentaires demeurerait la même. En augmentant la hauteur des éoliennes et en limitant leur nombre dans la conception du nouveau parc, le risque de collision des oiseaux serait réduit.

Le rééquipement de ce parc éolien dans le port de Zeebruges s'est traduit par l'installation d'un nombre inférieur d'éoliennes, mais plus grandes. En 2009, 10 nouvelles éoliennes (de 850 kW) ont été installées avec davantage d'espace entre elles. Les nouvelles éoliennes ont une hauteur d'axe de 65 mètres et un diamètre de rotor de 52 mètres. La hauteur des pales des éoliennes au point le plus bas est passée de 11-20,5 mètres dans l'ancien parc éolien à 39 mètres dans le nouveau. Jusqu'à présent, le suivi a montré que cette opération avait permis de réduire l'effet de collision par rapport à la situation initiale, avant le rééquipement.

Source:

Everaert J., 2007. Adviesnota INBO.A.2007.164. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.

Everaert J., 2007. Adviesnota INBO.A.2007.84. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.

Everaert J. et Stienen E., 2007.

Everaert J., 2008.

6. AMÉNAGEMENTS ÉOLIENS EN MER: EFFETS POTENTIELS

6.1 Introduction

Le présent chapitre fait le point sur les principaux types d'incidences que les aménagements éoliens en mer pourraient avoir sur les habitats et les espèces protégés par les directives «Habitats» et «Oiseaux». Le champ d'application des deux directives est précisé au chapitre 2.2.1, tandis que la notion d'évaluation du caractère significatif des effets est expliquée au chapitre 3.1.

Ce chapitre a pour but de donner aux promoteurs, aux ONG, aux consultants et aux autorités nationales compétentes une vue d'ensemble des incidences potentielles sur différents groupes d'habitats et d'espèces protégés par l'UE. Ces incidences potentielles devraient être prises en considération lors de l'élaboration ou de la révision d'un plan ou d'un projet éolien en mer. Toutefois, étant donné que le recensement des effets significatifs probables doit toujours s'effectuer au cas par cas, l'incidence réelle d'un aménagement éolien sur les espèces et les habitats protégés sera très variable.

Les effets des aménagements éoliens en mer peuvent survenir au cours d'une ou plusieurs des cinq phases principales des aménagements éoliens:

- la préconstruction (par exemple, les études météorologiques, les études exploratoires de la stabilité du sédiment et la préparation des fonds marins);
- la construction (par exemple, le transport des matériaux par bateau et la construction des fondations monopieu¹⁰⁸, les éoliennes, les câbles de raccordement au réseau, les éoliennes fixes/flottantes, etc.);
- l'exploitation (y compris la maintenance);
- le rééquipement (modification du nombre, du type et/ou de la configuration des éoliennes dans un parc éolien existant);
- le démantèlement (suppression du parc éolien ou de certaines éoliennes).

Au moment d'évaluer le caractère significatif des effets, il convient de garder à l'esprit que de tels effets peuvent résulter de l'empreinte globale du projet (y compris toute infrastructure connexe, telle que les câbles de raccordement au réseau), et qu'ils peuvent même découler des aspects terrestres des projets en mer (par exemple, atterrissage et transport de l'électricité à terre).

Les effets sur les habitats et les espèces peuvent être temporaires ou permanents. Ils peuvent être le résultat d'activités à l'intérieur ou en dehors des limites d'un site Natura 2000. Pour les espèces mobiles, les incidences peuvent potentiellement toucher des individus se trouvant à une distance non négligeable des sites Natura 2000 concernés, comme dans le cas des mammifères marins ou des oiseaux de mer qui partent à la recherche de nourriture loin de la colonie de reproduction. Le plan ou projet peut à lui seul entraîner des effets significatifs, qui peuvent survenir à différents moments au cours du cycle de vie du projet. Les plans et les projets combinés sont susceptibles de produire des effets cumulatifs. Ces effets vont être de plus en plus importants, car l'énergie éolienne en mer devrait, selon les projections, se développer pour répondre aux objectifs en matière d'énergie renouvelable.

Les sous-chapitres ci-après décrivent principaux types d'incidences pour les grands groupes de «récepteurs»¹⁰⁹. Le Tableau 6-1 donne une vue d'ensemble. Dans certains cas, une incidence peut être positive, par exemple la création d'un nouvel habitat ou d'effets de récif (voir l'Encadré 6-1).

Encadré 6-1: l'effet de récif des fondations des parcs éoliens en mer

L'effet de récif est l'un des effets possibles des fondations des parcs éoliens en mer sur la biodiversité marine. Il est particulièrement important dans les zones marines exemptes de sols rocheux, comme c'est le cas dans de vastes zones

¹⁰⁸ Il existe différents types de fondations d'éolienne. Le plus souvent, des monopieux sont utilisés. Il s'agit de structures assez simples, constituées d'un épais cylindre en acier ancré directement dans les fonds marins. Les autres types de fondations sont, entre autres, les fondations jacket – des fondations munies d'un cadre en treillis qui comportent trois ou quatre points d'ancrage dans les fonds marins – ou les fondations gravitaires.

¹⁰⁹ Les principaux groupes de récepteurs, tels que les oiseaux de mer, les mammifères marins et les habitats marins, qui sont susceptibles de subir les effets des aménagements éoliens en mer.

de la mer du Nord. Les constructions sous-marines peuvent devenir des récifs artificiels et les fondations peuvent être colonisées par une série d'organismes. Bien que les données montrent que les structures des parcs éoliens sont associées à une plus grande diversité d'organismes benthiques (Lindeboom et al., 2011) et à des densités accrues de poissons d'intérêt commercial (Reubens et al., 2013), ces structures peuvent aussi altérer les caractéristiques de la composition et de la structure biologique des espèces locales (Petersen et Malm, 2006). Cet effet potentiellement positif sur la biodiversité marine doit être pris en considération lors de l'examen des options disponibles pour le démantèlement. Fowler et al. (2018) mettent en évidence les effets négatifs potentiels, notamment sur des groupes tels que les mammifères marins, du retrait total de structures du milieu marin (tel qu'actuellement requis au titre de la décision 98/3 de l'OSPAR; Jørgensen, 2012). L'avantage potentiel du maintien partiel de ces structures est que celles-ci peuvent ainsi continuer à offrir un habitat de récif. Il convient cependant d'évaluer soigneusement les communautés biologiques susceptibles de s'établir sur les structures éoliennes au regard des objectifs de conservation du site, notamment leurs effets sur les espèces et les habitats protégés, en particulier du fait d'une possible introduction d'espèces exotiques envahissantes qui pourraient s'établir sur les structures nouvellement construites.

Tableau 6-1: vue d'ensemble des types d'incidences potentielles sur les grands groupes de récepteurs en mer

Récepteur	Incidences potentielles des aménagements éoliens en mer
Habitats	- Perte d'habitats marins - Perturbation et dégradation d'habitats marins - Étouffement dû à la chute des sédiments en suspension - Création de nouveaux habitats marins - Modifications des processus physiques du fait de la présence de nouvelles structures - Libération de contaminants ou mobilisation de contaminants historiques
Poissons	- Champs électromagnétiques - Nuisances sonores sous-marines - Effets de récif
Oiseaux	- Perte et dégradation d'habitats - Perturbations et déplacement - Collision - Effet de barrière - Effets indirects - Attraction (par exemple, possibilités d'aire de repos)
Mammifères marins	- Perte et dégradation d'habitats - Nuisances sonores et déplacement (bruit de battage des pieux et bruit du transport maritime/des hélicoptères) - Altération de la capacité auditive (dommages dus au bruit sous-marin) - Masquage de la communication - Collision avec les navires - Effet de barrière - Réduction de la pression de la pêche (zones de pêche interdite) - Modification de la qualité des eaux (contaminants + déchets marins) - Effets des champs électromagnétiques sur la navigation - Effets indirects - Effet de récif
Chauves-souris	- Perturbations et déplacement - Collision - Effet de barrière - Barotraumatisme - Perte/modification des corridors de vol et des aires de repos - Effets indirects
Autres espèces	- Nuisances sonores et déplacement - Champs électromagnétiques - Effets de chaleur - Création de nouveaux habitats - Modification de la qualité des eaux (contaminants + déchets marins) - Effets indirects

En comparaison avec l'éolien terrestre, il existe de nettes différences dans la nature de certaines activités associées aux aménagements éoliens en mer. Au nombre de ces différences figurent l'utilisation de navires pour accéder aux sites et certains mécanismes d'incidence qui sont propres au milieu aquatique, tels que le

bruit sous-marin. Cependant, les principes qui sous-tendent les mesures d'atténuation applicables à l'éolien terrestre s'appliquent aussi à l'éolien en mer. Ces principes sont décrits ci-après.

- La «hiérarchie d'atténuation» s'applique, ce qui signifie que des mesures destinées en fait à éviter les effets négatifs doivent être envisagées et mises en œuvre avant les mesures visant à réduire les effets négatifs. Une bonne pratique consiste aussi à appliquer ces mesures à la source avant d'envisager d'appliquer des mesures au récepteur.
- Le meilleur moyen de réduire au minimum les effets négatifs sur les habitats et les espèces protégés par l'UE est d'implanter les projets à une certaine distance des habitats et des espèces vulnérables (une pratique connue sous le nom de «macro-implantation»). Le meilleur moyen d'y parvenir est de recourir à une planification stratégique au niveau administratif, régional, national, voire international, en particulier à l'aide des plans de planification de l'espace maritime établis au titre de la directive sur la planification de l'espace maritime¹¹⁰.
- Les effets transfrontières sont très pertinents dans l'éolien en mer, non seulement en raison des effets cumulatifs (par exemple, sur la migration des oiseaux), mais aussi parce que de nombreux parcs éoliens sont situés à proximité des frontières des zones économiques exclusives (ZEE) d'autres États membres (ou il pourrait même s'agir, à l'avenir, de projets transfrontières). Selon la convention d'Espoo et le protocole relatif à l'évaluation environnementale stratégique [protocole ESIE, Kiev (Jendroska et al., 2003¹¹¹)], les parties à la convention sont tenues de s'informer mutuellement des effets transfrontières et de prendre ces effets en considération dans leur planification. La coopération entre les États membres et avec les pays tiers est aussi requise dans le cadre de l'élaboration des plans issus de la planification de l'espace maritime.
- Le suivi n'est en soi pas une mesure d'atténuation, mais il est nécessaire pour confirmer l'efficacité des mesures visant à éviter ou réduire les effets significatifs.
- Il convient de ne pas confondre les mesures d'atténuation avec les mesures compensatoires, qui sont destinées à compenser les dommages susceptibles d'être causés par un plan ou un projet. Les mesures compensatoires peuvent uniquement être envisagées en relation avec les critères énoncés à l'article 6, paragraphe 4, de la directive «Habitats».

6.2 Habitats

6.2.1 Introduction

Dix types d'habitats (ou complexes de types d'habitats) énumérés à l'annexe I de la directive «Habitats» sont considérés comme des habitats marins à des fins de déclaration, et deux de ceux-ci sont considérés comme des types d'habitats prioritaires (marqués d'un *):

- bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine [1110];
- herbiers à Posidonia (*Posidonia oceanica*) * [1120];
- estuaires [1130];
- replats boueux ou sableux exondés à marée basse [1140];
- lagunes côtières * [1150];
- grandes criques et baies peu profondes [1160];
- récifs [1170];
- structures sous-marines causées par des émissions de gaz [1180];
- criques étroites de la Baltique boréale [1650];
- grottes marines submergées ou semi-submergées [8330].

Les types d'habitats ci-dessus incluent des habitats côtiers, des habitats des mers peu profondes, et des habitats des eaux hauturières plus profondes (Commission européenne, 2013). Étant donné que les aménagements éoliens en mer nécessitent un accès à la terre («atterrage»), les habitats terrestres doivent aussi être pris en considération au moment d'évaluer les projets en mer (voir chapitre 5.2). Il convient de

¹¹⁰ Directive 2014/89/UE du Parlement européen et du Conseil du 23 juillet 2014 établissant un cadre pour la planification de l'espace maritime (JO L 257 du 28.8.2014, p. 135).

¹¹¹ Jendroska, Jerzy et Stec, Stephen, 2003, The Kyiv Protocol on strategic environmental assessment, 33, 105-110.

collecter les données de référence à l'appui d'une évaluation appropriée à l'aide des meilleures méthodes disponibles. Des exemples de méthodes d'étude de référence sont résumés dans l'Encadré 6-2.

Encadré 6-2: étude de référence relative aux habitats benthiques

Des études sont susceptibles d'être requises pour délimiter les zones des habitats de l'annexe I dans la zone couverte par les aménagements éoliens et dans une zone tampon délimitée. Des orientations détaillées sur les méthodes d'étude sont parfois disponibles au niveau national¹¹². Les études relatives aux habitats de l'annexe I pourraient s'inscrire dans une étude de caractérisation plus vaste aux fins d'une évaluation des incidences sur l'environnement (EIE). Des sources d'information telles qu'EMODnet¹¹³ peuvent fournir des informations utiles sur les données existantes relatives à la cartographie à plus grande échelle des habitats des fonds marins.

En l'absence de cartographie haute résolution récente (moins de 1 à 2 ans) des caractéristiques d'un habitat, il est généralement nécessaire de réaliser des études détaillées propres au site avant de mettre le projet en chantier.

Les systèmes de classification des habitats constituent un outil précieux dans le cadre des études de référence des habitats infralittoraux et interlittoraux. Le système paneuropéen EUNIS¹¹⁴ fournit une liste de «biotopes», qui sont définis sur la base d'une caractérisation des espèces et de caractéristiques physiques associées, telles que: i) les substrats sur lesquels ils sont présents; ii) les profondeurs auxquelles ils se trouvent; et iii) le type de contexte auquel ils sont associés sur le plan de l'énergie houlomotrice et marémotrice. Des orientations utiles sur l'attribution des biotopes figurent dans Parry (2015)¹¹⁵.

Les techniques d'étude sont décrites ci-après.

- Habitats interlittoraux
 - Étude par transects, par points ou par reconnaissance à pied ou à bord d'un véhicule tel qu'un aéroglisseur
 - Télédétection par satellite, télédétection multispectrale aéroportée, interprétation de photographies aériennes
- Habitats infralittoraux
 - Observation à l'aide d'une caméra déroulante ou tractée ou d'un véhicule commandé à distance. L'observation directe par un plongeur est aussi possible. Les conditions de visibilité constituent un facteur important, bien que les systèmes de caméra dotés d'un caisson d'eau douce puissent permettre d'obtenir des images en eaux troubles
 - Échantillonnage par arrachage, carottage, dragage ou chalutage. Les techniques destructives, en particulier le chalutage, doivent être planifiées avec soin dans les zones potentiellement sensibles
 - La conception des études peut être optimisée à l'aide de systèmes de discrimination acoustique des sols tels que le sonar latéral et les échosondeurs multifaisceaux. Ces systèmes doivent être déployés avant de procéder aux observations directes et de recourir aux techniques d'échantillonnage

6.2.2 Types d'incidences

6.2.2.1 Quels sont les principaux types d'incidences?

Les principaux types d'incidences des parcs éoliens en mer sur les habitats marins sont résumés dans le Tableau 6-2. Dans la plupart des cas, les effets répertoriés sont la synthèse d'un éventail d'incidences potentiellement complexe. Par exemple, la dégradation et la perturbation des habitats peuvent être le résultat de toute activité impliquant une interaction avec les fonds marins. Il peut s'agir: i) de l'équipement utilisé dans le cadre des études, tel que les grappins et les mandrins; ii) des remous créés par les hélices; ou iii) de la préparation des fonds marins avant l'installation des fondations et des câbles. Ces incidences peuvent entraîner des effets qui peuvent couvrir des échelles spatiales très diverses et se produire à tout moment pendant et après le cycle de vie du projet. Cependant, les périodes auxquelles il convient d'être plus attentif sont celles indiquées dans les phases de projet répertoriées dans le tableau 6-2.

¹¹² Voir par exemple: «Standard – Investigation of the Impacts of Offshore Wind Turbines on the Marine Environment (StUK 4)»: https://www.bsh.de/DE/PUBLIKATIONEN/Anlagen/Downloads/Offshore/Standards/Standard-Investigation-impacts-offshore-wind-turbines-marine-environment_en.pdf?__blob=publicationFile&v=6 et «Marine Monitoring Handbook»: <http://jncc.defra.gov.uk/page-2430#download>

¹¹³ <https://www.emodnet-seabedhabitats.eu>

¹¹⁴ <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eunis-habitat-classification>

¹¹⁵ http://jncc.defra.gov.uk/pdf/Report_546_web.pdf

Tableau 6-2: types d'incidences sur les habitats pendant le cycle de vie des projets d'aménagement éolien en mer

Principaux types d'incidences	Phase du projet				
	Préconstruction	Construction	Exploitation	Démantèlement	Rééquipement
Perte d'habitat (perte de l'habitat existant et remplacement par un autre habitat, par exemple, ajout de structures en béton, en acier ou en pierre)		X		X	X
Perturbation et dégradation d'habitat [y compris: i) pénétration, abrasion et compression des sédiments; et ii) installation de câbles]	X	X	X	X	X
Étouffement dû à la chute des sédiments en suspension		X		X	X
Création d'un nouvel habitat marin		X			
Modifications des processus physiques du fait de la présence de nouvelles structures		X	X		X
Libération de contaminants ou mobilisation de contaminants historiques		X	X	X	X
Effets indirects	X	X	X	X	X

Les habitats de l'annexe I qui sont potentiellement vulnérables aux effets des aménagements éoliens en mer incluent les «bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine» [1110], les «récifs» [1170], et les herbiers à Posidonia [1120]. Les herbiers à Posidonia sont menacés de destruction physique directe et de modification de la sédimentation dans les régimes hydrographiques (voir Bray et al., 2016). En fonction du lieu d'implantation du parc éolien et de l'infrastructure d'exportation de l'électricité connexe, d'autres habitats ou complexes d'habitats pourraient aussi être touchés. Ces habitats et complexes d'habitats incluent les «estuaires» [1130], les «replats boueux ou sableux exondés à marée basse» [1140], et les «grandes criques et baies peu profondes» [1160]. Certains habitats marins, notamment les «grottes marines submergées ou semi-submergées» [8330], ont peu de risque d'être affectés par les aménagements éoliens en mer.

Dans le cadre des plans et des projets, il convient d'examiner quels habitats sont susceptibles d'être touchés par les activités proposées à la lumière des types d'incidences résumés au Tableau 6-2 ci-dessus. Bien qu'il soit peu probable que des activités telles que des relevés géophysiques et géotechniques produisent des effets significatifs sur les habitats, la possibilité que les carottages géotechniques ou d'autres activités entraînent une perte/perturbation directe d'habitats protégés devrait être envisagée. Les activités de rééquipement nécessitent aussi que l'on s'y intéresse, car elles peuvent faire intervenir des activités ayant des effets analogues à ceux des autres phases. Elles peuvent même potentiellement prolonger les effets existants au-delà de la période initialement évaluée.

Les aménagements éoliens en mer peuvent affecter les habitats interlittoraux et infralittoraux de la manière suivante: i) perte d'habitats dans la zone couverte par les éoliennes et les infrastructures connexes; ii) perturbation à la suite de la dispersion du sédiment/de la sédimentation due aux différentes activités, qui peut

entraîner un étouffement des fonds marins, une altération de la structure physique des habitats ou la remobilisation de polluants; et iii) perturbation temporaire due à l'interaction des opérations avec les fonds marins, y compris l'utilisation des «spud-legs» des plateformes autoélevatrices¹¹⁶, des ancres des navires, etc. Parmi les effets à long terme sur les habitats il faut citer l'introduction de nouveaux substrats artificiels susceptibles d'attirer des organismes benthiques ou autres (Wilhelmsson, 2010; Hiscock et al., 2002). Enfin, les habitats de l'annexe I peuvent être affectés par l'exclusion d'autres activités qui étaient présentes auparavant, telles que la pêche. Les habitats benthiques qui ont été sérieusement dégradés par les activités de chalutage de fond pourraient alors se rétablir.

La plupart des parcs éoliens en mer, ainsi que leur câblage, sont actuellement situés dans des zones de sédiment relativement mou (par exemple, des fonds marins sableux comportant des proportions variables de sédiment plus fin et de gravier plus épais, de galets, etc.). Les bancs de sable [1110] et les récifs [1170] ont donc été au centre de la plupart des évaluations appropriées, car ils sont vulnérables à la perte d'habitat. La principale inquiétude a été la perte directe de ces habitats dans la zone couverte par les fondations des éoliennes et les infrastructures connexes.

L'introduction de surfaces dures dans une zone où les sédiments sableux dominent a souvent entraîné un changement significatif dans les communautés benthiques (Meissner & Sordyl, 2006). Bien que ce changement puisse être jugé positif, la modification sensible des conditions pourrait avoir des effets significatifs si les habitats existants sont protégés au sein d'un site Natura 2000. Les structures techniques ou autres substrats durs fabriqués par l'homme entraînent: i) des changements permanents dans la structure du sédiment; ii) le scellement du sédiment marin; et iii) la perte consécutive des habitats des fonds mous. Par conséquent, l'installation par l'homme de substrats durs ne constitue pas nécessairement une amélioration écologique des habitats marins. L'état et les objectifs de conservation des sites Natura 2000 devraient être pris en considération dans les évaluations, et la prudence s'impose en l'absence d'informations suffisantes sur les véritables conditions de départ historiques.

Un autre aspect à souligner est la différence entre les technologies éoliennes fixes et flottantes, notamment la nature des fonds marins sur lesquels ces technologies seront implantées. Certains types de fondations d'éolienne fixe tels que les godets d'aspiration ne nécessitent ni battage ni forage. Cela signifie que la probabilité d'effets significatifs est faible comparée aux monopieux ou aux autres types de fondations sur pieux. Les aménagements éoliens flottants ont une empreinte beaucoup plus faible au regard de la destruction des habitats.

6.2.2.2 Comment évaluer le caractère significatif?

Le caractère significatif des effets a largement été déterminé par quantification de la zone d'habitat susceptible d'être perdue, dégradée ou perturbée comparée à la zone d'habitat totale. Cela nécessite une bonne connaissance de la répartition, de la structure et des fonctions des habitats.

Le caractère significatif des effets peut être influencé par plusieurs facteurs: la biologie, l'environnement, la conception du plan et la conception du projet. L'Encadré 6-3 présente les principaux facteurs pris en considération pour l'évaluation du caractère significatif des effets.

Encadré 6-3: facteurs déterminants dans l'évaluation du caractère significatif des effets

Biologiques (Tillin et al., 2010):

- résistance (le récepteur peut-il absorber la perturbation ou le stress sans changer de caractère?);
- résilience (potentiel de rétablissement);
- sensibilité [la probabilité de changement lorsqu'une pression est exercée sur une caractéristique (récepteur), qui est fonction de la résistance et de la résilience].

Environnementaux:

- type et morphologie des sols ou des sédiments;
- quantité d'eau et qualité de l'eau;

¹¹⁶ Type de plateforme mobile ancrée dans les fonds marins à l'aide de systèmes de tiges d'ancrage appelés «spud-legs».

- activités existantes, telles que les activités de conservation de la nature qui sont susceptibles d'être perturbées, entraînant un changement des conditions environnementales.

Conception du plan ou du projet:

- nombre d'éoliennes;
- conception des fondations, en particulier leur empreinte;
- les méthodes de protection contre l'affouillement et les méthodes d'installation, en particulier si les travaux nécessaires comprennent l'élimination de l'habitat sur une superficie plus vaste (par exemple, nivellement des vagues de sable);
- nombre, longueur et méthode(s) d'enfouissement des câbles (et utilisation d'une armure de protection sur les câbles);
- autres activités connexes (par exemple, exigence concernant l'ancrage des navires ou le déploiement des pieds auto-élevateurs, zones d'évacuation des déblais de forage ou de dragage, etc.);
- durée des activités de construction et leur échelle spatiale;
- plans de démantèlement [les infrastructures (y compris les fondations et l'armure de protection) seront-elles laissées ou retirées?].

L'approche MarESA [*Marine Evidence-based Sensitivity Assessment* (Tyler-Walters et al., 2017)] est une approche fondée sur des données probantes et sur l'avis des experts destinée à éclairer l'évaluation du caractère significatif des effets. Le Tableau 6-3 résume l'approche MarESA pour les biotopes susceptibles d'être présents dans les types d'habitats de l'annexe I, ou qui sont typiques de ces derniers. Le résumé porte plus particulièrement sur l'abrasion. Les effets de la perturbation physique ou de l'abrasion à la surface du substratum dans les habitats sédimentaires ou rocheux sont pertinents pour l'épiflore et l'épifaune qui vivent à la surface du substratum. L'abrasion peut être causée par l'échantillonnage de sédiment, l'ancrage des navires, ou la compression du sédiment par les pieds des plateformes auto-élevatrices. Les valeurs de référence (quantitatives ou qualitatives) constituent un élément important du processus d'évaluation MarESA. Elles décrivent la pression en termes d'ampleur, d'étendue, de durée et de fréquence de l'effet.

Tableau 6-3: sensibilité, résistance et résilience des habitats marins en relation avec l'abrasion

Type d'habitat (exemple de biotope)	Résistance	Résilience	Sensibilité
Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine [1110] (sable infralittoral à salinité variable)	Faible	Élevée	Faible/moyenne ¹¹⁷
Herbiers à Posidonia (<i>Posidonium oceanica</i>) [1120]	Moyenne	Faible	Moyenne
Estuaires [1130] (<i>Hediste diversicolor</i> , <i>Limecola balthica</i> et <i>Scrobicularia plana</i> dans du sable vaseux intertidal)	Moyenne	Élevée	Faible
Replats boueux ou sableux exondés à marée basse [1140] (herbiers de <i>Zostera sp.</i> sur sable propre ou vaseux de la partie inférieure des rivages ou de l'infralittoral)	Faible	Moyenne	Moyenne
Lagunes côtières* [1150] [Vase subtidale en milieu à salinité faible ou réduite (lagunes)]	Moyenne	Élevée	Faible
Grandes criques et baies peu profondes [1160] (<i>Arenicola marina</i> dans de la vase infralittorale)	Élevée	Élevée	Nulle
Récifs – biogènes ou géogènes [1170] (<i>Sabellaria spinulosa</i> sur sédiment hétérogène stable du circalittoral)	Nulle	Faible/moyenne	Moyenne/élevée

* habitat prioritaire

En cas d'incertitude (quant aux effets potentiels ou aux paramètres de conception des parcs éoliens), les hypothèses les moins favorables doivent être formulées. Par exemple, l'utilisation d'une protection pour les câbles sous-marins (telle qu'une armure en pierre) peut considérablement accroître l'effet de perte d'habitat associé à l'installation des câbles. Cependant, le volume de protection rocheuse requis ne peut être estimé

¹¹⁷ <https://www.marlin.ac.uk/habitats/annex1>
<https://inpn.mnhn.fr/programme/sensibilite-ecologique?lg=fr>

avant de savoir si l'enfouissement des câbles a été réalisé avec succès. Cette estimation doit être aussi précise que possible et reposer sur des informations adéquates, telles qu'un relevé géotechnique de l'état du sol.

Les incertitudes et les difficultés rencontrées lors de l'évaluation des effets significatifs probables sur les habitats marins (et qui sont susceptibles de nécessiter la collecte de données de référence supplémentaires ou l'application du principe de précaution) sont résumées dans l'Encadré 6-4.

Encadré 6-4: principales difficultés rencontrées lors de l'évaluation des effets significatifs probables sur les habitats marins

Tous les effets

- Disponibilité des données, notamment en relation avec la répartition des habitats à grande échelle afin d'éclairer: i) les évaluations au niveau du plan; ou ii) les études et les évaluations détaillées propres au projet
- Incertitude quant aux paramètres de conception du projet, notamment la quantité de matériel requis pour la protection des câbles et sa localisation. L'incertitude règne parfois aussi concernant l'efficacité de la protection des câbles et des méthodes d'enfouissement, par exemple dans les zones de fonds marins dynamiques où il peut s'avérer nécessaire d'éliminer des vagues de sable avant l'enfouissement. Si des mesures correctives sont requises, elles peuvent entraîner un nouveau risque pour les habitats de l'annexe I en raison d'une augmentation des principaux paramètres dans l'enveloppe de conception
- Dans certains cas, on ne sait pas exactement dans quelle mesure les infrastructures existantes affectent des habitats de l'annexe I. Par exemple, si la surface de fonds marins couverte par la protection rocheuse sur un site Natura 2000 n'est pas connue, il est difficile de procéder à une évaluation cumulative éclairée
- Variabilité spatiale et temporelle des habitats. Le milieu marin est dynamique. Par exemple, certains habitats tels que les bancs de sable [1110] peuvent être mobiles, et les communautés biologiques [par exemple, les récifs biogènes (partie de 1170)] connaissent des variations intra-saisonnières et inter-saisonnières intrinsèques
- Compréhension de la sensibilité des habitats et des espèces connexes aux activités d'aménagement éolien, en particulier leur résistance (tolérance) et leur résilience (capacité de rétablissement). Relativement peu de travaux ont été entrepris en vue d'améliorer la base de données probantes à partir des analyses du suivi post-aménagement

6.2.3 Mesures d'atténuation

L'implantation de l'aménagement éolien en mer sur un site adéquat est le moyen le plus efficace d'éviter les conflits potentiels avec les sites Natura 2000 et les espèces et les habitats protégés par l'UE.

Les autres mesures d'atténuation visant à réduire au minimum les effets sur les habitats marins consistent notamment à choisir les méthodes les moins perturbantes pour des activités telles que l'installation des câbles et la préparation des fonds marins. Par exemple, le fait de rejeter les déblais de dragage à proximité des fonds marins, plutôt qu'à la surface, via un tuyau de descente, permet un placement plus précis des déblais dans une zone d'évacuation et peut se traduire par des niveaux inférieurs de solides en suspension. Lors de la sélection des zones d'évacuation du sédiment, on peut aussi: i) tenir compte de la proximité des zones sensibles de l'habitat benthique; et ii) veiller à ce que la matière soit restituée afin de contribuer aux voies de transport du sédiment à une échelle spatiale adéquate pour des éléments tels que les bancs de sable.

Des bonnes pratiques en matière de prévention de la pollution aquatique et de lutte contre les espèces exotiques envahissantes sont aisément accessibles dans les États membres et au niveau international [par exemple, la convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires (MARPOL 73/78)]. Ce sujet n'est donc pas examiné plus en détail.

L'Étude de cas 6-1 décrit les mesures prises pour rétablir un habitat dégradé au cours de la construction d'un parc éolien en mer au Danemark. Bien que ce parc ne se trouve pas sur un site Natura 2000, cette approche peut être intéressante pour les sites Natura 2000 qui protègent des habitats de l'annexe I.

Étude de cas 6-1: rétablissement d'un habitat dégradé lors de la construction du parc éolien en mer d'Anholt au Danemark

Pour construire le parc éolien en mer d'Anholt au Danemark, quelque 5 000 grosses pierres pesant jusqu'à 30 tonnes ont dû être déplacées. En raison de leur prélèvement massif pour la construction de jetées de ports, d'infrastructures de protection côtière et autres infrastructures artificielles, les récifs rocheux sont devenus un élément naturel rare au

Danemark. Avec l'accord de l'agence danoise de protection de la nature, le promoteur du parc éolien en mer d'Anholt, DONG Energy (à présent Ørsted), ne s'est pas contenté de réorganiser les blocs rocheux sur le récif où le parc éolien devait être implanté. DONG a utilisé les pierres pour créer environ 28 récifs artificiels creusés de cavernes de tailles diverses au sein du parc éolien, ce qui a entraîné une augmentation de la biodiversité. Le parc éolien a ainsi contribué à créer des conditions de reproduction et de vie optimales pour la faune et la flore, en particulier pour les espèces qui se fixent à des substrats durs¹¹⁸.

Ces mesures peuvent être particulièrement bénéfiques lorsque des éléments de l'habitat du récif naturel ont été dégradés. Tel a été le cas au Danemark, où de nombreuses zones de récifs rocheux, en particulier dans les eaux peu profondes (moins de 10 m de profondeur) et dans les zones côtières, ont été détruites à la suite du prélèvement de pierres et de blocs rocheux pour la construction de jetées, de brise-lames et d'autres infrastructures (Dahl et al., 2015).

Il est important de noter que le parc éolien d'Anholt ne se trouvait pas sur un site Natura 2000, et qu'il n'affectait aucun habitat de l'annexe I. Cette approche met cependant en évidence un moyen potentiel de rétablir les habitats de récif de l'annexe I et de contribuer à atteindre leur état de conservation favorable tel que requis par la directive «Habitats».

6.3 Poissons

6.3.1 Types d'incidences

La plupart des espèces répertoriées à l'annexe II de la directive «Habitats» sont des espèces exclusivement d'eau douce. Quelques espèces migratoires y figurent, telles que l'alose (*Alosa spp.*) et la lamproie, qui passent une partie de leur cycle de vie en mer et l'autre en eau douce. Le saumon de l'Atlantique (*Salmo salar*) n'est répertorié que lorsqu'il est présent en eau douce. Seules quelques espèces de poissons qui passent une partie de leur cycle de vie en mer sont répertoriées à l'annexe IV, notamment l'esturgeon de l'Adriatique et d'Europe (*Acipenser naccarii* et *A. sturio*, respectivement). Les populations anadromes (poissons qui se déplacent entre la mer et les rivières) de *Coregonus oxyrinchus* dans certains secteurs de la mer du Nord sont répertoriées aux annexes II et IV, mais cette espèce pourrait être éteinte dans le milieu marin (Freyhof et Kottelat, 2008).

Étant donné que les sites Natura 2000 désignés pour les espèces de poissons de l'annexe II ont tendance à se situer à l'intérieur des terres ou dans les estuaires, il y a peu de chance qu'ils coïncident avec les parcs éoliens en mer. Les principales incidences envisagées pour ces espèces de poissons de l'annexe II sont celles pour lesquelles les effets se propagent sur une certaine distance, par exemple les perturbations dues au bruit sous-marin et aux changements dans la qualité de l'eau (par exemple, en raison du sédiment en suspension). Les champs électromagnétiques (CEM) du câblage d'«exportation» (le câblage utilisé pour envoyer l'électricité d'un parc éolien vers la terre) constituent aussi un type d'incidence potentiel, qui est abordé plus en détail dans le document d'orientation intitulé «Les infrastructures de transport d'énergie et la législation européenne sur la conservation de la nature» (Commission européenne, 2018a). Il a été constaté que l'esturgeon était capable de détecter les CEM, bien que la probabilité et le caractère significatif des éventuels effets ne soient pas bien compris (Boehlert et Gill, 2010). Les salmonidés migrateurs pourraient aussi être en mesure de détecter les CEM, et il convient d'envisager la possibilité que cela influence la migration des juvéniles ou des adultes lors de leur retour (Gill et al., 2005). On ne sait cependant pas clairement si ces champs magnétiques ou champs électriques induits ont des effets négatifs et si ces effets pourraient être significatifs sur le plan écologique.

Le bruit sous-marin pourrait devoir être pris en considération si un aménagement éolien en mer est suffisamment proche d'un site désigné dans les eaux côtières ou estuariennes. En effet, les activités les plus bruyantes liées à la construction du parc éolien (par exemple, l'installation des pieux des fondations ou la détonation de munitions non explosées) pourraient avoir une incidence sur le site. Popper et al. (2014) proposent de classer les espèces selon leur sensibilité au bruit sous-marin, sur la base de la présence ou de l'absence de vessie natatoire. Les poissons munis de vessies natatoires, dont le saumon de l'Atlantique et les espèces d'alose, sont considérés comme sensibles à la pression acoustique. Dans le cas de l'alose, la vessie natatoire est située à proximité de l'oreille et sa sensibilité au bruit est d'autant plus importante. Les poissons

¹¹⁸ [http://www.mega-project.eu/assets/exp/resources/Anholt_case_template_\(2\).pdf](http://www.mega-project.eu/assets/exp/resources/Anholt_case_template_(2).pdf)

sans vessie natatoire, tels que la lamproie, ne sont sensibles qu'au mouvement des particules et non à la pression acoustique.

Selon Popper et al. (2014), les espèces les plus sensibles, telles que l'aloise, pourraient subir les effets des perturbations sonores sur des «milliers de mètres» (autrement dit, des kilomètres), contre des centaines de mètres pour des espèces telles que le saumon, et des dizaines de mètres pour des espèces telles que la lamproie. Il convient de souligner que ces estimations sont indicatives. En outre, certaines données suggèrent que le hareng, une espèce exclusivement marine de la même famille que l'aloise, pourrait être à même de percevoir le bruit du battage, et être perturbé par celui-ci à une distance par rapport à la source pouvant atteindre 80 km (Thomsen et al., 2006). En général, cependant, l'on peut s'attendre à des effets de perturbation sur des distances beaucoup plus courtes pouvant atteindre quelques dizaines de kilomètres. Par exemple, Boyle et New (2018) ont suggéré un rayon pouvant atteindre 15,4 km dans lequel le poisson pourrait être perturbé par le son du battage. Ces chiffres suggèrent qu'un examen minutieux des effets du bruit se justifie en cas de battage des fondations, ou d'autres activités bruyantes telles que la détonation de munitions non explosées, dans un rayon de quelques dizaines de kilomètres d'un site Natura 2000 désigné pour l'aloise.

Les mammifères marins et les oiseaux marins piscivores, protégés au titre des directives «Habitats» et «Oiseaux», dépendent de la présence de populations de poissons en bonne santé. Les évaluations des aménagements éoliens en mer doivent donc examiner les effets potentiels d'un ensemble d'espèces plus vaste que celles répertoriées dans les annexes de la directive «Habitats».

6.3.2 Mesures d'atténuation possibles

L'expérience des mesures prises expressément pour éviter ou réduire les effets sur les espèces de poissons de l'annexe II est limitée. Des restrictions saisonnières du battage ont été envisagées dans quelques cas afin d'éviter les effets potentiels sur les salmonidés durant leur migration. Cette mesure a été prise à titre de précaution étant donné l'incertitude qui règne quant à l'étendue probable d'un éventuel effet perturbateur. Il existe d'autres exemples de restrictions saisonnières du battage visant à protéger des espèces de poisson qui ne sont pas répertoriées à l'annexe II au cours de leur saison de reproduction. Ces restrictions ont principalement ciblé des espèces d'intérêt commercial, telles que le hareng, qui revêtent aussi une importance trophique pour d'autres espèces protégées par l'UE, par exemple en tant que proie pour les mammifères marins.

Les mesures d'atténuation visant à réduire les niveaux de bruit sous-marin pour les mammifères marins devraient aussi être efficaces pour le poisson.

Les problèmes liés aux effets des CEM sont généralement résolus en enfouissant les câbles à des profondeurs d'au moins un mètre. L'essentiel de la réduction des CEM est obtenu par enfouissement, ou en recouvrant le câble d'un matériau protecteur tel qu'une armure en pierre, étant donné que les champs les plus puissants sont présents à la surface du câble. Bien que l'enfouissement réduise la magnitude des CEM dans l'eau de mer au-dessus du câble, les champs magnétiques ou électriques induits résultants peuvent toujours être détectés par certaines espèces, même avec un enfouissement plus profond (Gill et al., 2009).

6.4 Oiseaux

6.4.1 Introduction

L'interaction entre les oiseaux et les aménagements éoliens en mer a été étudiée de manière approfondie au sein de l'Union et ailleurs. En conséquence, il existe de nombreux documents d'orientation nationaux sur les oiseaux et les aménagements éoliens qui détaillent les méthodes adéquates de collecte de données de référence. Une liste exhaustive des documents d'orientation nationaux figure à l'annexe E.

Les données de référence à l'appui d'une évaluation du caractère significatif des effets doivent être collectées à l'aide des meilleures méthodes scientifiques disponibles (par exemple, Camphuysen et al., 2004; Maclean et al., 2009; Thaxter et Burton, 2009). Un examen exhaustif des méthodes d'étude a été publié par Smallwood (2017). Les exemples de méthodes d'étude de référence sont résumés dans l'Encadré 6-5. Étant donné l'ampleur des aires de répartition des oiseaux, les études stratégiques à l'échelle régionale, nationale, voire internationale, sont particulièrement importantes pour obtenir des informations de référence sur les niveaux de population et pour étayer une évaluation des plans et des projets significative sur le plan biologique. Les études de ce type sont particulièrement importantes au moment d'examiner les effets cumulatifs. Les études

soigneusement ciblées au niveau local (du parc éolien) n'en restent pas moins nécessaires afin d'éclairer les évaluations au niveau du projet.

Encadré 6-5: exemple d'enquêtes de référence pour les oiseaux de mer

- Comptage des colonies d'oiseaux de mer: réalisé en l'absence de données de suivi sur le site Natura 2000 en question.
- En l'absence de données de comptage des colonies d'oiseaux de mer, ou lorsque ces données ne sont pas fiables aux fins d'une évaluation des incidences, un comptage des colonies d'oiseaux de mer doit être réalisé afin d'établir une base de référence pertinente. Dans la mesure du possible, à des fins de comparaison, le comptage doit suivre la méthode employée dans le cadre du programme national de recensement. Le comptage doit être réalisé par des ornithologues possédant l'expérience nécessaire en la matière, en particulier lorsqu'il est effectué depuis un bateau. En fonction de la taille de la colonie et des effectifs disponibles, le comptage peut prendre plusieurs jours. Il doit être effectué au moment du jour (par exemple, entre 7 heures et 17 heures) et de l'année (par exemple, mai-juin) le plus représentatif de la présence et de l'abondance de toutes les espèces présentes dans le groupement d'oiseaux de mer. Des recensements par espèce peuvent s'avérer nécessaires pour les espèces nocturnes qui nichent sous terre ou entre les rochers. Pour un inventaire des méthodes, voir Bibby et al. (2000).
- Études depuis un point d'observation à terre si les éoliennes sont très proches du rivage.
- Études à partir d'un bateau (si le transit vers le site n'est pas trop long) ou études par transect aériennes numériques (numériques ou vidéo), afin de déterminer l'abondance des espèces, la répartition en mer et les répartitions des espèces par altitude de vol. Toutes ces méthodes peuvent poser des problèmes au niveau de la compréhension des altitudes de vol, du comportement d'attraction (par évaluation depuis un bateau), de l'identification des espèces, etc.
- Marquage des oiseaux afin de comprendre leur comportement de recherche de nourriture et leurs déplacements en dehors de la saison de reproduction.
- Radar: utilisation de systèmes radar pour estimer le flux d'oiseaux, les densités d'oiseaux, la direction et l'altitude de vol, en particulier là où les oiseaux migrateurs sont susceptibles d'être présents en grand nombre. Le radar doit être utilisé en combinaison avec l'observation visuelle afin d'identifier les espèces. Bien que le radar puisse être utilisé pour enregistrer automatiquement ces données sur de très vastes superficies, ces données ne sont utiles pour l'évaluation des effets propres à chaque espèce que si elles sont calibrées par une observation visuelle directe. C'est la raison pour laquelle le radar n'est pas couramment utilisé dans les évaluations des incidences des aménagements éoliens en mer. Le radar peut néanmoins être utile dans certaines circonstances, lorsqu'il est impossible d'obtenir des données par observation visuelle directe ou par suivi GPS.

6.4.2 Types d'incidences

6.4.2.1 Quels sont les principaux types d'incidences?

Les types d'incidences des aménagements éoliens en mer sur les oiseaux sont très semblables à ceux recensés pour les projets éoliens terrestres, bien que les effets cumulatifs puissent être plus significatifs en mer. Ces types d'incidences ont été étudiés de manière approfondie (par exemple, Perrow, 2019) et sont résumés dans l'Encadré 6-6. La relation entre les types d'incidences et le cycle de vie du projet est mise en évidence dans le Tableau 6-4. Chaque type d'incidence est susceptible d'influer sur la survie et les taux de reproduction des individus, ce qui peut entraîner une modification des paramètres démographiques d'une population pouvant se traduire par un changement mesurable de la taille de la population.

Encadré 6-6: types d'incidences sur les oiseaux

- Collision: interaction mortelle entre les oiseaux en vol et les structures éoliennes.
- Perturbations et déplacement: un comportement d'évitement de la part des oiseaux peut effectivement entraîner une perte d'habitat. Il existe cependant peu d'études qui évaluent si ce comportement peut aussi avoir des incidences sur les populations (Searle et al., 2014; Warwick-Evans et al., 2017; Garthe et al., 2015).
- Effets de barrière: le parc éolien fait fonction de zone impénétrable pour les oiseaux en vol, avec pour conséquence un allongement des distances de vol et une augmentation de l'énergie dépensée.
- Perte et dégradation d'habitats: élimination ou fragmentation de l'habitat que les oiseaux utiliseraient autrement.
- Effets indirects: les variations de l'abondance et de la disponibilité des proies peuvent être directes, ou être causées par une modification des habitats. Ces variations peuvent être positives (Lindeboom et al., 2011) ou négatives (Harwood et al., 2017), mais peu de données corroborent leur effet sur la population d'oiseaux.

Tableau 6-4: types d'incidences sur les oiseaux pendant le cycle de vie de l'aménagement éolien en mer

Types d'incidences	Phase du projet				
	Préconstruction	Construction	Exploitation	Démantèlement	Rééquipement
Perte et dégradation d'habitats		X	X	X	X
Perturbations et déplacement	X	X	X	X	X
Collision			X	X	
Effet de barrière		X	X	X	
Effets indirects	X	X	X	X	X
Attraction (par exemple, possibilités d'aire de repos)			X	X	

6.4.2.2 Comment évaluer le caractère significatif?

Les effets significatifs probables des aménagements éoliens sur les oiseaux sont généralement évalués en deux étapes. Dans un premier temps, il s'agit de quantifier l'ampleur des effets sur le plan de la mortalité des oiseaux. Dans un deuxième temps, il s'agit d'évaluer l'évolution de la population par rapport aux objectifs de conservation du site en question.

Plusieurs facteurs peuvent influencer le caractère significatif des effets: la biologie, l'environnement, la conception du plan, et la conception du projet. L'Encadré 6-7 résume les facteurs généralement pris en considération dans la conception des méthodes de collecte des données de référence et dans l'évaluation du caractère significatif des effets.

Encadré 6-7: facteurs déterminant les méthodes de collecte de données de référence et l'évaluation du caractère significatif des effets en relation avec l'énergie éolienne en mer et les oiseaux

Tous les effets

- Les espèces à longue durée de vie et à reproduction lente (stratégie K), telles que les oiseaux de mer, sont plus vulnérables que les petites espèces à durée de vie courte (stratégie r) telles que les passereaux.
- Les populations de taille réduite et menacées (par exemple, les espèces de l'annexe I) sont plus vulnérables aux sources de mortalité supplémentaires que les grandes populations qui sont stables ou en croissance.
- Effets cumulatifs.

Collision

- Variation saisonnière du nombre de mouvements d'oiseaux
- Comportement d'évitement, avec pour conséquence une diminution du risque de collision
- Comportement d'attraction, avec pour conséquence une augmentation du risque de collision
- Variation diurne des caractéristiques de vol telles que la vitesse, l'altitude et la direction
- Vitesse de vol
- Altitude de vol
- Activité de vol nocturne (qui peut accroître le risque de collision)
- Implantation des éoliennes et configuration du parc éolien (par rapport aux trajectoires de vol)

Perturbations et déplacement

- Abondance d'oiseaux locaux [par exemple, groupes d'espèces tels que les plongeurs (gaviiformes) et les canards marins (Garthe et al., 2015)]
- Caractère saisonnier – un évitement plus important des parcs éoliens a été observé en dehors de la période de reproduction en relation avec les aménagements éoliens terrestres

Effets de barrière

-
- Caractère saisonnier – le coût accru lié à la nécessité, pour les oiseaux nicheurs, de contourner de manière répétée un aménagement éolien pour se déplacer entre leurs nids et les zones de ravitaillement peut être plus important que les coûts énergétiques associés à l'effet de barrière pour les oiseaux migrateurs qui contournent un tel aménagement. Cela dépend beaucoup du lieu d'implantation du parc éolien et des trajectoires de vol

Perte et dégradation d'habitats

- Flexibilité de l'espèce dans l'utilisation de son habitat, et mesure dans laquelle elle peut réagir aux changements des conditions d'habitat

Effets indirects

- Sensibilité et vulnérabilité des habitats et des espèces proies aux activités des aménagements éoliens, combinées à l'effet sur les oiseaux dû aux modifications potentielles de l'habitat et de la composition des espèces proies

Sources:

Villegas-Patraca et al., 2012; Hötter, 2017; Peterson et Fox, 2007

Les approches généralement utilisées pour estimer la mortalité des oiseaux et déterminer le caractère significatif des effets sont analysées dans Laranjeiro et al. (2018) et résumées dans le Tableau 5-9. Plus de deux approches peuvent être combinées pour fournir des informations à l'appui de l'évaluation. Par exemple, un modèle de risque de collision peut être utilisé pour estimer la mortalité des oiseaux, et cette estimation peut ensuite être soumise à une analyse de la viabilité de la population afin d'évaluer la conséquence potentielle de l'augmentation de la mortalité pour la population. En Écosse, des modèles de population (analyse de viabilité de la population) utilisant des indicateurs contrefactuels sont souvent appliqués.

Le suivi est essentiel pour garantir que la base scientifique qui sous-tend les conclusions d'une évaluation reste valable sur le long terme. La nécessité d'approches de suivi générales est abordée au chapitre 7. Pour les oiseaux, le suivi est généralement axé sur le risque de collision et vise à comprendre si les prévisions des modèles de risque de collision se confirment dans la réalité.

L'Encadré 6-8 résume les incertitudes et les difficultés rencontrées dans le cadre de l'évaluation du caractère significatif des effets sur les oiseaux. Ces incertitudes et ces difficultés peuvent nécessiter la collecte de données de référence supplémentaires ou l'application du principe de précaution.

Encadré 6-8: principales difficultés rencontrées lors de l'évaluation des effets significatifs probables sur les oiseaux

Tous les effets

- Les distances génériques entre les zones de recherche de nourriture et les sites de reproduction sont fondées sur des échantillons réduits¹¹⁹.
- Méconnaissance de la proportion d'oiseaux issus des colonies de reproduction dans les zones de protection spéciale (ZPS) présents en dehors de la période de reproduction¹²⁰.
- Compréhension des effets cumulatifs des plans et des projets, en particulier lorsque ceux-ci surviennent dans plusieurs pays et concernent des espèces migratrices.

Collision

- Les répartitions génériques des altitudes de vol sont fondées sur des échantillons réduits (voir l'Étude de cas 6-2).
- Les taux d'évitement sont fondés sur des échantillons réduits.
- Les vitesses de vol sont fondées sur des échantillons réduits.
- Données empiriques limitées sur l'activité de vol nocturne.

Perturbations et déplacement

¹¹⁹ Voir, par exemple, «Combining habitat modelling and hotspot analysis to reveal the location of high-density seabird areas across the UK» (https://www.rspb.org.uk/globalassets/downloads/documents/conservation-science/cleasby_owen_wilson_bolton_2018.pdf).

¹²⁰ Voir, par exemple, «Non-breeding season populations of seabirds in UK waters: Population sizes for Biologically Defined Minimum Population Scales» (<http://publications.naturalengland.org.uk/file/5734162034065408>).

- Données empiriques par espèce limitées concernant les taux de déplacement et la portée spatiale des effets de déplacement en mer.
- Données empiriques limitées à l'appui des prévisions des modèles fondés sur des indices.

Effets de barrière

- Les données empiriques sont limitées parce que: i) les méthodes utilisées lors des études précédentes étaient inadéquates; ii) les effets de barrière n'ont pas été distingués des effets de déplacement lors des études précédentes; et iii) les techniques radar ont leurs limites (par exemple, au regard de l'identification des espèces).
- Données empiriques sur les oiseaux nicheurs limitées, car les études antérieures se sont concentrées sur les oiseaux migrateurs.
- L'effet de barrière cumulatif qu'exerce sur les oiseaux migrant sur de longues distances la nécessité d'éviter de nombreuses séries d'obstacles tout au long de leur itinéraire de migration n'a pas été étudié à ce jour.

Perte et dégradation d'habitats

- Données empiriques limitées à l'appui de l'identification des menaces ou des prévisions des modèles fondés sur des indices.
- Étendue de la terre ou de la mer liée de manière fonctionnelle au-delà des limites d'une ZPS, nécessaire pour maintenir ou rétablir l'état de conservation favorable d'une espèce.

Effets indirects

- Données empiriques limitées sur la sensibilité et la vulnérabilité des espèces proies et l'importance de ces effets pour la survie et la reproduction des espèces d'oiseaux considérées.

Étude de cas 6-2: estimation de l'altitude de vol des oiseaux de mer à l'aide d'un LiDAR

Problème

Les estimations du risque de collision sont calculées par modélisation du risque de collision, généralement à l'aide du modèle de Band (Band, 2012). Un paramètre d'entrée essentiel dans le modèle de Band est l'altitude de vol des oiseaux. Il existe toute une série de méthodes pour mesurer ou estimer l'altitude de vol des oiseaux, mais la validation de ces altitudes semble être limitée ou faire défaut (Thaxter et al., 2016). En conséquence, une incertitude considérable règne sur l'estimation des taux de collision, ce qui peut se traduire par l'application de méthodes d'évaluation trop prudentes.

Solution

De récentes avancées dans la détection et l'estimation de la distance par la lumière (LiDAR, radar lumineux) et dans l'imagerie aérienne numérique permettent de collecter des estimations plus précises de l'altitude des oiseaux en vol.

Considérations pratiques/techniques

Pour collecter des données sur l'altitude de vol des oiseaux de mer, un aéronef équipé d'un scanner LiDAR adéquat synchronisé avec un appareil photo numérique est nécessaire. Comme pour les études aériennes numériques et sur bateau traditionnelles, le principal facteur limitatif dans l'utilisation du LiDAR pour estimer l'altitude de vol des oiseaux la nuit est la nécessité de confirmer la présence d'un oiseau et d'identifier l'espèce concernée à partir de l'imagerie numérique.

Avantages

Contrairement à d'autres approches, le LiDAR est capable de mesurer l'altitude de vol des oiseaux de mer avec un degré de précision élevé, généralement d'un mètre (Cook et al., 2018). L'incertitude liée aux mesures de l'altitude de vol des oiseaux de mer à l'aide d'un LiDAR est bien moindre que celle liée aux mesures réalisées à l'aide d'autres technologies. Par ailleurs, les altitudes de vol sont estimées par rapport à la surface de la mer, ce qui aide à surmonter les difficultés liées aux altitudes de vol négatives qui sont susceptibles d'être enregistrées avec les études aériennes numériques, les balises GPS ou les télémètres à laser (Cook et al., 2018).

Inconvénients

La mise en place d'un scanner LiDAR aéroporté synchronisé avec un appareil photo numérique est actuellement beaucoup plus coûteuse qu'une étude aérienne numérique conventionnelle.

Une limitation essentielle des estimations de l'altitude de vol des oiseaux de mer par LiDAR est que la houle peut interférer avec la détection des oiseaux en vol, avec pour conséquence un taux élevé de faux positifs. Cook et al. (2018) ont utilisé un seuil inférieur de 1 à 2 m au-dessus du niveau de la mer. En conséquence, les répartitions des altitudes de vol obtenues à l'aide de cette technique ne tiendront pas compte des oiseaux volant en dessous de cette altitude. Une telle surestimation de la proportion des oiseaux volant à des altitudes supérieures risque d'entraîner une évaluation prudente du risque de collision, bien qu'il soit jugé peu probable que cette évaluation soit trop prudente.

6.4.3 Mesures d'atténuation possibles

6.4.3.1 Introduction

Le présent chapitre donne une vue d'ensemble des mesures d'atténuation possibles qui ont été proposées pour les aménagements éoliens en mer, ou appliquées à ces projets. Les limitations de ces mesures doivent être prises en considération, en particulier lorsque les éoliennes sont installées sur des sites où les oiseaux sont présents en grand nombre. L'efficacité de certaines des mesures répertoriées ci-après est aussi très incertaine. L'implantation des parcs éoliens et de leurs infrastructures sur un site adéquat (macro-implantation) est la mesure d'atténuation la plus évidente en vue d'éviter les incidences négatives sur les oiseaux et sur la faune et la flore sauvages en général.

Le chapitre suivant décrit donc les mesures d'atténuation et leur efficacité en vue d'éviter et de réduire les effets significatifs sur les oiseaux une fois qu'un aménagement éolien a été implanté sur le site adéquat.

6.4.3.2 Conception des infrastructures: nombre d'éoliennes et spécifications techniques (y compris l'éclairage)

Cette mesure, décrite au chapitre 5.3.3.3 (aménagements éoliens terrestres), s'applique aussi aux aménagements éoliens en mer. La conception des infrastructures peut aider à réduire le risque de collision, mais peut également avoir une influence sur les effets de déplacement et de barrière.

L'association de données de référence collectées sur le terrain ou de données de surveillance opérationnelle et de la modélisation prédictive (comme des modèles de risque de collision) permet d'étudier l'influence de la conception des éoliennes et du nombre d'éoliennes. Cela peut être utile au moment de formuler une conception optimale à faible risque écologique.

La modélisation de Johnston et al. (2014) a statistiquement démontré que le fait d'accroître la hauteur du moyeu et d'utiliser moins d'éoliennes, mais de plus grande taille, constituait une mesure efficace pour réduire le risque de collision.

Burton et al. (2011) ont conclu que, bien qu'une série de technologies et de techniques aient été proposées pour réduire les collisions avec les oiseaux dans différents secteurs industriels, peu d'entre elles ont été testées de manière approfondie dans des parcs éoliens terrestres ou en mer. Parmi les mesures qu'ils ont examinées, celles qui étaient les plus susceptibles de réduire le risque de collision avec les oiseaux ont été mises en évidence; au rang de celles-ci figurait le déploiement de leurres¹²¹. Il a cependant été déterminé que le déploiement de leurres n'était susceptible d'avoir un effet que dans les zones où de fortes concentrations d'alcidés et de plongeurs étaient présentes.

Concernant l'attraction des oiseaux par l'éclairage, les données disponibles dans la littérature spécialisée (Burton et al., 2011) laissent penser que les mesures d'atténuation les plus efficaces comprennent: i) la substitution de l'éclairage rouge vif fixe (destiné à alerter les avions et les navires) par un éclairage clignotant; ou ii) l'utilisation d'un éclairage bleu/vert fixe. Il convient toutefois de vérifier que les réglementations nationales et régionales permettent d'appliquer ces mesures.

6.4.3.3 Programmation: éviter, réduire ou échelonner les activités au cours des périodes sensibles du point de vue écologique

La programmation a pour objectif d'éviter ou de réduire la perturbation et le déplacement des oiseaux pendant certaines périodes critiques. Son utilité est probablement maximale lors de la construction, du rééquipement et du démantèlement plutôt que pendant l'exploitation. La programmation signifie que les activités sont soit suspendues, soit réduites au cours de périodes sensibles du point de vue écologique. Une autre option

¹²¹ Des pylônes placés autour de l'enceinte d'un parc éolien pour dissuader les oiseaux d'entrer, tel que décrit par Larsen et Guillemette (2007).

consiste à échelonner les activités, de manière à ce qu'elles se poursuivent, mais uniquement dans les lieux moins sensibles. À cet effet, on peut utiliser: i) les connaissances écologiques existantes sur les espèces susceptibles d'être présentes dans le parc éolien; ii) des données de référence récoltées sur le terrain; ou iii) des données de suivi opérationnel.

Contrairement aux parcs éoliens terrestres, cette mesure est moins susceptible d'être appliquée dans les parcs éoliens en mer. Il n'existe aucun exemple connu de parc éolien en mer où cette mesure a été appliquée. Pour l'éolien en mer, la capacité de programmer afin d'éviter certains effets est très limitée, surtout en raison de l'échelle de la construction et du calendrier de construction probable. La capacité accrue des navires de construction signifie aussi que les conditions météorologiques sont essentiellement la seule contrainte pesant sur la construction en mer.

6.4.3.4 Bridage: limitation du temps de fonctionnement des éoliennes

Comme pour l'énergie éolienne à terre, le recours au bridage peut permettre d'efficacement éviter ou réduire le risque de collision avec les oiseaux dans les parcs éoliens en mer.

La mise à l'arrêt temporaire des éoliennes est une des mesures qui peut aider à réduire le risque de collision avec les oiseaux (Burton et al., 2011). Le ministère allemand de l'environnement recommande de: i) mettre les éoliennes temporairement à l'arrêt pendant les épisodes de migration de masse afin de réduire le risque de collision (en particulier par mauvais temps et en cas de visibilité réduite) et ii) ne pas faire tourner le rotor dans le sens de la migration¹²². La mise en œuvre de ces mesures nécessite: i) de bons modèles de prévision des migrations; et ii) des études sur l'intensité des migrations dans les environs immédiats des parcs éoliens.

Il est cependant nécessaire de modéliser les effets de différentes stratégies réalistes de mise à l'arrêt sur les oiseaux de mer.

6.4.3.5 Systèmes de dissuasion acoustique et visuelle

Le recours à des systèmes de dissuasion vise à réduire le risque de collision.

Les systèmes de dissuasion supposent généralement l'installation de dispositifs émettant des stimuli sonores ou visuels de manière continue, de manière intermittente ou lorsqu'ils sont déclenchés par un système de détection des oiseaux. Des systèmes de dissuasion passifs tels que de la peinture peuvent également être appliqués sur les mâts et les pales des éoliennes.

Les preuves de l'efficacité de ces techniques restent limitées, et leur efficacité dépend probablement beaucoup du site et de l'espèce en question.

6.5 Mammifères marins

6.5.1 Introduction

Les informations fournies dans le présent chapitre sont pertinentes pour les espèces de mammifères marins énumérées à l'annexe II et à l'annexe IV de la directive «Habitats» (voir Tableau 6-5). Les espèces de l'annexe II sont celles pour lesquelles des sites Natura 2000 doivent être désignés et qui font donc l'objet du présent document d'orientation en relation avec l'évaluation appropriée. Les informations contenues dans ce chapitre sont cependant aussi pertinentes pour les évaluations relatives aux espèces de l'annexe IV, qui nécessitent une protection stricte au titre de la directive «Habitats». Une liste de documents d'orientation nationaux concernant les mammifères marins figure à l'annexe E.

Tableau 6-5: espèces de mammifères marins (phoques et cétacés) énumérées aux annexes II et IV de la directive «Habitats» (O = oui, N = non)

Espèce	Nom vernaculaire	Annexe II (Natura 2000)	Annexe IV (protection stricte)
--------	------------------	----------------------------	-----------------------------------

¹²² <https://www.bfn.de/en/activities/marine-nature-conservation/pressures-on-the-marine-environment/offshore-wind-power/minimising-the-impacts-of-offshore-wind-farms.html>

CETACEA			
<i>Phocoena phocoena</i>	Marsouin commun	O	O
<i>Tursiops truncatus</i>	Grand dauphin	O	O
<i>Cetacea</i> (toutes les autres espèces)	Baleines, dauphins et marsouins	N	O
PHOCIDAE			
<i>Halichoerus grypus</i>	Phoque gris	O	N
<i>Monachus monachus</i> *	Phoque moine de Méditerranée	O	O
<i>Pusa hispida botnica</i>	Phoque annelé	O	N
<i>Pusa hispida saimensis</i> ^^	Phoque annelé de Saimaa	O	O
<i>Phoca vitulina</i>	Phoque veau-marin	O	N

* Espèces pour la conservation desquelles l'Union porte une responsabilité particulière en raison de la part de leur aire de répartition naturelle comprise sur le territoire européen des États membres auxquels le traité établissant la Communauté économique européenne s'applique.

^ Le phoque annelé de Saimaa vit autour du lac Saimaa en Finlande et ne devrait donc pas être concerné par les projets éoliens, à moins que ceux-ci n'empiètent sur son habitat.

Étant donné la multiplicité des espèces de mammifères marins, les études stratégiques à l'échelle régionale, nationale, voire internationale, sont importantes pour: i) obtenir des informations sur les niveaux de population de référence; et ii) étayer une évaluation des plans et des projets significative sur le plan biologique, en particulier concernant les effets cumulatifs. Ces études ont tendance à être coordonnées au niveau national ou régional, mais elles pourraient aussi devoir être complétées par un travail d'étude au niveau du plan ou du projet afin d'obtenir des données locales haute résolution.

Un exemple d'étude de grande ampleur (internationale) à long terme pertinente sur les mammifères marins est le programme SCANS¹²³ (*Small Cetaceans in European Atlantic waters and the North Sea*, petits cétacés dans les eaux atlantiques européennes et en mer du Nord). Ce programme est financé par l'Union européenne et par les gouvernements danois, français, allemand, néerlandais, norvégien, portugais, espagnol, suédois et britannique. Des navires de surface et un aéronef ont été utilisés conjointement comme plateforme d'étude dans le cadre du programme.

Il convient de collecter les données de référence à l'appui d'une évaluation appropriée à l'aide des meilleures méthodes disponibles. Il n'est pas possible de produire un modèle simple pour les études ou le suivi de référence (qu'il s'agisse de travaux au niveau du projet ou de travaux stratégiques à plus grande échelle) en raison des nombreux paramètres qui doivent être pris en considération. Par exemple, il n'est pas nécessairement judicieux de «boulonner» les études sur les mammifères marins aux études sur les oiseaux de mer, qu'il s'agisse d'études aériennes ou d'études à partir de navires. Macleod et al. (2010) ont attiré l'attention sur le fait que les approches actuelles semblaient généralement consister à ajouter des études sur les mammifères marins à des études qui avaient été optimisées pour les oiseaux de mer. Ils soutiennent que cette approche du problème est incorrecte si la variance autour des études sur les oiseaux de mer est inférieure à la variance autour des études sur les mammifères marins, ce qui est presque certainement le cas. Des orientations de base sur les méthodes d'étude figurent dans l'Encadré 6-9.

Encadré 6-9: informations sur la répartition des mammifères marins et orientations sur les méthodes d'étude

¹²³ <https://synergy.st-andrews.ac.uk/scans3/>

Études de répartition à grande échelle internationales, nationales et régionales

- Des enquêtes SCANS ont été menées en 1994 (SCANS I), 2005/2007 (SCANS II) et 2016 (SCANS III)¹²⁴.
- Résumé par la Commission OSPAR¹²⁵.
- Étude acoustique des mammifères marins de la côte est de l'Écosse (ECOMMAS)¹²⁶.
- Suivi des mammifères marins de la mer Baltique par la Commission pour la protection de l'environnement dans la mer Baltique (Helcom, aussi connue sous le nom de Commission d'Helsinki)¹²⁷.
- SAMBAH¹²⁸ – suivi acoustique statique du marsouin commun de la mer Baltique: le suivi SAMBAH financé par Life s'est achevé en 2016; il s'agissait d'un projet international faisant intervenir tous les pays de l'Union riverains de la mer Baltique.
- ACCOBAMS, en particulier l'étude à grande échelle de l'été 2018¹²⁹.

Méthodes d'étude/de suivi

- Des informations utiles sur les avantages et les inconvénients des méthodes d'étude alternatives sont fournies par Macleod et al. (2010)¹³⁰.
- Des orientations limitées ont été trouvées sur les méthodes d'étude et de suivi appropriées pour les mammifères marins en relation avec les aménagements éoliens en mer. Les programmes de suivi à l'échelle nationale (et de suivi à un niveau supérieur) fournissent des informations utiles à de nombreux secteurs industriels et programmes de conservation des espèces. Ces programmes de suivi sont coordonnés et souvent mis en œuvre par plusieurs agences après une planification détaillée. Les études et le suivi à l'échelle du projet concernant les mammifères marins pourraient recourir à des techniques d'étude visuelle ou de détection acoustique employant des navires ou aériennes. Celles-ci doivent être adaptées à l'espèce et au milieu concerné¹³¹.

6.5.2 Types d'incidences

6.5.2.1 Quels sont les principaux types d'incidences?

Les mammifères marins (phoques et cétacés) peuvent être affectés par les parcs éoliens en mer de diverses manières. La priorité, concernant les projets éoliens en mer, a jusqu'ici été d'atténuer les effets du bruit sous-marin, en particulier celui du battage des fondations des éoliennes telles que: i) les monopieux et ii) les fondations jacket. Ces deux types de battage peuvent produire des niveaux élevés de bruit impulsif. Cependant, une série d'effets potentiels supplémentaires devraient être examinés au cas par cas, et pourraient devenir importants à mesure que l'on comprend mieux leur caractère significatif pour les mammifères marins.

Les types d'incidences examinés dans le cadre des évaluations appropriées sont résumés dans le Tableau 6-6. Les évaluations appropriées doivent notamment examiner si ces incidences (ou d'autres) sont susceptibles d'influer sur le taux de survie ou de reproduction des mammifères marins pris individuellement. Il s'agit d'un facteur important à prendre en considération, car le succès de la reproduction des individus peut entraîner des changements dans les paramètres démographiques d'une population, pouvant se traduire par une évolution mesurable de la taille de la population.

Tableau 6-6: types d'incidences sur les mammifères marins pendant le cycle de vie de l'aménagement éolien en mer (sur la base d'éoliennes fixes traditionnelles)¹³²

Types d'incidences	Phase du projet
--------------------	-----------------

¹²⁴ <https://synergy.st-andrews.ac.uk/scans3/>

¹²⁵ https://oap-cloudfront.ospar.org/media/filer_public/2f/1e/2f1eeef-9e63-4ca2-b7a5-8d6e76a682e5/cetacean_abundance_other.pdf

¹²⁶ <http://marine.gov.scot/information/east-coast-marine-mammal-acoustic-study-ecommas>

¹²⁷ <http://www.helcom.fi/action-areas/monitoring-and-assessment/monitoring-manual/mammals>

¹²⁸ www.sambah.org

¹²⁹ <https://accobams.org/fr/activites-principales/accobams-survey-initiative-2/asi-preliminary-results/>

¹³⁰ https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/SMRU_2010_Monitoring.pdf

¹³¹ Voir par exemple: «Standard – Investigation of the Impacts of Offshore Wind Turbines on the Marine Environment (StUK 4)»: https://www.bsh.de/DE/PUBLIKATIONEN/Anlagen/Downloads/Offshore/Standards/Standard-Investigation-impacts-offshore-wind-turbines-marine-environment_en.pdf?__blob=publicationFile&v=6

¹³² Bien que l'expérience acquise jusqu'ici soit limitée, les éoliennes flottantes devraient causer beaucoup moins de dommages en matière de: i) perte et dégradation d'habitat; ii) nuisances sonores; iii) troubles auditifs; et de iv) masquage de la communication. En revanche, les «effets de récif» des éoliennes flottantes seront plus limités.

	Préconstruction	Construction	Exploitation	Démantèlement	Rééquipement
Perte et dégradation d'habitats		X	X	X	X
Nuisances sonores et déplacement	X	X	X	X	X
Troubles auditifs (dommages dus au bruit sous-marin)	X	X		X	X
Masquage de la communication	X	X	X	X	X
Collision avec les navires	X	X	X	X	X
Effets de barrière		X	X	X	
Réduction de la pression de la pêche		X	X	X	
Modification de la qualité de l'eau (contaminants)		X	X	X	X
Effets des champs électromagnétiques (CEM) sur la navigation			X	X	
Effets indirects	X	X	X	X	X
Effets de récif			X	X	

Perte d'habitats

Pour faire simple, la construction d'un parc éolien en mer sur un site Natura 2000 peut être considérée comme représentant une perte d'habitat au moins équivalente à l'empreinte de la nouvelle infrastructure (y compris les fondations des éoliennes ou de la sous-station, la protection contre l'affouillement et la protection des câbles).

En théorie, une perte d'habitat pourrait aussi se produire si des zones de parc éolien deviennent des zones importantes pour les mammifères marins (par exemple, des zones de recherche de nourriture en raison des effets de récif ou de la diminution de la pression de la pêche ou de la navigation) et si ce bénéfice est perdu lors du démantèlement. Cependant, on ne dispose pas encore de preuves scientifiques concluantes que les zones de parc éolien attirent bel et bien les mammifères marins.

Nuisances sonores et déplacement

Les nuisances dues au bruit sous-marin sont généralement examinées en relation avec des activités telles que le battage et la détonation de munitions non explosées, qui peuvent toutes deux générer un bruit suffisant pour provoquer un déplacement temporaire des animaux. Des niveaux élevés de bruit de battage peuvent affecter les animaux sur une vaste superficie (par exemple, Thomsen et al., 2006; Nedwell et al., 2007; Diederichs et al., 2008; Carstensen et al., 2006; Bergström et al., 2014; Dähne et al., 2013). Brandt et al. (2011) ont étudié les réponses comportementales des marsouins communs au bruit de construction généré par le battage de fondations monopieux dans les fonds marins au cours de la construction du parc éolien de Horns Rev II en mer du Nord danoise. Ils ont découvert un effet négatif manifeste du battage sur l'activité acoustique des marsouins, qui a été réduite de 100 % au cours de la première heure suivant le battage, et est demeurée sous les niveaux normaux pendant 24 à 72 heures dans un rayon de 2,6 km du chantier. Cette période d'activité acoustique réduite diminuait progressivement à mesure que l'on s'éloignait du site de battage, et aucun effet négatif n'a été détecté au-delà d'une distance moyenne de 17,8 km. Les auteurs ont conclu que l'activité des marsouins et peut-être leur abondance avaient été réduites pendant la totalité des cinq mois de construction.

Des études menées dans des parcs éoliens en mer du Nord allemande ont enregistré des diminutions massives des marsouins recensés à proximité des sites de battage (diminution de plus de 90 % à des niveaux sonores supérieurs à 170 dB), l'effet s'amenuisant avec la distance (diminution de 25 % à des niveaux sonores compris entre 145 et 150 dB) (Brandt et al., 2016).

Des informations proviennent aussi d'un programme de suivi approfondi au parc éolien en mer Beatrice en Écosse. Le suivi de l'activité des marsouins communs au cours des activités de battage indique un

déplacement des marsouins du voisinage immédiat des activités de battage, avec un taux de probabilité de 50 % que la réponse se produise à une distance de 7 km environ du site d'activité (Graham et al., 2017). Ce suivi indique aussi que la réponse diminuait au fur et à mesure de la construction et que l'activité des marsouins reprenait entre les épisodes de battage.

L'agence suédoise pour l'environnement s'intéresse plus particulièrement aux populations de marsouins communs vulnérables de la mer Baltique. Elle estime que les effets comportementaux, qui peuvent être perçus comme moins graves que les effets physiques, sont potentiellement significatifs. En effet, les effets comportementaux (comme les effets physiques) peuvent avoir des conséquences fatales au niveau tant des individus que de la population. Le fait de faire fuir les marsouins de leurs habitats primaires comporte un risque de dommage en partie dû à la diminution de l'apport énergétique et à l'augmentation des niveaux de stress. Les marsouins communs ont une capacité limitée de stocker l'énergie, et ils tentent généralement d'attraper du poisson jusqu'à 500 fois par heure (Wisniewska et al., 2016). Cela signifie que les marsouins communs sont sensibles aux perturbations, et que l'on peut s'attendre à ce que leur déplacement vers des habitats secondaires pendant plusieurs semaines ou mois ait de graves effets sur leur santé (Forney et al., 2017). Chasser cette espèce de ses habitats primaires peut entraîner des coûts considérablement supérieurs pour assurer sa survie et inciter les animaux à rester dans la zone prévue pour la construction du parc éolien malgré les nuisances.

Concernant les effets significatifs probables sur les marsouins communs, il est important d'ajouter que la plupart des études qui ont été menées jusqu'ici l'ont été dans des zones telles que la mer du Nord, où le marsouin se trouve dans une situation bien meilleure que dans la mer Baltique. Les zones de la mer du Nord étudiées comptaient généralement d'importantes populations de marsouins, très abondantes, à l'opposé de la situation en mer Baltique. Cela signifie aussi que les conclusions des études ne sont pas toujours complètement transférables aux autres zones marines. Le contexte local est très important. La population de marsouins de la mer Baltique est réduite et son état de conservation est médiocre. Elle est aussi lourdement touchée par les prises accessoires, les substances toxiques dans l'environnement et le bruit sous-marin en provenance d'activités autres que l'énergie éolienne. Concernant les substances toxiques dans l'environnement, la mer Baltique est aussi considérablement plus polluée que la mer du Nord, par exemple. Le niveau de pollution de la Baltique est tel que la capacité de reproduction des marsouins femelles a diminué (Kesselring et al., 2017). Enfin, la mer Baltique compte moins d'habitats de bonne qualité que la mer du Nord parmi lesquels le marsouin peut faire son choix. Cela signifie que le déplacement des marsouins d'un habitat primaire dans la mer Baltique peut avoir des conséquences plus graves que leur déplacement d'un habitat primaire en mer du Nord.

Outre le bruit du battage, le bruit de la préconstruction et de l'exploitation pourrait aussi avoir un effet sur la vie marine. Des études géophysiques et géotechniques sont souvent menées dans le cadre des études relatives à la construction d'un parc éolien en mer. Ces études font intervenir des niveaux élevés de bruit qui peuvent causer: i) des dommages auditifs permanents et temporaires; ii) des effets de fuite/d'évitement; et iii) d'autres effets comportementaux. Certains échosondeurs utilisent des fréquences qui appartiennent au champ auditif du marsouin commun et qui sont susceptibles de perturber l'espèce, qui dépend fortement de la communication acoustique pour sa survie. Le bruit continu des navires participant à l'entretien régulier des installations peut aussi être source de nuisances.

Le bruit du battage peut causer de graves dommages physiques à certains animaux, mais il s'agit d'une opération transitoire qui ne dure que quelques mois pendant la construction du parc éolien. Le bruit de l'exploitation d'un parc éolien, en revanche, est bien moindre, mais est présent en continu sur le site pendant de nombreuses années. Celui-ci peut influencer le comportement de certaines espèces, et éventuellement altérer l'équilibre de l'écosystème du site. Les effets du bruit des aménagements éoliens en mer sur la vie marine, qu'il s'agisse d'effets initiaux ou à long terme, ne sont pas encore bien compris. Il est néanmoins clairement admis qu'il existe des effets négatifs, même si les niveaux limites (les points auxquels ils deviennent plus ou moins nocifs) ne sont pas clairs (Castell J. et al., 2009).

Troubles auditifs

Les mammifères marins peuvent subir des dommages à la suite d'une exposition à des niveaux élevés de bruit sous-marin. Il peut s'agir de dommages tels qu'un déplacement du seuil auditif à une ou plusieurs fréquences. Dans les cas extrêmes, les dommages peuvent être fatals. Un dommage subléta peut affecter les taux démographiques d'un individu (son taux de survie et son taux de reproduction) et constitue donc une

conséquence potentiellement grave. Dans le présent document d'orientation, un déplacement temporaire du seuil (DTS) auditif est considéré comme une forme extrême de perturbation du comportement; un déplacement permanent du seuil (DPS) est considéré comme la limite à partir de laquelle on observe un dommage. Les seuils de survenue du DPS ne sont pas calculés de manière empirique pour des raisons éthiques. Ils sont estimés par extrapolation à partir des seuils de survenue du DTS dans les principaux groupes d'audition fonctionnelle des espèces de mammifères marins pertinents. Pour le bruit impulsionnel, tel que celui du battage, la NOAA (NMFS, 2018)¹³³ a fixé la survenue du DTS au niveau le plus bas dépassant la variation naturelle enregistrée dans la sensibilité auditive (6 dB), et part du principe que le DPS survient après des expositions donnant lieu à un DTS de 40 dB ou plus, mesuré approximativement quatre minutes après l'exposition. L'utilisation de seuils de survenue du DPS ne signifie pas que tous les animaux souffriront d'un DPS. Les seuils de DPS sont plutôt utilisés pour indiquer le seuil sous lequel on peut affirmer avec certitude qu'un DPS n'aura pas lieu. La survenue du DPS est donc une indication prudente du nombre d'animaux potentiellement menacés de DPS plutôt qu'une mesure des individus qui souffriront réellement d'un DPS. Le battage et la détonation de munitions non explosées sont des activités qui produisent suffisamment d'énergie pour comporter un risque de trouble auditif. Il est important que les évaluations tiennent dûment compte de l'ensemble de ces activités et que le potentiel d'effets cumulatifs (par exemple, entre la détonation de munitions non explosées et le battage dans le cadre de projets individuels et distincts) ne soit pas négligé.

Les effets potentiels supplémentaires, qu'il convient d'examiner au cas par cas, sont décrits ci-après.

Masquage de la communication

David (2006) a constaté que le bruit du battage pouvait masquer les fortes vocalisations du grand dauphin à une distance de 10-15 km et ses faibles vocalisations à jusqu'à 40 km. Les effets de déplacement chez les dauphins (autrement dit, le fait que les dauphins s'éloignent du site de battage) peuvent annuler le masquage au cours de la construction. Cependant, des niveaux de bruit plus faibles, par exemple pendant l'exploitation du parc éolien, pourraient avoir des conséquences significatives sur une plus longue période si les comportements normaux sont compromis.

Collision avec les navires

Le CEFAS (2009) et Bailey et al. (2014) ont suggéré que le trafic maritime accru associé aux aménagements éoliens en mer augmentait le risque de collision avec les navires, ce qui peut entraîner des dommages/la mort chez les mammifères marins.

La plupart des analyses de collisions entre des mammifères marins et des navires ne concernent pas les aménagements éoliens. Elles concernent essentiellement le trafic maritime dans le couloir de navigation de pleine mer, et elles couvrent des espèces de plus grande taille telles que le cachalot et les cétacés à fanons. La plupart des collisions fatales se produisent avec des navires de 80 m ou plus naviguant à des vitesses de 14 nœuds ou davantage (Laist et al., 2001).

À un moment, l'on craignait que les cadavres de phoques veaux-marins et de jeunes phoques gris fréquemment découverts dans les eaux britanniques et autres eaux européennes, et qui présentaient des «lacérations en spirale» (lésions en «tire-bouchon»), puissent être dus à l'activité humaine, par exemple à des interactions avec les hélices carénées utilisées sur de nombreux navires de service de parcs éoliens (Bexton et al., 2012). Cependant, les éléments de preuve laissent à présent penser que ces lésions ont probablement été causées par des prédateurs du phoque gris (Brownlow et al., 2015).

Le trafic maritime accru dû aux activités éoliennes en mer constitue un effet cumulatif important. Il est particulièrement significatif dans les mers qui subissent déjà une forte pression de navigation comme la Méditerranée ou la mer du Nord et la mer Baltique.

Effets de barrière

La notion d'effet de barrière repose sur l'hypothèse que la présence d'éoliennes et des activités entourant un parc éolien sont susceptibles de constituer un obstacle au déplacement de certaines espèces de mammifères

¹³³ <https://www.fisheries.noaa.gov/national/marine-mammal-protection/marine-mammal-acoustic-technical-guidance>

marins. Il s'agirait d'un effet de plus longue durée: i) qu'une perturbation temporaire au cours de la construction/du démantèlement; ou ii) que des événements ponctuels au cours de l'exploitation, tels que des travaux de maintenance. Pour les espèces les plus communément présentes à proximité des parcs éoliens en mer (par exemple, le marsouin commun, le phoque veau-marin et le phoque gris), rien ne semble indiquer l'existence d'un effet de barrière. Les évaluations ont aussi exclu la possibilité que des événements de battage simultanés multiples représentent un obstacle au déplacement d'une zone à une autre (par exemple, Smart Wind, 2015). Cependant, pour d'autres espèces que l'on peut rencontrer dans de nouvelles zones de développement telles que la Méditerranée (par exemple, le rorqual commun *Balaenoptera physalus*, le cachalot *Physeter macrocephalus*, et la baleine à bec de Cuvier *Ziphius cavirostris*), aucune information sur le potentiel d'effet de barrière n'est disponible.

Qualité de l'eau (contaminants)

Les mammifères marins sont vulnérables aux contaminants toxiques qui peuvent se bioaccumuler et être transmis par les mères à leur progéniture lors de l'allaitement (Bustamante et al., 2007). La plupart des polluants bioaccumulables pertinents ont à présent été éliminés, et les effets sont essentiellement le résultat de déversements antérieurs. Cependant, des composés organochlorés solubles dans la graisse tels que les polychlorobiphényles (PCB) industriels peuvent être ingérés via la nourriture et potentiellement entraîner une diminution de la capacité de reproduction et une suppression du système immunitaire.

Tout aménagement marin au large nécessite l'utilisation de divers produits chimiques, tels que des lubrifiants diesel, des lubrifiants à base d'huile, des fluides hydrauliques et des composés antisalissures (composés qui préviennent l'accumulation d'algues sur les infrastructures marines).

Des changements dans la qualité de l'eau peuvent aussi se produire en raison de la mobilisation des sédiments en suspension. Cependant, la sensibilité relativement faible des mammifères marins aux sédiments en suspension, combinée aux échelles spatiale et temporelle souvent limitées des effets, donne généralement lieu à des effets de faible ampleur (par exemple Bergström et al., 2014).

CEM

Au cours de l'exploitation, les câbles AC et HVDC de norme industrielle qui transportent l'électricité émettront un CEM, qui peut à son tour induire des champs électriques dans le milieu marin. Gill et al. (2005) ont supposé que la magnétosensibilité chez les cétacés, vraisemblablement associée à la capacité d'orientation de ces animaux, pouvait être affectée par ce phénomène. Il n'existe pas de preuves connues de l'existence d'un tel effet en pratique, et ce phénomène n'est actuellement pas considéré comme un effet significatif probable pour les cétacés.

Effets de récif

Un effet de récif peut être créé lorsque de nouvelles structures sont installées dans les eaux marines. La colonisation (l'installation d'espèces sur les structures) par des algues, macroalgues, etc. des «récifs» artificiels (l'«effet de récif») peut entraîner une modification des habitats naturels environnants, y compris les proies et leur comportement. Cette modification peut inclure: i) les effets bénéfiques d'une diminution de la pêche; et ii) une augmentation des regroupements de poissons (proies) (voir aussi l'encadré 6-1).

Les parcs éoliens en exploitation pourraient aussi avoir un effet positif sur les mammifères marins et le poisson grâce à: i) un gain d'habitat à la suite de l'introduction de nouveaux substrats durs (fondations et protection contre l'affouillement); ou ii) une réduction/exclusion des activités de pêche (par exemple, Bergström et al., 2014; Raoux et al., 2017; Scheidat et al., 2011). Cependant, une incertitude considérable plane actuellement sur l'existence d'un tel effet et sur son caractère significatif. Plus particulièrement, une étude de longue durée (Teilmann et Carstensen, 2012) menée entre 2001 et 2012 sur un des premiers parcs éoliens en mer (Nysted, dans les eaux danoises de la Baltique occidentale) a indiqué que l'activité d'écholocation du marsouin commun (un indicateur de la présence de marsouins) avait considérablement diminué dans la zone du parc éolien par rapport aux niveaux de référence, et n'était pas encore totalement rétablie en 2012. L'activité d'écholocation dans le parc éolien a progressivement augmenté, ce qui pourrait indiquer l'apparition d'un effet de récif, mais pas encore significatif. En revanche, Scheidat et al. (2011) ont signalé une augmentation marquée et significative de l'activité acoustique du marsouin commun dans la zone de l'aménagement éolien d'Egmond aan Zee aux Pays-Bas. Les auteurs ont relevé le contraste avec les résultats de Nysted. Ils ont

suggéré que l'aménagement éolien d'Egmond aan Zee avait très probablement un effet positif net sur les mammifères marins (en raison de facteurs tels que la plus grande disponibilité de nourriture ou parce que la fonction d'abri prime l'éventuel bruit sous-marin des éoliennes et des navires de service). Ils ont cependant souligné qu'il convenait d'être prudent au moment de généraliser les résultats et de ne pas les transférer sans discernement à d'autres aménagements éoliens dans d'autres habitats. En effet, l'équilibre entre les facteurs positifs et négatifs peut différer selon les conditions. Il n'est possible de déterminer si les mammifères marins bénéficient de la présence d'un parc éolien en mer qu'au moyen d'une étude de longue durée qui devrait idéalement inclure des études de référence. Cependant, cette détermination sera probablement importante lors de la planification du rééquipement ou du démantèlement des projets à la fin de leur vie.

Lors du démantèlement, il faut mettre en balance les avantages et les inconvénients de laisser en place certaines infrastructures, telles que les fondations des éoliennes et l'armure en pierre, qui peuvent procurer des avantages aux mammifères marins. Cette décision doit tenir compte des appels à retirer ces structures, qui peuvent être dus: i) à d'autres intérêts de conservation (par exemple, si les habitats préexistants étaient de nature différente); ii) aux intérêts des usagers de la mer, notamment les intérêts en matière de pêche et de sécurité de la navigation. L'Allemagne a par exemple décidé que le démantèlement supposait le retrait de l'ensemble des infrastructures, et cette condition figure dans le permis de construire initial des infrastructures.

6.5.2.2 Comment évaluer le caractère significatif?

L'approche adoptée pour déterminer le caractère significatif des effets consiste essentiellement à mettre en relation les conséquences des activités des aménagements éoliens (notamment les dommages ou les perturbations) avec les conséquences au niveau des individus et des populations.

Divers facteurs peuvent influencer le caractère significatif des effets. Parmi ceux-ci figurent la biologie, l'environnement, la conception du plan et la conception du projet. L'Encadré 6-10 présente une synthèse des facteurs généralement pris en considération dans: i) la conception des méthodes de collecte des données de référence; et ii) l'évaluation de l'importance de chaque facteur.

Encadré 6-10: facteurs déterminant les méthodes de collecte des données de référence et l'évaluation du caractère significatif des effets en relation avec les aménagements éoliens en mer et les mammifères marins

Facteurs biologiques

- Le groupe d'audition fonctionnelle des mammifères marins (Tableau 6-7).
- La proximité des zones de reproduction – il est supposé que les animaux sont plus sensibles lors des événements cruciaux de la vie tels que la mise bas. Cela se traduit, par exemple, par des précautions plus strictes lors du battage dans certains États membres.

Facteurs environnementaux

- L'environnement sous-marin, car il influe sur la propagation du son. La propagation du bruit sous-marin est généralement modélisée. Pour être optimale, une modélisation devrait inclure des données décrivant la bathymétrie, les caractéristiques des sédiments des fonds marins et les propriétés de la colonne d'eau qui influencent la vitesse du son (température et salinité, en plus de la profondeur). Cette modélisation devrait être validée par des études sur le terrain afin de confirmer les prévisions (Farcas et al., 2016).
- La présence de caractéristiques géographiques susceptibles d'exacerber les effets comportementaux. Par exemple, les activités qui génèrent du bruit à l'entrée d'une baie, par les étroits, ou dans d'autres zones où l'espace est limité, pourraient empêcher les animaux de s'éloigner des niveaux élevés de bruit, et ainsi potentiellement accroître leur risque de dommage.

Conception du plan ou du projet

- Conception des fondations des éoliennes.
- Les niveaux de bruit sous-marin ont tendance à augmenter avec le diamètre des pieux des fondations et lorsque des énergies de percussion plus importantes sont appliquées.
- L'installation de fondations monopieux a tendance à générer des niveaux de bruit sous-marin plus élevés, mais au total sur une plus courte période que l'installation de fondations jacket, pour lesquelles trois ou quatre pieux de plus petite taille sont généralement utilisés.
- Les solutions de fondations qui ne nécessitent pas de battage, telles que les bases gravitaires, les caissons d'aspiration ou les éoliennes flottantes, produisent des niveaux de bruit bien moindres. Il est peu probable qu'elles aient des effets sonores sous-marins significatifs.

- Le type de terrain – celui-ci peut avoir une influence sur les niveaux d'énergie requis pour le battage ainsi que sur la durée du battage.
- L'activité des navires – le nombre et le type de navires requis au cours des différentes phases du projet (y compris l'exploitation); leurs voies de transit; et les modifications des niveaux de trafic maritime existants.

Tableau 6-7: groupes et gammes d'audition fonctionnelle des mammifères marins (adapté de Southall, 2007)

Groupe d'audition fonctionnelle	Gamme d'audition fonctionnelle*
Cétacés basse fréquence* (cétacés à fanons)	7 Hz à 30 kHz
Cétacés moyenne fréquence (dauphins, cétacés à dents, cétacés à bec, hypéroodons)	150 Hz à 160 kHz
Cétacés haute fréquence (marsouin de Dall)	180 Hz à 200 kHz
Pinnipèdes phocidés (phoque)	75 Hz à 100 kHz

* Représente la bande de fréquence d'audition de l'ensemble du groupe en tant que composite (autrement dit, toutes les espèces au sein du groupe), alors que les gammes d'audition des espèces prises individuellement ne sont généralement pas si larges.

+ La gamme d'audition estimée pour les cétacés basse fréquence est fondée sur des études comportementales, des enregistrements de vocalisations et l'oreille interne.

Le risque de dommage auditif chez les mammifères marins (DPS ou effets plus graves) a été évalué à l'aide d'une série de seuils établis sur la base des audiogrammes disponibles. Par exemple, les critères fournis par Southall et al. (2007) ont fréquemment été utilisés. Les orientations du NMFS (2018), souvent appelées les orientations/seuils de la NOAA, constituent actuellement les orientations les plus à jour en vue de déterminer le DPS tant pour le bruit impulsionnel (par exemple, du battage) que pour le bruit non impulsionnel (par exemple, du dragage ou du fonctionnement des navires). Le risque de dommage repose sur deux critères: le niveau d'exposition au bruit cumulé (SELcum) et le niveau de pression acoustique de crête (SPL de crête) (voir le Tableau 6-8). Pour évaluer le critère SELcum, les prévisions du niveau de bruit reçu sont pondérées selon la fréquence pour refléter: i) la sensibilité auditive du groupe d'audition fonctionnelle de chaque espèce de mammifère marin; et ii) l'exposition au bruit déterminée sur une période de 24 heures d'activité. Le critère du SPL de crête est comparé au niveau de bruit reçu non pondéré. Le dépassement de l'un ou l'autre des seuils est considéré représenter une probabilité de dommage DPS.

Tableau 6-8: seuils du DPS pour le bruit impulsionnel de la NOAA (NMFS, 2018)

Groupe d'audition	Seuil DPS	
	SELcum [dB re 1 µPa² s] *	SPL de crête [dB re 1 µPa] non pondéré
Cétacés basse fréquence	183	219
Cétacés moyenne fréquence	185	230
Cétacés haute fréquence	155	202
Phocidés	185	218

* Pondéré selon les fonctions de pondération des audiogrammes du NMFS (2016) pour chaque groupe d'audition.

Les effets comportementaux de la construction du parc éolien peuvent être étudiés à l'aide d'une courbe dose-effet. Dans la mesure du possible, cette courbe devrait fournir des données empiriques par espèce tirées des données de suivi disponibles les plus appropriées. L'utilisation de modèles de population pour évaluer les conséquences des effets de perturbation au niveau de la population est aussi en cours de développement (voir Étude de cas 6-3).

Étude de cas 6-3: modèles de population de mammifères marins

Les conséquences des effets sublétaux au niveau de la population, tels que les perturbations associées au battage des fondations des éoliennes, peuvent être étudiées à l'aide de la modélisation prédictive ou d'une analyse de la viabilité de la population. Deux de ces approches sont iPCoD et DEPONS, abordées aux points ci-après.

- DEPONS (Disturbance Effects on the harbour-porpoise population Of the North Sea) est un programme de recherche mené par le Centre national pour l'environnement et l'énergie (DCE) de l'université d'Aarhus. Le programme a mis gratuitement à disposition un modèle afin de simuler la manière dont les dynamiques de la

population de marsouins communs sont affectées par le bruit du battage lié à la construction de parcs éoliens en mer. DEPONS repose sur un modèle individuel des déplacements et des dynamiques des marsouins communs mis au point par Jacob Nabe-Nielsen et ses collègues (Nabe-Nielsen et al., 2011; Nabe-Nielsen et al., 2013; Nabe-Nielsen et al., 2014).

- iPCoD (interim Population Consequences Of Disturbance) est un cadre d'étude des effets du bruit, en particulier du battage dans les parcs éoliens en mer (Harwood et al., 2013; King et al., 2015). Le modèle se fonde sur le nombre de mammifères marins qui, selon les prévisions, devraient subir des perturbations ou des lésions DPS, et prédit la future trajectoire de la population sur la base des conséquences obtenues par un processus de sollicitation d'experts. En temps utile, l'espoir est que des données empiriques seront disponibles pour remplacer l'avis des experts. Le cadre peut être appliqué à plusieurs espèces, dont le marsouin commun, le phoque gris, le phoque veau-marin, le grand dauphin et le petit rorqual. Bien que l'iPCoD repose sur de solides hypothèses et sur des avis d'experts. Ses forces résident entre autres dans le fait qu'elle est transparente, auditable et quantitative. L'une des principales forces de l'iPCoD est peut-être sa capacité à évaluer l'incidence cumulée de plusieurs aménagements éoliens en mer.

De plus amples informations sur les modèles de population utilisés dans l'évaluation des incidences sur les mammifères marins figurent dans Sparling et al. (2017).

Source:

modèle DEPONS, disponible à l'adresse suivante: <https://zenodo.org/record/556455#.XCz0GGj7S70>;

modèle iPCoD disponible à l'adresse suivante: <http://www.smrucconsulting.com/products-tools/pcod/ipcod/>

Étude de cas 6-4: évaluation de l'incidence du bruit du battage sur les mammifères marins, Allemagne

L'Agence maritime et hydrographique fédérale allemande (*Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie*, BSH) a publié deux normes techniques applicables aux études environnementales de l'effet du bruit sur les mammifères marins. L'étude normative sur les effets des éoliennes en mer sur le milieu marin (StUK4) contient les sections suivantes:

- i) une norme comprenant des instructions de mesure pour le suivi du bruit sous-marin; et
- ii) une norme pour les parcs éoliens en mer comprenant des prévisions du bruit sous-marin et des exigences minimales en matière de documentation.

La stratégie suivie par les autorités pour prévenir tout effet significatif du battage sur les marsouins communs est celle de l'atténuation technique et de la réduction du bruit à la source. Selon la réglementation allemande, le seuil maximal pour les effets potentiels sur les marsouins communs est de 160 dB SEL (niveau d'exposition au bruit) à une distance de 750 m du site de battage.

Selon le plan de protection du marsouin commun dans la zone économique exclusive allemande de la mer du Nord de 2013, les travaux de construction doivent être coordonnés de manière à pouvoir escompter un effet minimal sur les individus ou sur les niveaux de population de marsouins communs. À tout moment, un maximum de 10 % des sites de conservation de la nature peuvent être perturbés par du bruit sous-marin. Cette règle repose sur l'approche générale définie par l'agence fédérale, selon laquelle lorsqu'une superficie de plus de 1 % est perdue, l'effet est considéré comme significatif. Cependant, étant donné que le battage est une activité temporaire, une zone de perturbation de 10 % est jugée acceptable¹³⁴.

Le site Natura 2000 du récif extérieur de Sylt fait exception à la règle. D'avril à août, un maximum de 1 % de cette zone peut être perturbé, car il s'agirait d'une zone de reproduction du marsouin commun.

Source:

https://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/erneuerbareenergien/Strategie_Positionspapiere/schallschutzkonzept_BMU.pdf

Étude de cas 6-5: conditions d'obtention d'un permis de construire un parc éolien en mer en Suède en relation avec les marsouins communs

Une société d'énergie éolienne avait introduit une demande de permis de construire un parc éolien en mer comptant un maximum de 50 éoliennes dans le comté de Halland. Deux sites Natura 2000 adjacents, Stora Middelgrund och Röde bank (SE0510186) et Lilla Middelgrund (SE0510126), sont situés à 20 km à peine de la zone du parc éolien. Le marsouin commun est présent en relativement grand nombre dans cette partie du Cattégat. Stora Middelgrund est l'une des plus importantes zones de reproduction pour la population de marsouins du Belt. Lilla Middelgrund subvient aussi aux besoins d'un grand nombre de marsouins communs. Une zone particulièrement importante pour le marsouin commun se trouve à 10 km à peine de la zone du parc éolien.

En 2015, la cour d'appel suédoise en matière foncière et environnementale a statué¹³⁵ que les dispositions relatives à la protection stricte des espèces s'appliquaient. Elle a aussi estimé (comme la cour suédoise en matière foncière et environnementale avant elle) qu'en raison du faible taux de reproduction du marsouin commun et de son long délai de renouvellement générationnel, chaque perturbation des individus était significative pour l'état de conservation de l'ensemble de la population.

La cour a statué que la zone de Stora Middelgrund och Röde bank, et la zone particulièrement importante située à 10 km environ du parc éolien (où les femelles sexuellement matures passent 50 % de leur temps), ne pouvaient être soumises à des niveaux de nuisances sonores susceptibles de provoquer le déplacement du marsouin commun. La cour a ainsi jugé que tant que les effets locaux se produisaient uniquement dans un rayon de 10 km de la zone du parc éolien, il n'y avait pas de risque significatif que les zones Natura 2000 soient affectées.

La société d'énergie éolienne a reçu un permis de construire le parc éolien sous certaines conditions. L'une d'entre elles était que la société s'assure qu'aucun marsouin commun n'est présent dans un rayon de 750 m des activités atteignant un certain niveau de bruit au cours des phases de construction et de démantèlement du projet.

Source: Agence suédoise de gestion de la mer et de l'eau

L'Encadré 6-11 récapitule certaines des incertitudes et des difficultés rencontrées dans le cadre de l'évaluation des effets significatifs probables sur les mammifères marins. Ces incertitudes et ces difficultés peuvent impliquer la collecte de données de référence supplémentaires ou l'application du principe de précaution.

Encadré 6-11: principales difficultés rencontrées lors de l'évaluation des effets significatifs probables sur les mammifères marins

Tous les effets

- Les moteurs de la variation saisonnière et interannuelle dans la répartition des mammifères marins.
- L'importance relative des différentes zones marines, par exemple: i) pour la recherche de nourriture; ii) comme couloirs de migration; et iii) pour la reproduction (accouplement ou mise bas).

Bruit sous-marin

- L'étendue spatiale de la perturbation et le nombre d'animaux concernés.
- Le(s) mécanisme(s) sous-jacent(s) de la réponse des mammifères marins au bruit.
- L'importance relative du bruit des navires, du battage, des systèmes de dissuasion acoustiques et d'autres sources dans la perturbation et le déplacement des mammifères marins.

Variation de la réponse due à la qualité de l'habitat, au caractère saisonnier et aux techniques de construction

- Les effets de la perturbation ou du dommage (DPS) sur les taux démographiques des mammifères marins (par exemple, survie et reproduction).
- Le manque de données empiriques pour certaines espèces. Il semble qu'il n'existe par exemple aucune étude de la réponse comportementale du petit orqual aux bruits impulsifs (Harwood et King, 2017).
- Il a été jugé peu probable que les niveaux de bruit sous-marin dû à l'exploitation des éoliennes puissent affecter les mammifères marins de manière significative (Bailey et al., 2014). Des doutes subsistent toutefois concernant les niveaux probables de bruit des éoliennes plus récentes et beaucoup plus grandes (par exemple, plus de 10 MW). Dans le cadre des évaluations, il convient d'éviter de partir du principe que les niveaux de bruit demeureront nécessairement sous les niveaux préoccupants.

¹³⁵ Arrêt du 8.12.2015, affaire M 6960-14, disponible à l'adresse suivante: <https://databas.infosoc.se/rattsfall/30866/fulltext>

- L'interaction entre la magnitude absolue du bruit sous-marin et la durée de l'effet est incertaine. Par exemple, un parc éolien basé sur des fondations monopieux prendra moins de temps (temps de battage total) à installer que le même parc éolien basé sur des fondations jacket, mais les niveaux absolus de bruit seront probablement plus élevés pour les fondations monopieux (de plus grande taille). Les deux scénarios doivent être analysés, et le pire scénario au regard des mammifères marins touchés (autrement dit, le nombre d'animaux blessés ou déplacés) doit être soumis à une évaluation.
- Avec la distance, le bruit impulsionnel se transforme pour devenir plus continu. Les seuils de l'effet DPS pour le bruit continu sont plus élevés (autrement dit, des niveaux de bruit plus élevés sont nécessaires pour avoir un effet) que pour le bruit impulsionnel. Cependant, la distance à laquelle il convient d'appliquer les seuils du bruit continu pour des activités telles que le battage ou la détonation de munitions non explosées n'est pas claire et variera probablement selon le contexte de chaque site.

Déplacement

- Des doutes subsistent quant à l'importance de l'effet de déplacement sur les mammifères marins pris individuellement et sur les populations, autrement dit, les conséquences écologiques (voir l'Étude de cas 6-3).
- Il existe des lacunes dans les connaissances concernant la manière dont les marsouins communs de la mer Baltique sont affectés par la phase opérationnelle. Il y a très peu d'études sur le marsouin commun. Celles qui ont été menées ont donné des résultats qui ne sont pas nécessairement applicables à la situation en mer Baltique (commentaire de l'Agence suédoise de gestion de la mer et de l'eau, 2019).
- Bien que la plupart des études se soient essentiellement intéressées au bruit du battage, Brandt et al. (2018) décrivent aussi une diminution des détections de marsouins dans le voisinage des chantiers plusieurs heures avant le battage. Cela pourrait être dû à une augmentation des activités (par exemple, le trafic maritime) autour des chantiers, et aussi être facilité par une meilleure transmission du bruit sous-marin par temps calme, moment où le battage a lieu. Un tel effet pourrait remettre en question le recours à des systèmes de dissuasion acoustiques si ces derniers viennent accroître inutilement les niveaux de bruit sous-marin. Cette question doit cependant être approfondie.

Masquage

- L'on dispose d'informations limitées sur le masquage, qui peut constituer un effet significatif si l'utilisation habituelle de sons par les mammifères marins est compromise par le bruit sous-marin.

Collision avec les navires

- Les informations disponibles sont limitées concernant les collisions entre les mammifères marins et les navires en relation avec la construction et l'exploitation d'aménagements éoliens en mer.

CEM

- Bergström et al. (2014) ont laissé entendre que, sur la base des très maigres informations empiriques disponibles, aucun effet significatif des CEM sur les mammifères marins n'avait jusqu'ici été démontré (leur étude couvrait quatre espèces: le marsouin commun, le phoque veau-marin, le phoque gris et le phoque annelé).

Effets de barrière

- La notion d'effet de barrière repose sur l'hypothèse que la présence d'éoliennes et des activités entourant un parc éolien sont susceptibles de constituer un obstacle au déplacement de certaines espèces de mammifères marins. Si cet effet est assez bien compris pour certaines espèces de mammifères marins, pour d'autres espèces, les signes d'un éventuel effet de barrière sont moins clairs.

Effets de récif

- Des hypothèses ont été formulées au sujet du potentiel des parcs éoliens en exploitation à avoir un effet positif sur les mammifères marins à travers: i) un gain d'habitat à la suite de l'introduction de nouveaux substrats durs (fondations et protection contre l'affouillement); ou ii) une réduction/exclusion des activités de pêche (par exemple, Bergström et al., 2014; Raoux et al., 2017; Scheidat et al., 2011). Cependant, des doutes non négligeables planent actuellement sur l'existence d'un tel effet et sur son caractère significatif.

6.5.3 Mesures d'atténuation possibles

6.5.3.1 Introduction

Le présent chapitre donne un aperçu des mesures d'atténuation possibles qui ont été proposées ou appliquées en rapport avec les aménagements éoliens en mer et les mammifères marins.

Les mesures suivantes sont abordées:

- a) l'exclusion de certaines zones (macro-implantation);
- b) l'évitement des périodes sensibles telles que la saison de reproduction (programmation);
- c) les mesures relatives au type de fondation des éoliennes (fondations produisant peu de bruit);
- d) les mesures de restriction du bruit afin de réduire les niveaux de bruit sous-marin émis pendant la construction;
- e) la surveillance (visuelle et acoustique) de la présence de mammifères marins dans les zones d'exclusion;
- f) les mesures visant à dissuader activement les animaux d'entrer dans ces zones.

Les mesures décrites concernent essentiellement le battage et la détonation de munitions non explosées, qui sont les principales activités associées aux projets éoliens en mer qui génèrent du bruit. Pour la plupart, ces activités sont limitées à la phase de construction, mais elles pourraient aussi devoir être prises en considération pour le rééquipement. L'absence de mesures pour les phases de développement et activités autres que le battage/la détonation de munitions non explosées ne signifie pas que ces autres phases et activités doivent être ignorées. Des effets significatifs ne sont généralement pas anticipés pour des activités telles que l'étude géophysique de préconstruction. Des approches relevant des bonnes pratiques devraient néanmoins être suivies afin de: i) réduire au minimum l'émission inutile d'énergie acoustique; ii) réduire le risque d'autres formes de pollution; et iii) réduire le risque de collision avec les mammifères marins, etc.

L'Encadré 6-12 présente le cadre d'atténuation pour le battage, le forage et le dragage, établi dans le cadre de l'Accord sur la conservation des cétacés de la mer Noire, de la Méditerranée et de la zone Atlantique adjacente (ACCOBAMS).

Encadré 6-12: cadre d'atténuation pour le battage, le forage et le dragage (ACCOBAMS, 2019)

Phase de planification (résultats escomptés de l'EIE)

Analyser la présence de cétacés au cours des périodes envisagées pour les travaux, et mener (ou financer) des recherches lorsque les informations sont inexistantes ou inadéquates.

Choisir des périodes au cours desquelles la sensibilité biologique est faible.

Utiliser les résultats de la modélisation de la propagation du son, vérifiés sur le terrain, pour déterminer les limites de la zone d'exclusion.

Prévoir l'alimentation électrique la plus faible possible.

Envisager d'autres technologies (voir le chapitre 6.5.3.4).

Prévoir des technologies d'atténuation du bruit si aucune autre solution n'est possible (voir aussi le chapitre 6.5.3.5).

Pratiques d'atténuation en temps réel

Utiliser des dispositifs de dissuasion acoustiques avant de commencer les travaux (voir le chapitre 6.5.3.5).

Utiliser le protocole de «démarrage en douceur» (voir le chapitre 6.5.3.5).

Utiliser le protocole de suivi visuel et acoustique (voir le chapitre 6.5.3.6).

Après l'activité

Établir un rapport détaillé sur l'atténuation en temps réel.

Source: ACCOBAMS, 2019. Disponible à l'adresse suivante: https://accobams.org/wp-content/uploads/2019/04/MOP7.Doc31Rev1_Methodological-Guide-Noise.pdf

6.5.3.2 Macro-implantation

L'implantation sur un site adéquat et la prise en considération d'une zone d'exclusion eu égard à la présence d'habitats essentiels pour les mammifères marins permettent d'éviter des effets significatifs sur ces derniers.

À l'instar du processus de Birdlife International visant à déterminer les «zones importantes pour la conservation des oiseaux et de la biodiversité» (ZICO), la task force conjointe SSC/WCPA sur les zones protégées pour les mammifères marins de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) a défini des zones

importantes pour la conservation des mammifères marins (ZICMM)¹³⁶. Les ZICMM sont définies comme des portions distinctes d'habitat importantes pour des espèces de mammifères marins, qui ont le potentiel d'être délimitées et gérées à des fins de conservation. La connaissance des zones qui sont importantes pour les mammifères marins aidera à équilibrer l'exploitation humaine de la mer, comme les aménagements éoliens en mer, et l'impératif de conservation de la biodiversité marine.

6.5.3.3 Programmation: éviter, réduire ou échelonner les activités au cours des périodes sensibles du point de vue écologique

La programmation consiste à éviter ou à suspendre les activités de construction (le battage et la détonation de munitions non explosées) au cours des périodes sensibles des cycles biologiques des espèces (par exemple, la période de reproduction ou d'alimentation). La programmation est considérée comme une mesure très efficace, car elle peut empêcher le bruit et d'autres effets de perturber les espèces pendant ces périodes. Il convient cependant de noter que les restrictions saisonnières peuvent être difficiles à mettre en place pour certaines espèces dont les périodes sensibles sont de longue durée. Par exemple, les marsouins communs de l'Atlantique Nord s'accouplent en juillet/août et donnent naissance à leurs petits en mai/juin l'année suivante. Les petits sont ensuite complètement dépendants de leurs mères pour l'allaitement pendant 8 à 10 mois environ. Pendant cette période, si la mère et le petit sont séparés, cela peut très facilement entraîner la mort de ce dernier. Il n'existe donc pas de période «sûre» pour les marsouins communs. Chez ces espèces, le simple fait d'éviter la période de reproduction ne suffira pas à empêcher un effet négatif. En revanche, la programmation serait une solution adéquate dans d'autres zones des mers européennes, telles que la Méditerranée. En effet, certains mammifères marins de la Méditerranée, tels que le rorqual commun *Balaenoptera physalus*, sont connus pour être sensibles aux perturbations d'origine humaine, mais se caractérisent par des schémas de répartition saisonniers marqués¹³⁷.

6.5.3.4 Conception des infrastructures: les fondations des éoliennes

Les mesures de conception des infrastructures visent à empêcher les troubles auditifs et à réduire les effets de perturbation/déplacement. Les niveaux élevés de bruit sous-marin sont associés au battage des fondations monopieux et jackets. D'autres types de fondations qui ne génèrent pas des niveaux de bruit aussi élevés sont disponibles et ont été utilisés dans le cadre de plusieurs projets.

Les fondations sur pieux prédominent dans les parcs éoliens en mer existants, avec les monopieux et les jackets. Les jackets utilisent plusieurs pieux plus petits pour ancrer chaque fondation. Le premier parc éolien en mer du monde, celui de Vindeby au Danemark, a cependant été construit sur des bases gravitaires. Plusieurs autres projets ont ensuite aussi eu recours aux bases gravitaires. Un autre type de fondations qui permet d'éviter le battage est le godet ou caisson d'aspiration, qui est utilisé dans d'autres industries en mer depuis plusieurs décennies. Le godet ou caisson d'aspiration a récemment été testé dans le secteur éolien en mer, et utilisé dans plusieurs installations de plus petite taille, comme pour les mâts météorologiques sur le Dogger Bank en mer du Nord. Plus récemment, la technique bien établie des fondations flottantes a été testée dans le secteur éolien lors de déploiements au large des côtes écossaises (Kincardine et Hywind), françaises (Floatgen) et portugaises (Windfloat Atlantic). Cette technologie ouvre la possibilité d'implanter des parcs éoliens sur des sites en eaux plus profondes et de parvenir à réduire considérablement les émissions de bruit sous-marin au cours de la construction.

L'installation de bases gravitaires, de caissons ou de fondations flottantes ne se fait pas sans émissions de bruit sous-marin. En effet, il peut s'avérer nécessaire de préparer les fonds marins, ce qui peut nécessiter des activités de type dragage, et le bruit des navires lié à ces activités est inévitable. Ces méthodes sont cependant exemptes de bruit impulsif (à moins qu'elles ne soient associées à l'élimination de munitions non explosées), et les niveaux de bruit sont très faibles (comparativement) pour tous ces types de fondations alternatifs.

Il ne fait aucun doute que la réduction du bruit obtenue en recourant à des fondations sans pieux est bénéfique pour les mammifères marins. Cependant, des facteurs pratiques et commerciaux devront être pris en considération pour les projets utilisant ce type de fondations, et il faut aussi tenir compte des conséquences non intentionnelles des décisions d'y recourir. Par exemple, les bases gravitaires ont une empreinte beaucoup

¹³⁶ <https://www.marinemammalhabitat.org/immas/imma-eatlas/>

¹³⁷ <https://www.sciencedirect.com/bookseries/advances-in-marine-biology/vol/75/suppl/C>

plus grande que les fondations sur pieux. Elles peuvent donc avoir des effets plus importants sur les habitats benthiques, directement par la perte d'habitats ou par l'intermédiaire de changements hydrodynamiques. Ces effets doivent être soigneusement analysés dans le cadre d'évaluations appropriées, le cas échéant.

6.5.3.5 Réduction du bruit: différentes approches techniques

Le «démarrage en douceur» et d'autres systèmes d'atténuation du bruit (SAB) peuvent être appliqués afin de réduire les effets de perturbation et de déplacement et d'éviter les troubles auditifs chez les mammifères marins.

L'objectif du démarrage en douceur du battage est de réduire les niveaux de bruit sous-marin émis pendant la construction. Cela signifie généralement une montée en puissance progressive de l'énergie de percussion et de la fréquence de frappe sur 20 minutes ou plus. Le démarrage en douceur est parfois décrit comme une mesure d'atténuation dans les évaluations de projet. Il s'agit d'une mesure généralement appliquée, dictée par le bon sens (l'idée est de laisser suffisamment de temps aux animaux pour quitter le voisinage immédiat et ainsi éviter les niveaux de bruit préjudiciables) bien qu'aucune étude n'ait systématiquement confirmé l'efficacité de cette méthode (Bailey et al., 2014). Le démarrage en douceur est aussi requis d'un point de vue technique, du moins pour le battage initial, jusqu'à ce que les pieux soient stabilisés et que des niveaux d'énergie plus importants soient requis pour effectuer la pénétration dans le sol. Dans le présent document d'orientation, le démarrage en douceur et la montée en puissance sont considérés comme des processus intégrés standard. Si l'approche va au-delà de celle requise d'un point de vue technique, elle peut être considérée comme une mesure d'atténuation si une évaluation est réalisée initialement avant que la mesure ne soit mise en place. En tout état de cause, ces mesures doivent être soigneusement spécifiées et évaluées. C'est particulièrement le cas lorsque des populations restreintes et très sensibles sont en jeu, telles que les populations de marsouins communs de la mer Baltique. Il est essentiel que l'efficacité de toutes les mesures d'atténuation utilisées soit avérée et que ces mesures ne soient en elles-mêmes nullement nuisibles ou problématiques.

Cependant, bien qu'un démarrage en douceur et une montée en puissance du battage puissent réduire le risque de dommages auditifs, l'on craint qu'ils puissent amplifier les effets de perturbation/de déplacement. Cela pourrait se produire si la durée totale du battage, et potentiellement l'apport énergétique cumulatif du battage, est accrue (Verfuss et al., 2016). Ce risque peut toutefois être limité en imposant des limites temporelles (comme en Allemagne) et en utilisant des systèmes de dissuasion acoustiques.

Deux exemples de systèmes d'atténuation du bruit sont les rideaux de bulles et les marteaux hydrauliques. Un rideau de bulles consiste en un tuyau muni de buses posé au fond de la mer autour du pieu à une distance de plus de 50 m du site de battage. De l'air est envoyé dans le tuyau à l'aide de compresseurs et libéré via les buses, ce qui crée un rideau continu de bulles d'air ascendantes autour du site d'installation, qui réduit le bruit grâce aux effets de dispersion et d'absorption. Les marteaux hydrauliques sont munis d'une enveloppe isolante à double paroi acoustiquement découplée, l'espace entre les deux parois étant rempli d'air¹³⁸.

Encadré 6-13: examen des effets sur les marsouins communs dans les eaux allemandes

Brandt et al. (2018) ont examiné les effets sur les marsouins communs de systèmes d'atténuation du bruit actifs de première génération appliqués lors de la phase de construction de six parcs éoliens sur sept dans la baie d'Helgoland entre 2010 et 2013. Au cours des projets de construction de parcs éoliens après 2013, les niveaux de bruit à une distance de 750 m chutaient généralement sous le seuil requis de 160 dB grâce à l'application de systèmes d'atténuation du bruit. Les auteurs décrivent une nette diminution dans le déclin des détections de marsouins après le battage, en fonction du niveau de bruit et de la distance par rapport au battage. Les épisodes de battage avec système d'atténuation du bruit permettaient de réduire la distance à laquelle aucun effet n'était mesuré de 17 à 14 km, ce qui a mené les auteurs à conclure que l'application de SAB entraînait une diminution plus faible des détections de marsouins toutes distances confondues. Les auteurs recommandaient de mener de nouvelles études à mesure que les SAB étaient développés et améliorés. Néanmoins, ces données initiales [ainsi que d'autres publications telles que i) Nehls et al. (2015) pour le battage et ii) Koschinski et Kock (2009) pour les munitions non explosées (Koschinski et Kock ont indiqué que la zone de perturbation du marsouin commun pouvait être réduite de 90 % environ)] laissent penser que les techniques de

¹³⁸ De plus amples informations peuvent être extraites d'un atelier allemand de 2018, voir <https://www.bfn.de/en/activities/marine-nature-conservation/conferences/noise-mitigation-2018.html>

réduction du bruit constituent actuellement une bonne pratique si des effets sur les mammifères marins sont craints lorsque des activités de battage ou de détonation de munitions non explosées sont requises.

Dahne et al. (2017) ont indiqué que deux rideaux de bulles atténuaient le bruit d'entre 7 et 10 dB lorsqu'ils étaient utilisés séparément et de 12 dB lorsqu'ils étaient utilisés conjointement. L'atténuation était la plus prononcée au-dessus de 1 kHz, où le bruit du battage à des distances supérieures était comparable (ou inférieur) au bruit ambiant. Il semble donc que la régulation du bruit devrait être fondée sur des niveaux sonores pondérés selon la fréquence, en plus de la largeur de bande, afin de garantir que les mesures d'atténuation réduisent efficacement les effets sur les animaux et ne se contentent pas seulement de satisfaire aux obligations juridiques.

Les avancées dans les technologies de réduction du bruit dans les eaux allemandes décrites ci-dessus ont été motivées par l'impératif de respect des exigences réglementaires nationales (BMU, 2013), connues sous le nom de «*Schallschutzkonzept*» ou concept d'atténuation du bruit pour la ZEE allemande de la mer du Nord. Celles-ci prévoient des niveaux maximaux de 160 dB SEL et 190 dB L_{peak} à une distance de 750 m du site de battage (interdiction de causer des dommages ou la mort). Elles imposent en outre qu'un maximum de 10 % de la ZEE allemande de la mer du Nord soit soumise à un niveau d'exposition au bruit ≥ 140 dB (SEL) (interdiction de perturber) et qu'entre mai et août, un maximum de 1 % de la principale zone de concentration de marsouins soit soumise à un niveau d'exposition au bruit ≥ 140 dB (SEL) (interdiction de perturber).

De plus, le temps de battage est limité à 180 minutes pour les monopieux et à 140 minutes par pieu pour les jackets, usage dissuasif compris (voir aussi l'Étude de cas 6-6).

D'autres mesures d'atténuation du bruit sont décrites ci-après (ACCOBAMS, 2019).

- Amortisseurs acoustiques hydrauliques: filets de pêche attachés à de petits ballons remplis de gaz et de mousse qui sont réglés sur des fréquences résonnantes.
- Batardeaux: tube d'acier rigide entourant le pieu. Une fois que le pieu est planté dans le batardeau, l'eau est pompée.
- IHC/NMS: un écran à double paroi rempli d'air. Entre le pieu et l'écran se trouve un système d'injection de bulles à plusieurs niveaux et tailles.
- Système de résonateur réglable: ce système de réduction du bruit, inspiré des résonateurs de Helmholtz, utilise un simple cadre démontable contenant des rangées de résonateurs acoustiques à deux fluides (air et eau).

6.5.3.6 Surveillance des zones d'exclusion: observations visuelles et acoustiques

La démarcation et la surveillance des zones d'exclusion peuvent permettre de réduire les effets de perturbation et de déplacement, et d'éviter que les mammifères marins ne souffrent de troubles auditifs.

La surveillance est une mesure communément appliquée. Elle consiste à charger les observateurs des mammifères marins de surveiller visuellement (et souvent aussi acoustiquement) une zone autour de la source de bruit pendant 30 minutes au moins. L'objectif est de garantir autant que possible l'absence de mammifères marins (et peut-être d'autres espèces protégées telles que les tortues de mer) avant d'entamer le battage, la détonation de munitions non explosées, etc. Cette zone peut être démarquée par une distance fixe de la source (par exemple, 500 m) ou fondée sur les niveaux de bruit reçu escomptés. Dans les zones où la profondeur de l'eau dans la zone d'exclusion dépasse 200 m, le temps d'observation devrait être d'au moins 120 minutes afin d'accroître la probabilité de détecter les espèces qui plongent en profondeur (ACCOBAMS, 2007). La zone d'exclusion vise à réduire l'exposition au bruit de champ proche et à protéger les animaux de tout préjudice physique direct. Il est peu probable qu'elle atténue efficacement les réponses comportementales sur des distances plus grandes, étant donné que des perturbations dans des zones plus éloignées restent susceptibles de se produire.

Il est important de noter que l'efficacité peut être limitée par: i) des conditions météorologiques défavorables et l'obscurité (qui limitent toutes deux l'observation visuelle); ii) des facteurs comme la propagation limitée des vocalisations de certaines espèces telles que le marsouin commun (en général, pas plus de 200 m environ pour cette espèce); et iii) l'absence générale de vocalisations chez les espèces de pinnipèdes présentant un intérêt pour la plupart des évaluations des projets éoliens en mer.

6.5.3.7 Systèmes de dissuasion: dispositifs de dissuasion acoustiques.

Les mesures de dissuasion peuvent réduire les effets de perturbation et de déplacement et empêcher les troubles auditifs.

Des dispositifs d'effarouchement des phoques sont utilisés depuis longtemps pour éloigner les phoques des exploitations piscicoles. Ils ont cependant aussi été reconnus utiles pour réduire le risque de causer des dommages aux phoques et aux cétacés pendant la construction d'aménagements éoliens. Dans le cadre de la construction d'aménagements éoliens, les dispositifs d'effarouchement des phoques sont souvent appelés «dispositifs de dissuasion acoustiques» ou «dispositifs d'atténuation acoustiques». De tels dispositifs produisent un bruit sous-marin qui est désagréable pour l'espèce ciblée, mais pas préjudiciable, et qui les dissuade donc d'approcher. Ils peuvent être utilisés pour éloigner temporairement des individus des zones où des niveaux préjudiciables de bruit sont susceptibles de se produire en raison d'activités telles que le battage de fondations ou la détonation de munitions non explosées (voir aussi l'Étude de cas 6-6).

Dahne et al. (2017) décrivent l'utilisation d'un dispositif de dissuasion acoustique pour protéger les marsouins communs d'une perte d'audition due au bruit du battage. Les auteurs ont relevé une forte réaction au dispositif et ont attiré l'attention sur le fait que celle-ci pourrait surpasser les réactions au bruit du battage lui-même lorsque des rideaux de bulles sont utilisés simultanément. Il semble donc qu'une réévaluation des spécifications de ces dispositifs de dissuasion acoustiques soit nécessaire. Verfuss et al. (2016) ont soulevé des inquiétudes similaires.

Les dispositifs de dissuasion acoustiques ne réduisent pas les effets comportementaux, ils se contentent de réduire les effets physiques directs. Cela n'est pas suffisant lorsque l'on tente d'atténuer les effets sur des populations menacées telles que la population de marsouins communs du Belt ou de la Baltique. Cela n'est certainement pas suffisant lorsque le résultat est le déplacement des habitats primaires vers des habitats secondaires. Les émetteurs acoustiques¹³⁹ ne garantissent cependant pas que tous les marsouins quitteront la zone concernée, et l'utilisation de ce type de dispositif ne garantit donc pas que les marsouins pris individuellement ne seront pas physiquement affectés par le bruit de la construction.

Les mesures ne devraient donc pas venir inutilement aggraver les effets de perturbation/déplacement, et l'utilisation de dispositifs de dissuasion acoustiques doit être proportionnée et dûment justifiée à la lumière de ces données.

Étude de cas 6-6: atténuation des effets du bruit du battage sur les mammifères marins, Allemagne

L'Agence maritime et hydrographique fédérale allemande (*Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie*, BSH) a publié plusieurs normes techniques sur l'effet du bruit sur les mammifères marins ainsi que des études à l'appui de celles-ci. L'étude de normalisation sur les effets des éoliennes en mer sur le milieu marin (StUK 4) de la BSH contient quatre de ces normes:

- instructions en matière de suivi du bruit sous-marin;
- parcs éoliens en mer – prévisions du bruit sous-marin, exigences minimales en matière de documentation;
- spécifications pour la détermination quantitative de l'efficacité des systèmes de contrôle du bruit;
- étude d'évaluation de la calibration des dispositifs C-PODS (dispositifs qui écoutent les sons produits par les mammifères marins) utilisés pour détecter les marsouins communs (uniquement disponible en allemand).

Après approbation du permis par les autorités, les exploitants de parcs éoliens sont tenus d'élaborer et de présenter un plan d'atténuation du bruit qui prenne en considération: i) les méthodes les plus avancées d'atténuation technique du bruit; ii) les caractéristiques du site et du projet; et iii) les résultats de la recherche et du développement et ceux de projets précédents. Six mois avant le début de la construction, un plan d'atténuation du bruit comprenant une description détaillée de la mise en œuvre des mesures d'atténuation du bruit doit être présenté aux autorités.

Les techniques d'atténuation du bruit suivantes sont des procédures standard en Allemagne¹⁴⁰.

¹³⁹ Les émetteurs acoustiques sont des dispositifs qui alertent les cétacés de la présence de filets (ils sont essentiellement utilisés avec les filets dérivants), contrairement aux dispositifs de dissuasion qui suscitent un comportement d'évitement chez l'animal parce qu'ils sont désagréables.

¹⁴⁰ https://www.bsh.de/DE/PUBLIKATIONEN/_Anlagen/Downloads/Projekte/Erfahrungsbericht-Rammschall.html

- Avant le début du battage, il est obligatoire d'éloigner activement les marsouins communs de la zone des travaux, même si cela implique une perturbation temporaire.
- Les promoteurs ne peuvent commencer la construction si des marsouins sont présents dans un rayon de 750 m, et ils doivent au préalable prouver que les mesures de dissuasion ont fonctionné à l'aide d'un C-POD [ce C-POD détecte les vocalisations (« clics ») que les marsouins produisent].
- Les moyens de dissuasion des marsouins consistent en deux systèmes différents (dispositifs d'effarouchement des phoques ou similaires).
- Il est admis qu'il existe un risque que ces dispositifs introduisent une perturbation inutile dans le milieu marin.
- Le battage doit commencer avec une augmentation progressive de l'intensité du bruit afin que les mammifères puissent prendre conscience des travaux et s'éloigner de la zone de construction avant que les niveaux de bruit ne risquent de leur nuire.
- Un niveau de bruit de 160 dB SEL et 190 dB Lpeak ne peut être dépassé dans un rayon de 750 m de la source du bruit pendant la phase de construction.
- La durée effective du battage d'un monopieu à la profondeur visée ne peut dépasser 180 minutes, et 140 minutes par pieu pour les jackets.
- Utilisation d'un (double) rideau de bulles. Il s'agit d'un système de tuyaux ou de conduites perforé(e)s disposé en cercle au fond de la mer autour du site de battage. L'air sortant des trous forme un rideau de bulles ascendantes dans l'eau qui réfléchit ou étouffe le son propagé.

De plus, tel que résumé par Verfuss et al. (2016), un maximum de 10 % de la ZEE allemande de la mer du Nord peut subir les effets simultanés du bruit du battage de l'ensemble des projets éoliens. Pour calculer la surface cumulative totale touchée, les zones d'incidence de l'ensemble des projets dont les fondations sont en cours de construction doivent être combinées. Le seuil spatial de 10 % repose sur l'hypothèse que la perturbation comportementale causée par le battage est provisoire et que les marsouins finissent par réintégrer la zone dont ils sont chassés. Cependant, un seuil spatial de 1 % est appliqué: i) aux zones à forte densité de marsouins; et ii) pendant la saison de reproduction et d'accouplement, de mai à août, lorsque la perturbation est susceptible d'avoir un effet plus important sur les taux démographiques du marsouin commun. Pour les zones spéciales de conservation (ZSC), ces seuils spatiaux sont mesurés par rapport à la taille de la zone de protection et non par rapport à l'ensemble de la ZEE (autrement dit, en mer du Nord, une superficie de moins de 10 % d'une ZSC peut être affectée par le bruit du battage, tandis que de mai à août, ce taux est réduit à moins de 1 %).

Source:

https://www.bsh.de/DE/PUBLIKATIONEN/_Anlagen/Downloads/Offshore/Standards/Standard-Investigation-impacts-offshore-wind-turbines-marine-environment_en.pdf?__blob=publicationFile&v=6
https://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/erneuerbareenergien/Strategie_Positionspapiere/schallschutzkonzept_BMU.pdf

6.6 Autres espèces

6.6.1 Introduction

Les effets potentiels sur les plantes, les algues et les invertébrés sont généralement examinés en relation avec leurs habitats (chapitre 6.2). À l'inverse, la sensibilité des habitats marins est souvent décrite en partie en relation avec des facteurs tels que la résistance et la résilience des espèces associées à ces habitats et typiques de ceux-ci. De plus amples informations figurent cependant dans le présent chapitre, car les effets sur ces récepteurs peuvent avoir des conséquences pour des groupes tels que les mammifères marins ou les oiseaux de mer si, par exemple, leur recherche de nourriture s'en trouve considérablement compromise.

Le présent chapitre contient aussi des informations concernant les effets significatifs probables sur les chauves-souris lorsque ces effets se produisent dans le milieu marin.

6.6.2 Types d'incidences

6.6.2.1 Plantes et algues

Les seules espèces de plantes spécifiquement associées aux types d'habitats de l'annexe I sont *Zostera marina*, *Zostera noltii*, *Cymodocea nodosa* et *Posidonia oceanica* (herbiers à *Posidonia*, *Posidonium oceanicae*)¹⁴¹.

D'autres espèces d'herbiers sont potentiellement vulnérables à la perte d'habitat et aux effets de perturbation si elles sont présentes à proximité immédiate de parcs éoliens en mer. Le fait qu'ils aient besoin d'eaux peu profondes et ensoleillées signifie que les interactions entre les herbiers et les projets éoliens en mer sont plus susceptibles d'avoir lieu sur le trajet des câbles d'exportation que dans les champs d'éoliennes. Cependant, dans le parc éolien en eaux peu profondes de Middelgrunden, dans l'Øresund, au Danemark, des herbiers (*Zostera marina*) étaient présents avant la construction du parc. Un suivi de ces herbiers a révélé que trois ans après l'installation des éoliennes, la couverture végétale n'avait pas été affectée, ce qui indique l'absence d'effets néfastes dus à la construction du parc éolien (notamment au dragage et au déploiement de bases gravitaires) (Hammar et al., 2016).

Des algues marines colonisant les nouvelles structures offertes par les fondations des éoliennes sont régulièrement recensées, en particulier en mer du Nord où les substrats durs interlittoraux sont rares. L'industrie du pétrole et du gaz en mer offre des habitats équivalents, mais les fondations des éoliennes sont plus nombreuses (Dannheim et al., 2019). Une telle colonisation contribue à accroître la diversité structurelle et biologique, ce qui peut donner lieu à un effet de récif (voir aussi l'encadré 6-1), une possibilité examinée plus en détail ci-après en relation avec la colonisation par les invertébrés.

6.6.2.2 Invertébrés

Pour les invertébrés marins, l'infrastructure des aménagements éoliens introduit de nouveaux substrats durs au-dessus et en dessous de la ligne de flottaison auxquels ils peuvent se fixer. Cet effet de récif peut, dans certaines conditions, accroître la diversité, bien que certaines études aient également indiqué un risque de contribution possible à la prolifération d'espèces étrangères invasives (Inger et al., 2009).

Cependant, quel que soit le gain net de biodiversité, une modification des communautés d'habitats ou d'espèces peut compromettre les objectifs de conservation du site Natura 2000 en question. Les aménagements éoliens en mer doivent donc toujours être soumis à une évaluation appropriée.

L'augmentation de la température autour des câbles a également attiré l'attention en raison de son effet sur le benthos. Les câbles électriques sous-marins produisent de la chaleur qui réchauffe les sédiments locaux. Le degré de réchauffement dépend des caractéristiques des câbles, de l'électricité transportée, de la profondeur d'enfouissement des câbles et des caractéristiques du sédiment (OSPAR, 2009). Toute chaleur produite est rapidement emportée par l'eau de mer. En conséquence, les effets dans les sédiments peu profonds, où les câbles sont enterrés à 1 m ou plus et où il existe un échange efficace de chaleur avec la masse d'eau supérieure, sont négligeables. Cela signifie que l'épifaune et l'endofaune peu profonde dans les premiers centimètres de sédiments ne sont pas exposées à un changement de température significatif. La plupart des animaux benthiques vivent dans les 5 à 10 premiers centimètres des fonds marins dans les eaux libres et dans les 15 premiers centimètres dans l'estran, où l'augmentation de la température sera faible pour autant que la profondeur d'enfouissement du câble soit suffisante (Petersen et Malm, 2006; Meissner et Sordyl, 2006). Certains animaux, tels que la langoustine, se terrent plus profondément dans les fonds marins, même si la surface totale de l'habitat soumise au réchauffement sera probablement très limitée.

6.6.2.3 Chauves-souris

Les lignes directrices PNUE/Eurobats mentionnées au chapitre 0 (Rodrigues et al., 2015) s'appliquent aussi aux parcs éoliens en mer. Le milieu marin présente toutefois des difficultés et des incertitudes supplémentaires non négligeables, qui sont présentées ci-après. Les informations fournies dans le présent chapitre sont pertinentes pour les espèces de chauves-souris répertoriées à l'annexe II et à l'annexe IV, et portent plus

¹⁴¹ Voir le manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne:
https://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/docs/Int_Manual_EU28.pdf

particulièrement sur les espèces migratrices, qui sont exposées à un plus grand risque (notamment la pipistrelle de Nathusius en mer du Nord, qui n'est pas répertoriée à l'annexe II; voir Lagerveld et al., 2017).

Comme pour les installations terrestres, des données de référence à l'appui d'une évaluation appropriée doivent être collectées à l'aide de: i) méthodes d'étude reposant sur des bonnes pratiques, telles que décrites dans Rodrigues et al. (2015); et ii) tout document d'orientation national ou régional pertinent. Les études devraient porter sur une zone d'influence plus vaste, qui couvre à la fois les infrastructures à terre et en mer proposées et les voies de migration potentielles. Les exigences généralement applicables aux études de référence sont résumées dans l'Encadré 6-14.

Encadré 6-14: exemples d'études de référence pour les infrastructures en mer (adapté de Rodrigues et al., 2015)

- Utilisation de détecteurs de chauves-souris manuels pour les études par transects ou par points à partir de bateaux, y compris les ferries réguliers lors des traversées nocturnes à travers ou à proximité du site d'un plan ou d'un projet.
- Utilisation de détecteurs automatisés dans les infrastructures en mer, lorsque cela est possible (par exemple, plateformes pétrolières, mâts météorologiques, bouées, etc.).
- Utilisation de radars existants, si disponibles.

Les études doivent tenir compte de l'ensemble du cycle d'activité des chauves-souris tout au long de l'année, et fournir des informations sur les gîtes [reproduction, accouplement/regroupement, hibernation], les terrains de chasse et le transit. Il est particulièrement important que les études relatives aux propositions d'aménagements en mer déterminent la probabilité que les voies de migration des chauves-souris interagissent avec les infrastructures en mer.

Les principaux types d'incidences des aménagements éoliens à terre sur les chauves-souris sont résumés dans l'Encadré 5-6 et le Tableau 5-4. Pour les aménagements éoliens en mer, le risque de mortalité par collision directe ou barotraumatisme présente une dimension transfrontière supplémentaire, étant donné que les chauves-souris peuvent résider à des centaines de kilomètres de l'infrastructure en mer en question.

L'Encadré 6-15 récapitule les difficultés et les incertitudes rencontrées dans le cadre de la détermination et de l'évaluation des effets significatifs sur les chauves-souris. Ces difficultés et ces incertitudes peuvent nécessiter la collecte de données de référence supplémentaires ou l'application du principe de précaution. Pour évaluer les effets de la potentielle mortalité supplémentaire en mer, il est nécessaire de connaître (ou de pouvoir estimer) la taille de la population de chauves-souris, y compris la part de la population qui traverse la mer. Les espèces potentiellement pertinentes sont la pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*), la noctule commune (*Nyctalus noctula*), et la sérotine bicolore (*Vespertilio murinus*). Une étude (Limpens et al., 2017)¹⁴² a tenté de mettre au point un prototype d'estimateur pour les populations migratrices de chauves-souris. L'estimateur a uniquement été appliqué à la pipistrelle de Nathusius en raison des données limitées. Bien que le modèle ait produit une estimation préliminaire pour les chauves-souris qui traversent la mer du Nord méridionale de 40 000 individus environ, la fourchette était comprise entre 100 et 1 000 000 individus (plusieurs ordres de grandeur) – et les populations sources restent inconnues.

Encadré 6-15: principales difficultés rencontrées lors de l'évaluation des effets significatifs probables sur les chauves-souris

Migration

- Les données empiriques sur l'activité de vol migratoire en mer sont limitées. Même lorsque des données sont collectées, elles le sont généralement à une échelle trop petite pour détecter des chauves-souris migratrices.

Collision

- Des données empiriques limitées existent concernant: i) l'activité de vol migratoire en mer; ou ii) les collisions en mer et barotraumatismes avérés – des méthodes de collecte de données sont encore en cours d'élaboration (par exemple, Lagerveld et al., 2017).

¹⁴² «Migrating bats at the southern North Sea – Approach to an estimation of migration populations of bats at the southern North Sea», Limpens, H.J.G.A., S. Lagerveld, I. Ahlén, et al. (2016/2017). Rapport technique de la Zoogdiervereniging (société néerlandaise des mammifères) en collaboration avec Wageningen Marine Research.

-
- Le suivi des collisions en mer présente des difficultés significatives.

Effet de barrière

- L'effet de barrière cumulatif sur les espèces migrant sur de longues distances dû à l'évitement de multiples champs éoliens en mer au cours de leur migration n'a pas encore été étudié (Willstead et al., 2018).
-

6.6.3 Mesures d'atténuation possibles

6.6.3.1 Plantes, algues et invertébrés

On ne dispose pas d'informations sur les mesures d'atténuation visant à éviter ou réduire les effets significatifs sur les plantes, les algues et les invertébrés. Les mesures d'atténuation pour les habitats détaillés au chapitre 6.2 pourraient aussi servir à protéger ces groupes.

6.6.3.2 Chauves-souris

En raison des données empiriques limitées sur la présence et le comportement des chauves-souris en mer (voir l'encadré 6-14), l'expérience avec les mesures d'atténuation pour les chauves-souris dans le secteur éolien en mer est beaucoup plus limitée que dans le même secteur à terre. Il est possible que la micro-implantation et la conception des infrastructures constituent des mesures efficaces pour les chauves-souris migratrices en mer, mais il n'existe actuellement aucune donnée pour corroborer cette hypothèse. Il est probable qu'adopter des vitesses de démarrage¹⁴³ plus élevées – et réduire au minimum la rotation des pales en dessous de la vitesse de démarrage – constituerait une mesure efficace pour les chauves-souris migratrices en mer (comme à terre). Cette hypothèse repose sur le fait que le principal prédicteur de la présence de la pipistrelle de Nathusius en automne en mer et sur la côte semble être un vent de vitesse faible à modérée. Des recherches ont été entreprises afin de déterminer les paramètres environnementaux les plus adéquats qui pourraient être utilisés pour mettre au point des algorithmes de bridage (Lagerveld et al., 2017). L'Étude de cas 3-2 donne un exemple d'instructions de bridage pour les parcs éoliens en mer aux Pays-Bas en vue de réduire le risque de collision avec les chauves-souris.

6.7 Démantèlement et rééquipement

6.7.1 Démantèlement

Le démantèlement est le procédé par lequel l'ensemble ou une partie des infrastructures éoliennes est enlevé, et l'habitat rétabli dans l'état indiqué par l'autorité nationale compétente. Le démantèlement peut également être appliqué à des éoliennes spécifiques ou à des groupes d'éoliennes comme mesure de réduction des effets en cours, dans le cadre d'un plan de gestion adaptative (voir le chapitre 7) ou à la suite d'un réexamen effectué par une autorité compétente.

Le démantèlement peut avoir une incidence négative sur l'effet de récif (voir le chapitre 6.5.2.1). Par conséquent, lors du démantèlement, il faut mettre en balance les avantages et les inconvénients de laisser en place certaines infrastructures, telles que les fondations des éoliennes et l'armure en pierre, qui peuvent procurer des avantages aux mammifères marins. D'un autre côté, des éoliennes ou parcs éoliens démantelés n'auront que des effets positifs pour les oiseaux de mer et les oiseaux migrants.

Peu d'aménagements éoliens en mer ont été démantelés à ce jour.

6.7.2 Rééquipement

Le rééquipement constitue une autre occasion de réduire le risque de collision, les effets de déplacement et les effets de barrière. Le rééquipement suppose l'enlèvement des éoliennes existantes et la construction de nouvelles éoliennes, souvent plus grandes et de capacité supérieure. En conséquence, les projets de rééquipement comptent généralement moins d'éoliennes que l'aménagement éolien initial; les fondations existantes peuvent être conservées ou de nouvelles fondations peuvent être construites. Tant la micro-

¹⁴³ Vitesse du vent nécessaire pour démarrer une éolienne.

implantation que l'influence de la conception des infrastructures peuvent être explorées afin de garantir un déploiement qui présente un faible risque écologique.

À ce jour, aucun aménagement éolien en mer n'a encore fait l'objet d'un rééquipement. Il n'existe donc pas de données factuelles concernant l'utilisation et l'efficacité des mesures appliquées lors du rééquipement pour réduire les effets significatifs probables.

7. SUIVI ET GESTION ADAPTATIVE

7.1 Suivi

7.1.1 Introduction

Le suivi est essentiel pour garantir que: i) la base scientifique qui sous-tend les conclusions d'une évaluation appropriée reste valable sur le long terme; et ii) les mesures prises pour éviter ou réduire les effets significatifs restent efficaces. Avant qu'un projet puisse recevoir le feu vert, une évaluation appropriée doit conclure au-delà de tout doute scientifique raisonnable qu'un effet négatif sur l'intégrité du site peut être écarté. Il faut cependant avoir conscience que les connaissances scientifiques et les faits à un moment déterminé ont une durée de validité limitée. Des doutes subsistent concernant: i) les effets cumulatifs (voir le chapitre 3.4); ii) les effets du changement climatique sur la biodiversité et la fonction écosystémique; et iii) d'autres changements potentiels dans l'environnement. Au vu de ces doutes, le suivi est un outil essentiel pour garantir que les effets significatifs peuvent être mis en évidence en temps voulu et gérés en conséquence. Des effets inattendus peuvent survenir pour plusieurs raisons. Ils peuvent par exemple être détectés après qu'une évaluation a conclu à l'absence d'effet significatif, parce que de nouvelles données scientifiques sont apparues. L'état de conservation/les conditions environnementales peuvent aussi avoir changé de sorte qu'un effet qui n'était auparavant pas considéré comme significatif le devient.

Des exigences et normes en matière de suivi existent dans certains États membres. Ces exigences et normes sont obligatoires dans le cadre d'une EIE et sont considérées comme des exemples de bonnes pratiques que les autres pays devraient suivre (Brownlie et Treweek, 2018; IFC, 2012).

Encadré 7-1: la directive EIE (2014/52/UE)

«Il convient que les États membres veillent à ce que des mesures d'atténuation et de compensation soient mises en œuvre et que des procédures appropriées soient définies en ce qui concerne le suivi des incidences négatives notables sur l'environnement résultant de la construction et du fonctionnement d'un projet, afin notamment de pouvoir repérer les incidences négatives notables imprévues et de pouvoir engager les mesures correctives appropriées. Ce suivi ne devrait pas se superposer ou s'ajouter à un suivi exigé en vertu des actes législatifs de l'Union autres que la présente directive et de la législation nationale.» (considérant 35).

La nécessité d'un suivi et d'une gestion adaptative dans le contexte de la conservation de la biodiversité et du développement d'infrastructures est décrite par de nombreuses organisations internationales. Ce n'est que sur la base de données de suivi scientifiquement valables que la conception et la mise en œuvre des plans ou des projets, y compris les mesures visant à éviter ou réduire les effets significatifs, peuvent être adaptées dans le temps pour garantir leur validité à long terme, ce que l'on appelle la «gestion adaptative».

Encadré 7-2: exemples illustrant la nécessité d'un suivi et d'une gestion adaptative

Étant donné la difficulté de prévoir les incidences d'un projet sur la biodiversité et les services écosystémiques sur le long terme, le client devrait appliquer une gestion adaptative dans le cadre de laquelle la mise en œuvre des mesures d'atténuation et de gestion s'adapte à l'évolution de la situation et aux résultats du suivi tout au long du cycle de vie du projet.

Voir: IFC, «Guidance Note 6 Biodiversity Conservation and Sustainable Management of Living Natural Resources».

Une fonction de suivi, dans le contexte de la planification de la gestion, sert à mesurer l'efficacité de la gestion. Il est essentiel de savoir, et de pouvoir démontrer à autrui, que les objectifs sont atteints. Le suivi doit donc être reconnu comme une partie intégrante de la gestion et de la planification. Il devrait être conçu de sorte à déceler et gérer les changements dans le caractère écologique du site.

Voir: Ramsar, «Handbook 18: Managing wetlands».

La collecte de données de suivi sur les effets négatifs recensés et sur l'efficacité des mesures d'atténuation répond à des besoins sociétaux plus vastes. Le suivi et la collecte de données peuvent fournir les

connaissances nécessaires pour dissiper les incertitudes rencontrées lors du déploiement d'aménagements éoliens qui présentent un faible risque écologique.

Il n'y a souvent pas d'approche normalisée en matière de suivi. Il est donc difficile de comparer les résultats. En outre, les résultats du suivi sont rarement stockés dans un entrepôt de données central librement accessible. Il existe donc un potentiel considérable d'amélioration de l'utilisation des données de suivi provenant de parcs éoliens opérationnels à l'appui des évaluations de l'incidence et des procédures d'autorisation de nouveaux parcs éoliens.

Les études de cas ci-après donnent quelques exemples de suivi stratégique en vue de surmonter les difficultés rencontrées en utilisant au mieux les données de suivi.

7.1.2 Suivi et aménagements éoliens

Les programmes de suivi devraient inclure un ensemble d'indicateurs semblables à ceux utilisés pour collecter des données de référence avant l'établissement d'un plan ou d'un projet d'aménagement éolien. La conception du programme de suivi devrait être envisagée pendant la planification de la collecte des données de référence de sorte que les deux processus puissent être harmonisés à un stade précoce du plan ou du projet.

Un modèle BACI (*before-after-control-impact*, avant-après-témoin-impact) bien conçu (GP Wind, 2012) reste l'un des meilleurs modèles pour les programmes de suivi environnemental (Smokorowski et Randall, 2017). Le modèle BACI nécessite que des données de référence (antérieures au début du développement) soient collectées à l'aide d'une méthode normalisée dans la zone susceptible d'être affectée par le plan ou le projet et sur un ou plusieurs sites témoins qui ne sont pas affectés par le plan ou le projet. Idéalement à l'aide de la même méthode, des données doivent ensuite être collectées dans la zone du plan ou du projet lorsque l'effet est mesurable (après) et sur le(s) site(s) témoins. Le fait de synchroniser la collecte de données entre les zones du plan ou du projet et les sites témoins permettra d'améliorer la comparabilité.

Tout comme la collecte des données de référence, le suivi doit être conçu suivant une approche normalisée de la collecte de données et de l'analyse statistique qui soit adaptée aux habitats ou aux espèces en question. En outre, pour atteindre les objectifs sociétaux plus vastes, il est aussi important que les programmes de suivi soient coordonnés dans l'espace et dans le temps. Il convient à cet effet de veiller à ce que ces programmes soient établis à un niveau stratégique au moment d'évaluer les plans spatiaux pour les futurs aménagements éoliens (voir l'Étude de cas 7-1). L'Encadré 7-3 contient une liste de vérification résumée des points essentiels à prendre en considération lors du suivi.

Il est à noter que les méthodes de suivi autour des parcs éoliens en mer reposent principalement sur les expériences et les connaissances en mer du Nord et en mer Baltique. Cela signifie que l'application directe de ces méthodes aux futurs projets en Méditerranée et en mer Noire doit se faire avec prudence, ou moyennant certains ajustements (étant donné les espèces et les communautés biologiques différentes en général). Des exemples de suivi d'aménagements éoliens en mer figurent dans l'Étude de cas 7-4 et l'Étude de cas 7-5.

Encadré 7-3: liste de vérification pour le suivi

- Le programme de suivi couvre-t-il tous les effets significatifs (positifs et négatifs) mis en évidence dans l'évaluation appropriée du plan ou du projet ou dans l'EIE?
- Les indicateurs qui font l'objet du suivi peuvent-ils fournir des informations utiles et pertinentes sur le plan biologique à un coût raisonnable?
- Le programme de suivi inclut-il des indicateurs visant à mesurer la mise en œuvre et l'efficacité des mesures d'atténuation? La fréquence de suivi est-elle adéquate pour mesurer la mise en œuvre et l'efficacité?
- Le programme de suivi a-t-il été conçu de manière à parvenir à une rigueur statistique suffisante pour servir de base à la gestion adaptative des mesures d'atténuation du projet?
- Existe-t-il une possibilité de collecter des données de façon uniforme sur plusieurs sites afin d'évaluer l'efficacité à la lumière du changement climatique?
- Le programme de suivi est-il doté d'un budget suffisant? Qui mettra ce budget à disposition? Pendant quelle période?

Source: adapté de la CSBI, 2015

Étude de cas 7-1: études avant et après la construction concernant les effets sur les oiseaux dans le parc éolien de Storrún, dans la région montagneuse du nord de la Suède

Un bon exemple de suivi est celui du parc éolien de Storrún, qui compte 15 éoliennes de 2,5 MW situées à Oldfjällen. Storrún a été le premier grand parc éolien construit dans une région montagneuse dans le nord de la Suède, à proximité du lac Övre Oldsjön et de deux sites Natura 2000.

Les autorités ont octroyé le permis de construire à la condition que d'importantes études sur le terrain et études de référence soient menées afin d'analyser les effets du parc éolien sur les oiseaux. Des études de suivi intensives ont été menées avant et après la construction, lors desquelles une zone témoin a été utilisée, ce qui a permis de comparer la situation avant et après le développement. Les résultats indiquent que le parc éolien de Storrún a, de manière générale, une faible incidence sur l'avifaune locale. Néanmoins, les résultats confirment également les hypothèses antérieures selon lesquelles les espèces de tétras telles que le lagopède des saules ont tendance à entrer en collision avec les mâts.

Le financement de ces études de suivi a été prévu dans le cadre d'un programme de recherche gouvernemental qui a pour objectif de collecter et de mettre à disposition des connaissances scientifiques sur les incidences de l'éolien sur les êtres humains et sur la nature. Les résultats viennent étayer les arguments en faveur de mesures d'atténuation si le développement de parcs éoliens dans des zones montagneuses devait se poursuivre.

Source: Naturvårdsverket rapport 6546 – Book of abstracts (2013) Pre- and post-construction studies on the effects on birds at Storrún wind farm in the mountain region of Jämtland, Sweden

Les programmes de suivi qui couvrent plusieurs parcs éoliens fournissent des informations encore meilleures. L'avantage des programmes de suivi est qu'ils permettent de créer une vaste base de données contenant suffisamment d'informations pour évaluer l'efficacité des mesures d'atténuation. Une vaste base de données peut aussi fournir des informations plus détaillées sur des aspects tels que la mortalité moyenne pour les collisions avec les oiseaux et les chauves-souris. Deux exemples de programmes de suivi couvrant plusieurs parcs éoliens sont donnés ci-après. L'Étude de cas 7-2 décrit le document d'orientation national pour la mise en œuvre du suivi des incidences des projets d'aménagements éoliens sur les oiseaux et les chauves-souris en France. L'Étude de cas 7-3 décrit un projet financé par le programme Life et mené par Renewable Grid Initiative (RGI) concernant l'amélioration de l'utilisation et de la transparence des données sur les oiseaux collectées par les gestionnaires de réseau de transport (GRT).

Étude de cas 7-2: protocole de suivi en France

Le ministère français de la transition écologique a élaboré un document d'orientation national pour la mise en œuvre du suivi des projets d'aménagements éoliens en relation avec les oiseaux et les chauves-souris. Les principaux objectifs sont les suivants:

- évaluer les effets réels (en nombre de victimes de collision) et l'efficacité des mesures d'atténuation;
- obtenir suffisamment de données de plusieurs parcs éoliens afin de calculer les taux de mortalité moyens des oiseaux et des chauves-souris;
- collecter une grande quantité de données au niveau national pour servir de base aux futures politiques et actions.

Ce protocole exige au moins une évaluation de suivi post-construction au cours des trois premières années d'exploitation. Si aucun effet significatif n'est recensé, au moins une évaluation de suivi doit être effectuée au cours des dix années qui suivent. Si des effets significatifs sont observés, des mesures correctives doivent être prises et une nouvelle évaluation de suivi post-construction doit être effectuée au cours de l'année suivante.

Le protocole donne des instructions précises concernant les périodes de l'année au cours desquelles le suivi doit être effectué. Ces périodes devraient toujours être adaptées au cas en question. Par exemple, certains parcs éoliens peuvent avoir plus d'effets sur les oiseaux aquatiques hivernants, tandis que d'autres peuvent avoir plus d'effets sur les rapaces nicheurs. Le protocole donne aussi des instructions précises concernant: i) le nombre de recensements (au moins 20); ii) le nombre d'éoliennes qui doivent faire l'objet d'un suivi; iii) la méthode de recherche des cadavres, etc. Pour les chauves-souris, la campagne de suivi doit mesurer au cours de périodes prédéfinies (précisées dans le protocole) à la fois l'activité des chauves-souris au niveau des éoliennes et les cadavres au sol.

Étude de cas 7-3: amélioration de l'utilisation et de la transparence des données sur les oiseaux collectées par les GRT

Les collisions et les électrocutions d'oiseaux avec les lignes électriques représentent une menace pour certaines espèces partout dans le monde. Afin de réduire au minimum la mortalité des oiseaux dans les infrastructures prévues ou existantes, les GRT collectent de nombreuses données sur les oiseaux. Cependant, bien que ces données soient utilisées pour guider la prise de décision, elles sont rarement utilisées en dehors du contexte d'un projet déterminé. RGI a vu le potentiel d'amélioration des connaissances collectives en trouvant des moyens de partager plus efficacement les données d'étude sur «les interactions entre les oiseaux et le réseau». Grâce à un collationnement systématique des études, des méta-analyses pourraient être réalisées afin de: i) mieux comprendre les vecteurs de risque de collision/d'électrocution; ii) mieux comprendre l'efficacité des mesures d'atténuation; et iii) en définitive, mettre à disposition des outils fondés sur des données scientifiques afin de guider la planification des itinéraires et les mesures d'atténuation.

En 2018, RGI s'est associée au British Trust for Ornithology (BTO) et à la Royal Society for the Protection of Birds afin de comprendre: i) quelles données les GRT collectent; ii) ce que les GRT et les ONG voient comme possibilités d'améliorer le partage de données; et iii) comment parvenir au mieux à partager ces données sur le plan pratique. Les résultats de leurs travaux ont été publiés dans un rapport. Certaines des conclusions et des recommandations sont présentées dans les trois points ci-après.

Parmi les principales exigences en matière de données figurent:

- l'accès à des données sur la présence/l'abondance des oiseaux pour l'ESIE et l'EIE;
- une cartographie de la sensibilité afin de hiérarchiser les risques (par exemple, Belgique, Portugal, Slovaquie);
- des informations sur la mortalité, soit sous la forme de données brutes pour permettre aux ONG d'être sûres des effets, soit sous la forme d'études/d'analyses évaluées par des pairs pour permettre aux GRT de déterminer quelles sont les espèces les plus vulnérables;
- des informations sur l'efficacité des mesures d'atténuation afin que les GRT puissent savoir comment agir au mieux.

Des entraves institutionnelles significatives, et le temps limité disponible, empêchent les GRT de partager efficacement les données. Ces deux problèmes doivent être traités.

Une approche progressive pourrait être adoptée afin de favoriser un plus grand partage des données et une plus grande collaboration dans le temps. Il s'agirait de:

- préparer un document d'orientation sur les méthodes de terrain et les données à collecter pour les EIE, les études de l'incidence et les études sur l'efficacité des mesures d'atténuation;
- rendre les études pertinentes plus accessibles et visibles en partageant: i) les métadonnées, ii) les bibliographies des études sur les effets des lignes électriques, iii) et les bibliographies des études sur l'efficacité des mesures d'atténuation;
- mener une étude exploratoire de la structure des données et des informations qui sont déjà collectées et partagées – cela constituerait une première étape dans la mise au point d'un moyen économique et rapide de partager les données et les informations à plus grande échelle.

Source: <https://renewables-grid.eu/topics/nature-conservation/bird-data-report.html>

Étude de cas 7-4: étude acoustique des mammifères marins de la côte est (ECOMMAS)

Le projet ECOMMAS utilise des enregistreurs acoustiques, connus sous le nom de C-POD, à 30 endroits au large de la côte est de l'Écosse afin de détecter des clics d'écholocalisation. Ces clics sont principalement émis par les marsouins communs et les grands dauphins, mais ils proviennent aussi d'autres espèces de dauphins et de cétacés. À dix de ces endroits, un enregistreur acoustique à large bande a aussi été déployé afin d'enregistrer les niveaux de bruit ambiant et d'autres vocalisations animales.

Depuis 2013, ces dispositifs sont déployés chaque année pendant l'été (leur batterie a une autonomie d'environ quatre mois). Depuis 2015, deux déploiements par an sont effectués, de sorte que les données couvrent la période d'avril à novembre.

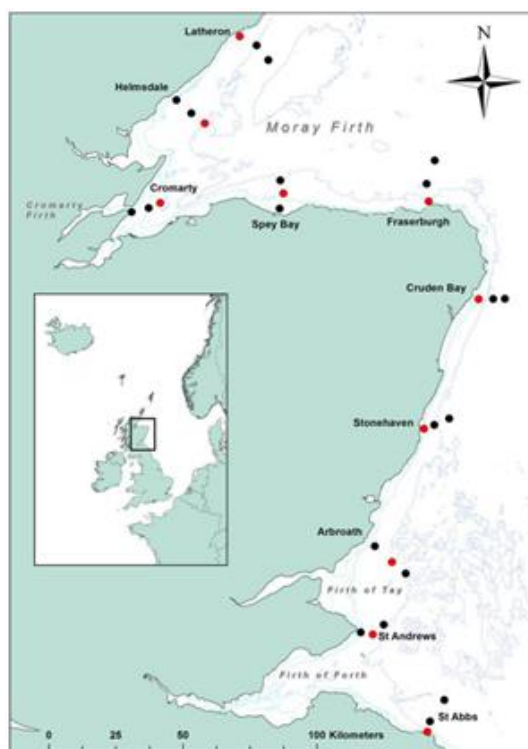


Figure 7-1: zone couverte par l'étude ECOMMAS

Lieux de suivi ECOMMAS

L'ensemble de données ECOMMAS est publiquement disponible et téléchargeable et il couvre actuellement les années 2013 à 2016.

Le programme fournit des informations précieuses pour la gestion du site Natura 2000 de Moray Firth, qui a été désigné pour la conservation du grand dauphin. Il fournit aussi des informations précieuses sur le marsouin commun et d'autres cétacés répertoriés à l'annexe IV de la directive «Habitats». En outre, la disponibilité d'un ensemble de données à long terme est extrêmement appréciable dans le cadre du suivi de la construction de parcs éoliens en mer dans la région. Le parc éolien en mer Beatrice repose à présent sur des fondations sur pieux (jackets), et d'autres parcs éoliens sont prévus dans la région. Dans tous les cas, il est possible de lier les réponses des cétacés à la construction/l'exploitation sur un site donné à la variation régionale plus large dans l'activité des cétacés.

Source: Brookes, K., 2017. The ECOMMAS data. doi: 10.7489/1969-1

Données et informations complémentaires disponibles à l'adresse: <http://marine.gov.scot/information/east-coast-marine-mammal-acoustic-study-ecommas>

Étude de cas 7-5: gérer l'incertitude dans les évaluations des effets cumulatifs, Belgique

Depuis le début de 2016, neuf projets ont reçu un permis de construire et d'exploiter un parc éolien ou énergétique dans la partie belge de la mer du Nord. Parmi ceux-ci, trois étaient entièrement opérationnels à la fin de 2018. Les six projets éoliens qui sont déjà autorisés se trouvent à différents stades de préconstruction. Il y a lieu de suivre les conséquences de l'installation d'éoliennes sur l'écosystème marin belge. Tel que prévu dans le permis environnemental, le ministère fédéral belge coordonne un programme de suivi afin d'évaluer les effets positifs et négatifs des éoliennes en mer. Ce programme est financé par les exploitants des parcs éoliens, qui paient une redevance annuelle. Cette approche comporte trois avantages principaux, présentés ci-après.

- Tous les efforts de suivi sont coordonnés, ce qui se traduit par un gain d'efficacité considérable, tant en améliorant les résultats qu'en réduisant les dépenses budgétaires.
- Les promoteurs privés peuvent se concentrer sur leurs activités principales. Le suivi est effectué par des experts.
- Un programme de suivi piloté par le gouvernement permet de mieux recenser les besoins en matière de suivi.

Les résultats du suivi sont présentés annuellement de manière coordonnée pour l'ensemble de la zone de la mer du Nord belge.

Source: <https://odnature.naturalsciences.be/mumm/fr/windfarms/>

7.2 Gestion adaptative

La gestion adaptative garantit que les conclusions de l'évaluation appropriée sont maintenues tout au long du cycle de vie du projet.

Les principes de la gestion adaptative sont les suivants:

- observer: procéder à une collecte de données systématique (suivi);
- évaluer: i) analyser les données de suivi, et ii) relever tout changement susceptible d'altérer la prévision d'absence d'incidence négative sur l'intégrité du site au-delà de tout doute scientifique raisonnable;
- informer: communiquer l'analyse aux principales parties concernées;
- agir: si nécessaire, prendre des mesures de gestion afin de réduire les effets significatifs imprévus;
- répéter le cycle afin de garantir que les mesures mises en œuvre sont efficaces.

Un programme de gestion adaptative doit garantir:

- qu'une enveloppe financière suffisante est disponible pour couvrir les coûts estimés du suivi, de l'éventuelle consultation et des mesures de gestion (à l'exclusion du coût des mesures d'atténuation);
- que l'autorité nationale compétente a donné son accord avant d'entamer toute gestion adaptative;
- que toutes les principales parties concernées participent à la mise en œuvre du suivi et de la gestion adaptative;
- que toutes les principales parties concernées disposent d'un accès libre et transparent aux données de suivi et aux détails des mesures de gestion prises.

Dans des cas exceptionnels, la gestion adaptative peut avoir des conséquences pour la viabilité économique d'un parc éolien. C'est par exemple le cas lorsque les autorités insistent pour mettre un terme définitif à l'exploitation d'une ou de plusieurs éoliennes. Bien sûr, il est dans l'intérêt de toutes les parties concernées d'éviter ce genre de situations en réalisant des évaluations de référence détaillées avant de déployer les infrastructures du parc éolien.

Une source utile d'informations complémentaires sur la gestion adaptative est disponible via les résultats du livre blanc sur la gestion adaptative «WREN» (Hanna et al., 2016).

Ce livre blanc contient aussi plusieurs études de cas. Certaines d'entre elles sont mises en évidence dans l'Étude de cas 7-6.

Étude de cas 7-6: exemples d'approches de gestion adaptative dans les États membres de l'Union

- Le parc éolien de Candeeiros est situé dans la région centrale du **Portugal**. Une approche itérative du suivi post-construction de la mortalité aviaire y a été mise en œuvre. Après trois ans de suivi post-construction des oiseaux, le faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*) est apparu comme l'espèce la plus couramment tuée dans le parc éolien. En conséquence, le programme de suivi a été modifié afin d'étudier la population de faucons crécerelles et d'évaluer le caractère significatif des effets du parc éolien sur cette espèce. L'effet du parc éolien sur la population locale de faucons crécerelles a été jugé significatif, ce qui a conduit à l'élaboration d'un programme d'atténuation propre au site (atténuation des effets sur place et neutralisation/compensation). Le programme d'atténuation comprenait: i) la plantation d'arbustes locaux; ii) l'amélioration de l'habitat et des zones de broussailles à distance des éoliennes; et iii) l'encouragement du pâturage extensif du bétail à distance des éoliennes afin d'accroître l'hétérogénéité de l'habitat. La mise en œuvre du programme d'atténuation a commencé en 2013 et s'est poursuivie jusqu'en 2016. Le suivi de la population de faucons crécerelles et le recensement des cadavres se sont poursuivis afin d'évaluer l'efficacité des mesures d'atténuation.

- La gestion adaptative n'est pas obligatoire en **Allemagne** et aucune réglementation officielle ne décrit la manière dont elle devrait être utilisée pour les projets éoliens dans le pays. Les principes de la gestion adaptative ont néanmoins été appliqués à plusieurs projets différents. Par exemple, le parc éolien d'Ellern, dans le sud-ouest de la Rhénanie-Palatinat, a tenté d'atténuer la mortalité par collision des chauves-souris en mettant en place un bridage à des vitesses de vent inférieures à 6 m/s d'avril à octobre. L'atténuation était exigée au niveau local, spécifiée dans le permis du parc éolien et fondée sur des lignes directrices fédérales. Des données ont été collectées au cours de la première année d'exploitation, par recensement des cadavres et suivi depuis la nacelle¹⁴⁴. Après une année d'exploitation, les données de suivi ont été comparées aux seuils établis par un groupe de parties concernées, dont des organisations de conservation de la nature et le promoteur du projet. En conséquence, les méthodes de bridage ont été modifiées afin de garantir que les seuils étaient atteints. Un suivi n'était requis que pendant les deux premières années d'exploitation du parc éolien, et aucune modification du plan de suivi n'est prévue en conséquence.
- Dans un exemple terrestre, un projet éolien de 50 MW a été développé au **Royaume-Uni** dans un habitat de lande il y a plus de 10 ans. Des modèles de risque de collision ont été élaborés avant le début de la construction, qui indiquaient que le parc éolien pouvait représenter un risque pour les busards Saint-Martin (*Circus cyaneus*). Un suivi a été réalisé afin de déterminer la manière la plus efficace de gérer l'habitat de lande de bruyères dans l'intérêt du busard Saint-Martin, par brûlis en rotation, obstruction des canaux de drainage, etc. Les résultats du suivi guident les décisions annuelles quant à la manière de gérer au mieux l'habitat de lande, ce qui permet à son tour de réduire le risque de collision pour les busards Saint-Martin. La compréhension de la mesure dans laquelle ces activités profitent aux espèces s'est améliorée avec le temps.
- Dans les parcs éoliens situés à La Janda (à Cadix, dans le sud de l'**Espagne**), un grand nombre d'oiseaux étaient victimes de collisions avec les pales. Après plusieurs réunions, des chercheurs ont proposé une méthode inédite en vue de réduire la mortalité: elle consiste à surveiller le vol des oiseaux sur le terrain, en particulier celui des espèces les plus touchées, telles que le vautour fauve (*Gyps fulvus*). Lorsque les exploitants de parc éolien détectent une situation dangereuse, ils peuvent arrêter les éoliennes concernées et les redémarrer lorsque les oiseaux ont quitté la zone. Une formation a été dispensée aux exploitants afin de garantir une détection précise des collisions, et un recensement des cadavres d'oiseaux a été réalisé dans la zone. Un suivi quotidien des collisions a été réalisé de l'aube au crépuscule. L'accord trouvé par l'ensemble des parties était le suivant: les sociétés d'énergie éolienne payaient pour le système; les chercheurs analysaient et interprétaient les données; et les agences environnementales attendaient les résultats avant de prendre des mesures plus punitives. Après deux ans, les résultats ont montré une diminution de 50 % de la mortalité et une réduction de la production d'énergie d'environ 0,7 % par an (de Lucas et al., 2012). Depuis lors, le suivi se poursuit selon cette méthode et les taux de mortalité aviaire continuent de baisser.

Source: 'WREN' adaptive-management white paper (Hanna et al., 2016)

Étude de cas 7-7: programme éolien écologique en mer néerlandais (Wozep)

En 2015, le ministère des affaires économiques (EZ ED 2020) néerlandais a mis en place un programme de recherche et de suivi intégré (Wozep) afin d'étudier les lacunes dans les connaissances concernant les effets des parcs éoliens en mer sur l'écosystème de la mer du Nord méridionale. Ce programme général a été créé en réponse à une recommandation de la direction générale des travaux publics et de la gestion de l'eau des Pays-Bas (RWS) partant du fait que les lacunes dans les connaissances étaient surtout générales et non propres à chaque parc éolien.

L'actuel programme de suivi (Rijkswaterstaat, 2016) décrit le champ du suivi prévu pour la période 2017-2021. Il est important de noter que le programme présente les travaux prévus, ce qui permet une certaine souplesse. Cette souplesse peut s'avérer nécessaire en cas de:

- changements effectués à la suite des résultats des recherches entreprises;
- changements dans la politique menée; et
- futurs changements dans les priorités.

Plus précisément, le suivi et la recherche dans le cadre du Wozep doivent contribuer aux objectifs suivants:

- ils doivent dissiper les incertitudes scientifiques dues aux lacunes dans les connaissances et aux hypothèses du cadre pour l'évaluation des effets écologiques et cumulatifs, l'EIE, et l'évaluation appropriée;
- ils doivent dissiper les incertitudes dues aux lacunes dans les connaissances et aux hypothèses au sujet des effets à long terme et de l'expansion des parcs éoliens en mer (en relation avec les projets des parcs éoliens en mer qui pourraient suivre, conformément aux ambitions nationales d'expansion des énergies renouvelables telles que l'éolien et le solaire);

¹⁴⁴ Une nacelle est un boîtier qui abrite tous les composants d'une éolienne servant à la production d'énergie électrique.

-
- ils doivent déterminer l'efficacité des mesures d'atténuation (dans le contexte de la réduction des coûts de 40 % prévue dans l'accord énergétique néerlandais, conclu par le gouvernement avec les employeurs, les syndicats, les organisations environnementales et d'autres).

Les objectifs ci-dessus sont tirés des engagements du gouvernement néerlandais à appliquer les principes de gestion adaptative dans le cadre du processus d'octroi des permis pour les nouveaux parcs éoliens [IEA Wind Task 34 (WREN)]. Des programmes sont en place pour les oiseaux, les chauves-souris, les mammifères marins, les poissons et le benthos.

Cette approche est un programme de gestion adaptative à l'échelle nationale. Il est lié à une collaboration internationale entre plusieurs pays en vue de mettre au point des approches similaires pour l'énergie éolienne.

Source:

Rijkswaterstaat (2016), Offshore wind energy ecological programme (Wozep)

Monitoring and research programme 2017-2021.

IEA Wind Task 34 (WREN) Technical Report, December 2016 Adaptive management white

paper, texte intégral disponible à l'adresse: <http://tethys.pnnl.gov/about-wren>

https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/122275/offshore_wind_ecological_programme_wozep_-_monitoring_and_research_programme_2017-2021_5284.pdf

De plus amples informations sont disponibles à l'adresse: www.noordzeeloket.nl

8. RÉFÉRENCES:

- ACCOBAMS (2019) Methodological Guide: Guidance on Underwater Noise Mitigation Measures, ACCOBAMS, Istanbul. Disponible à l'adresse suivante: https://accobams.org/wp-content/uploads/2019/04/MOP7.Doc31Rev1_Methodological-Guide-Noise.pdf
- ACCOBAMS (2007) Guidelines to Address the Issue of the Impact of Anthropogenic Noise on Cetaceans in the ACCOBAMS Area. Disponible à l'adresse suivante: https://www.accobams.org/wp-content/uploads/2018/09/GL_impact_anthropogenic_noise.pdf
- Agnew R., Smith V & Fowkes R., Wind turbines cause chronic stress in badgers (*Meles meles*) in Great Britain; *J. of Wildlife Diseases*, 52(3):459-467 (2016). <https://doi.org/10.7589/2015-09-231>; <https://bioone.org/journals/Journal-of-Wildlife-Diseases/volume-52/issue-3/2015-09-231/WIND-TURBINES-CAUSE-CHRONIC-STRESS-IN-BADGERS-MELES-MELES-IN/10.7589/2015-09-231.short>
- Akerboom, S.; Backes, C.W.; Anker, Helle Tegner; McGillivray, Donald; Schoukens, Hendrik; Köck, Wolfgang; Cliquet, An; Auer, Julia; Bovet, Jana; Cavallin, Elissa; Mathews, F. (2018). A comparison into the application of the EU species protection regulation with respect to renewable energy projects in the Netherlands, United Kingdom, Belgium, Denmark and Germany. Report commissioned by the Dutch ministries of Economic Affairs and Climate and Agriculture, Nature and Food Quality
- Amorim, Francisco & Rebelo, Hugo & Rodrigues, Luisa. (2012). Factors Influencing Bat Activity and Mortality at a Wind Farm in the Mediterranean Region. *Acta Chiropterologica*. 14. 439-457. 10.3161/150811012X661756.
- Apoznański, Grzegorz & Kokurewicz, Tomasz & Pettersson, Stefan & Sánchez-Navarro, Sonia & Rydell, Jens. (2017). Movements of barbastelle bats at a wind farm.
- Arcadis, 2011. Technical assessment of the potential impact of the construction and exploitation of wind farms in North Dobrogea (Romania) (non published report for EC)
- Armstrong, A., Burton, R.R., Lee, S.E., Mobbs, S., Ostle, N., Smith, V., Waldron, S. & Whitaker, J., (2016). Ground-level climate at a peatland wind farm in Scotland is affected by wind turbine operation. *Environmental Research Letters*. [e-journal] 11 044024. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/4/044024>
- Arnett, E. B. (2017). Mitigating bat collision. In *Wildlife and Wind Farms, Conflicts and Solutions, Volume 2, Onshore: Monitoring and Mitigation*, edited by M. Perrow, 167-184. Exeter, UK: Pelagic Publishing.
- Arnett, E.B. and Baerwald, E.F. (2013). Impacts of wind energy development on bats: implications for conservation. Pp. 435–456 in *Bat evolution, ecology, and conservation* (R. A. Adams and S.C. Pedersen, eds.). Springer Science+Business Media, New York.
- Arnett, E.B. *et al.* (2016). Impacts of wind energy development on bats: a global perspective. Pp. 295–323 in *Bats in the anthropocene: conservation of bats in a changing world* (C. C. Voigt and T. Kingston, eds.). Springer International Publishing, Springer Cham, Switzerland.
- Atienza, J.C., Martín Fierro I., Infante, O., Valls, J., & Dominguez, J., (2014). Guidelines for Assessing the Impact of Wind Farms on Birds and Bats (Version 4.0). [pdf] SEO/Birdlife. Disponible à l'adresse suivante: https://www.seo.org/wp-content/uploads/2014/10/Guidelines_for_Assessing_the_Impact_of_Wind_Farms_on_Birds_and_Bats.pdf
- Bailey, Helen & Brookes, Kate & Thompson, Paul. (2014). Assessing Environmental Impacts of Offshore Wind Farms: Lessons Learned and Recommendations for the Future. *Aquatic biosystems*. 10. 8. 10.1186/2046-9063-10-8.
- Band, W. (2012). Using a collision risk model to assess bird collision risks for offshore wind farms. Report to The Crown Estate Strategic Ornithological Support Services (SOSS), SOSS02. <http://www.bto.org/science/wetland-and-marine/soss/projects>

Band, W., Madders, M., & Whitfield, D.P. (2007). Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms. In: de Lucas, M., Janss, G.F.E. & Ferrer, M. (eds.) *Birds and Wind farms: Risk Assessment and Mitigation*, pp. 259-275. Quercus, Madrid

Barclay, R.M.R., Baerwald, E.F. & Rydell, J. (2017). Bats. Chapter 9 in *Wildlife and wind farms: conflicts and solutions*. Volume 1 (M. Perrow, ed.). Pelagic Publishing, Exeter, United Kingdom.

Barré K., Le Viol I., Bas Y., Julliard R. & Kerbiriou C., (2018). Addendum to “Estimating habitat loss due to wind turbine avoidance by bats: Implications for European siting guidance” [Biol. Conserv.] 226, 205–214, *Biological Conservation*, Volume 235, July 2019, Pages 77-78, see <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320718305469#>

Behr, O., Brinkmann, R., Hochradel, K., Mages, J., Korner-Nievergelt, F., Reinhard, H., Simon, R., Stiller, F., Weber, N. & Nagy, M. 2018: Bestimmung des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen in der Planungspraxis - Endbericht des Forschungsvorhabens gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Förderkennzeichen 0327638E). O. Behr *et al.* Erlangen / Freiburg / Ettiswil.

Behr, Oliver & Brinkmann, Robert & Hochradel, Klaus & Mages, Jürgen & Korner-Nievergelt, Fränzi & Niermann, Ivo & Reich, Michael & Simon, Ralph & Weber, Natalie & Nagy, Martina. (2017). Mitigating Bat Mortality with Turbine-Specific Curtailment Algorithms: A Model Based Approach. 10.1007/978-3-319-51272-3_8.

Bergström, Lena & Kautsky, Lena & Malm, Torleif & Rosenberg, Rutger & Wahlberg, Magnus & Capetillo, Nastassja. (2014). Effects of offshore wind farms on marine wildlife - A generalized impact assessment. *Environmental Research Letters*. 9. 10.1088/1748-9326/9/3/034012.

Berkhout V, Faulstich S, Görg P, Hahn B, Linke K, Neuschäfer M, PfaffelS, Rafik K, Rohrig K, Rothkegel R, Ziese M. (2014). *Wind EnergieReport Deutschland 2013*. Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik–IWES–Kassel

Bexton, S., D. Thompson, A. Brownlow, *et al.* (2012). Unusual Mortality of Pinnipeds in the United Kingdom Associated with Helical (Corkscrew) Injuries of Anthropogenic Origin. *Aquat. Mamm.* 38(3): 229-240.

Bibby, C.J., Burgess, N.D., Hill., D.A. & Mustoe, S.H., (2000). *Bird Census Techniques*. 2nd ed. London: Academic Press.

Bodde, M., van der Wel, K., Driessen, P., Wardekker, A. & Runhaar, H., (2018). Strategies for Dealing with Uncertainties in Strategic Environmental Assessment: An Analytical Framework Illustrated with Case Studies from The Netherlands. *Sustainability*. [e-journal] 10 (7). <https://doi.org/10.3390/su10072463>

Boehlert, George & Gill, A. B. (2010). Environmental and Ecological Effects of Ocean Renewable Energy Development – A Current Synthesis. *Oceanography*. 23. 10.5670/oceanog.2010.46.

Boonman, M., H.J.G.A. Limpens, M.J.J. La Haye, M. van der Valk & J.C. Hartman, (2013). *Protocolen vleermuisonderzoek bij windturbines*. Rapport 2013.28, Zoogdierverseniging & Bureau Waardenburg. 29pp + 1 bijlage.

Boyle, G., New, P. (2018). *ORJIP Impacts from Piling on Fish at Offshore Wind Sites: Collating Population Information, Gap Analysis and Appraisal of Mitigation Options*. Final Report. June 2018. The Carbon Trust. United Kingdom. 247 pp.

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

Brandt, Miriam & Dragon, AC & Diederichs, Ansgar & Bellmann, MA & Wahl, V & Piper, W & Nabe-Nielsen, Jacob & Nehls, Georg. (2018). Disturbance of harbour porpoises during construction of the first seven offshore wind farms in Germany. *Marine Ecology Progress Series*. 596. 10.3354/meps12560.

Brandt, Miriam & Dragon, Anne-Cécile & Diederichs, Ansgar & Schubert, Alexander & Kosarev, Vladislav & Nehls, Georg & Wahl, Veronika & Michalik, Andreas & Braasch, Alexander & Hinz (name at birth: Fischer), Claus & Ketzer, Christian & Todeskino, Dieter & Gauger, Marco & Laczny, Martin & Piper, Werner. (2016). Effects of offshore pile driving on harbour porpoise abundance in the German Bight 2009 -2013.

Braunisch V, Coppes J, Bächle S, Suchant R. (2015) Underpinning the precautionary principle with evidence: A spatial concept for guiding wind power development in endangered species' habitats. *J Nat Conserv.*, 24: 31–40.

Bray, L.; Reizopoulou, S.; Voukouvalas, E.; Soukissian, T.; Alomar, C.; Vázquez-Luis, M.; Deudero, S.; Attrill, M.; Hall-Spencer, J. (2016). Expected effects of offshore wind farms on mediterranean marine life. *J. Mar. Sci. Eng.* 2016, 4, 18.

British Standards Institute (2013). BS 42020:2013. Biodiversity. Code of practice for planning and development. London: British Standards Institution.

Brookes, K.(2017). The East Coast Marine Mammal Acoustic Study data. doi: 10.7489/1969-1. Data and further information available via: <http://marine.gov.scot/information/east-coast-marine-mammal-acoustic-study-ecommas>

Brownlie, S. & Treweek, J., (2018). Biodiversity and Ecosystem Services in Impact Assessment. Special Publication Series No. 3. [pdf] International Association for Impact Assessment. Disponible à l'adresse suivante: <https://www.iaia.org/uploads/pdf/SP3%20Biodiversity%20Ecosystem%20Services%2018%20Jan.pdf>

Brownlow A, Baily J, Dagleish M, Deaville R, Foster G, Jensen S-K, Krupp E, Law R, Penrose R, Perkins M, Read F & Jepson PD (2015). Investigation into the long-finned pilot whale mass stranding event, Kyle of Durness, 22nd July 2011. Report to Defra and Marine Scotland, 60pp.

Buck, B.H., Krause, G., Pogoda, B., Grote, B., Wever, L., Goseberg, N., Schupp, M.F., Mochtak, A. & Czybulka, D., (2017). The German Case Study: Pioneer Projects of Aquaculture-Wind Farm Multi-Uses. In: Buck B. & Langan R., eds., *Aquaculture Perspective of Multi-Use Sites in the Open Ocean*. [e-book] Cham: Springer. Disponible à l'adresse suivante: https://doi.org/10.1007/978-3-319-51159-7_11

Budenz, T., Gessner, B., Lüttmann, J., Molitor, F., Servatius, K. & Veith, M. (2017): Up and down: Western barbastelles actively explore lattice towers – implications for mortality at wind turbines? *Hystrix* 28: 272-276

Burton, Niall & Cook, Aonghais & Roos, Staffan & Ross-Smith, Viola & Beale, Nick & Coleman, C. (2011). Identifying options to prevent or reduce avian collisions with offshore windfarms. *Proceedings Conference on Wind Energy and Wildlife Impacts*, 2-5 May 2011.

Bustamante P, Morales CF, Mikkelsen B, Dam M & Caurant F (2007) Trace element bioaccumulation in grey seals *Halichoerus grypus* from the Faroe Islands. *Marine Ecology Progress Series*, Inter-Research, 2004, 267, pp.291-301.

Camphuysen, Cornelis & Fox, A. & Leopold, Mardik & Petersen, Ib. (2004). Towards standardised seabirds at sea census techniques in connection with environmental impact assessments for offshore wind farms in the U.K. 10.13140/RG.2.1.2230.0244.

Carneiro, G.; Thomas, H.; Olsen, S.; Benzaken, D.; Fletcher, S.; Méndez Roldán, S. and Stanwell-Smith, D., (2017). Cross-border cooperation in Maritime Spatial Planning. Final report: Study on International Best Practices for Cross-border MSP. Luxembourg: Publications of the European Union, 109pp. DOI: 10.2826/28939

Carstensen, J., Henrikson, O.D. and J.Teilmann (2006). Impacts of offshore wind farm construction on harbour porpoises: acoustic monitoring of echolocating activity using popoise detectors (T-PODs). *Marine Ecology Progress Series* 321. p. 295-308.

Castell, J. [et al.]. (2009) Modelling the underwater noise associated to the construction and operation of offshore wind turbines. A: International Workshop on Marine Technology. "III International Workshop on Marine Technology (MARTECH 2009)". Vilanova i la Geltrú: 2009.

Centre for Environment Fisheries and Aquaculture Science (CEFAS) (2010). Strategic Review of Offshore Wind Farm Monitoring Data Associated with FEPA License Conditions. Report by Centre for Environment Fisheries and Aquaculture Science (CEFAS).

CIRCE, (2016). 2nd Periodic Report. Publishable summary. SWIP – New innovative solutions, components and tools for the integration of wind energy in urban and peri-urban areas. [pdf] SWIP Project. Disponible à l'adresse suivante: <http://swipproject.eu/wp-content/uploads/2017/03/SWIP-Periodic-Report-Publishable-Summary.pdf>

Collier, M.P., S. Dirksen & K.L. Krijgsveld, (2011). A review of methods to monitor collisions or micro-avoidance of birds with offshore wind turbines. Part 1: Review. Report 11-078. Bureau Waardenburg, Culemborg, Netherlands.

Collins, J. (ed.) (2016) Bat Surveys for Professional Ecologists: Good Practice Guidelines (3rd edn). The Bat Conservation Trust, London. Commission, London. Publication 434/2009.

Cook, A.S.C.P., Humphries, E.M., Masden, E.A., and Burton, N.H.K. (2014). The avoidance rates of collision between birds and offshore turbines. BTO research Report No 656 to Marine Scotland Science

Cook, A.S.C.P., Ward, R.M., Hansen, W.S. & Larsen, L. (2018) Estimating Seabird Flight Height Using LiDAR. Scottish Marine and Freshwater Science Vol 9 No 14. Report of work carried out by the British Trust for Ornithology and NIRAS Consulting Ltd, on behalf of the Scottish Government. August 2018.

Costa, G. & Petrucci-Fonseca, F. & Álvares, F. (2017). 15 years of wolf monitoring plans at wind farm areas in Portugal. What do we know? Where should we go?. 10.13140/RG.2.2.29161.60001.

Cutts, N.D., Phelps, A., & Burdon, D., (2009). Construction and waterfowl: Defining sensitivity, response, impacts and guidance. Report to Humber INCA. Institute of Estuarine & Coastal Studies, University of Hull.

Dafis, S., Papastergiadou, E., Lazaridou, E. & Tsiafouli, M., eds., (2001). Revised technical guide for identification, description, and mapping of habitat types in Greece. Thermi: Greek Biotope/Wetland Centre (EKBY).

Dahl E.L., Bevanger K., Nygård T. et al (2012) Reduced breeding success in white-tailed eagles at Smøla windfarm, western Norway, is caused by mortality and displacement. Biological Conservation [e-journal] 145:79–85. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.10.012>

Dahl, E.L., May, R., Nygård, T., Åstrøm, J. & Diserud, O.H. (2015) Repowering Smøla wind-power plant. An assessment of avian conflicts. - NINA Report 1135. 41 pp. https://www.researchgate.net/publication/279446216_Repowering_Smola_wind-power_plant_An_assessment_of_avian_conflicts

Dähne M, Gilles A, Lucke K, Peschko V, Adler S, Krügel K, Sundermeyer J, Siebert U (2013) Effects of piledriving on harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) at the first offshore wind farm in Germany. Environ Res Lett 8: 025002. doi:10.1088/1748-9326/8/2/025002.

Dähne, Michael & Tougaard, Jakob & Carstensen, Jacob & Rose, Armin & Nabe-Nielsen, Jacob. (2017). Bubble curtains attenuate noise from offshore wind farm construction and reduce temporary habitat loss for harbour porpoises. Marine Ecology Progress Series. 580. 10.3354/meps12257.

Dalthorp, D.H., Madsen, L., Huso, M.M., Rabie, P., Wolpert, R., Studyvin, J., Simonis, J. & Mintz, J.M., (2018). GenEst statistical models—A generalized estimator of mortality. [online] Available at: <https://doi.org/10.3133/tm7A2>

Dalthorp, D.H., Simonis, J., Madsen, L., Huso, M., Rabie, P., Mintz, J., Wolpert, R., Studyvin J. & Korner-Nievergelt, F., (2019). GenEst: Generalized Mortality Estimator. R package version 1.2.2. [online]. Disponible à l'adresse suivante: <https://CRAN.R-project.org/package=GenEst>

Dannheim, J., Bergström, L., Birchenough, S.N.R., Brzana, R., Boon, A.R., Coolen, J.W.P., Dauvin, J.-C., De Mesel, I., Derweduwen, J., Gill, A.B., Hutchison, Z.L., Jackson, A.C., Janas, U., Martin, G., Raoux, A., Reubens, J., Rostin, L., Vanaverbeke, J., Wilding, T.A., Wilhelmsson, D. & Degraer, S. (2019). Benthic effects of offshore renewables: identification of knowledge gaps and urgently needed research. ICES Journal of Marine Science. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsz018>

David, J.A. (2006). Likely sensitivity of bottlenose dolphins to pile-driving noise. Water and Environment Journal 20, 48-54.

de Lucas, M. & Perrow, M., (2017). Birds: collision. In: Perrow, M.R., ed., 2017. Wildlife and Wind Farms, Conflicts and Solutions. Volume 1 Onshore: Potential Effects. Exeter: Pelagic Publishing. Ch 8.

de Lucas, M., Ferrer, M., Bechard, M. J. and Muñoz, A. R. (2012) Griffon vulture mortality at wind farms in southern Spain: distribution of fatalities and active mitigation measures. Biological Conservation 147: 184–189

de Lucas, M., Janss, G.F.E., Whitfield, D.P. & Ferrer, M., (2008). Collision fatality of raptors in wind farms does not depend on raptor abundance. Journal of Applied Ecology, 45: 1695-1703.
<https://doi:10.1111/j.1365-2664.2008.01549.x>

Denzinger, Annette & Schnitzler, Hans. (2013). Bat guilds, a concept to classify the highly diverse foraging and echolocation behaviors of microchiropteran bats. Frontiers in physiology. 4. 164.
10.3389/fphys.2013.00164.

Diederichs, A., T. Grünkorn & G. Nehls (2008). Offshore wind farms - disturbance or attraction for harbour porpoises? T-POD-Studies in Horns Rev and Nysted. In: Proceedings of the workshop Offshore windfarms and marine mammals. ECS Newsletter 49 (Special Issue):42-49.

Ehler, C. and Douvère, F. (2009) Marine spatial planning: a step-by-step approach. Paris, France, Unesco, 99pp. (IOC Manuals and Guides 53), (ICAM Dossier 6). DOI <http://dx.doi.org/10.25607/OBP-43>

Environment Agency, (2003). River Habitat Survey in Britain and Ireland. [pdf] Environment Agency. Disponible à l'adresse suivante:
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/311579/LIT_1758.pdf

Commission européenne, (2000). Communication de la Commission au Conseil sur le recours au principe de précaution. Commission européenne [en ligne]. Disponible à l'adresse suivante: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=celex%3A52000DC0001>

European Commission, (2001). Assessment of plans and projects in relation with Natura 2000 sites. Methodological guidance on the provisions of Article 6(3) and (4) of the Habitats Directive 92/43/EEC. Disponible à l'adresse suivante:
https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/art6/natura_2000_assess_en.pdf

European Commission, (2001). Assessment of plans and projects significantly affecting Natura 2000 sites. Methodological guidance on the provisions of Article 6(3) and (4) of the Habitats Directive 92/43/EEC. [pdf] European Commission. Disponible à l'adresse suivante:
http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/art6/natura_2000_assess_en.pdf

European Commission, (2007). Guidance document on the strict protection of species of Community interest under the Habitats Directive. Brussels: European Commission. Disponible à l'adresse suivante:
https://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/species/guidance/pdf/guidance_en.pdf

European Commission, (2007). Wind energy integration in the urban environment (WINEUR). [online] European Commission. Disponible à l'adresse suivante: <https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/en/projects/wineur>

European Commission, (2012). Commission note on setting conservation objectives for Natura 2000 sites. [pdf] European Commission. Disponible à l'adresse suivante: http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/commission_note/commission_note2_EN.pdf

European Commission, (2016). Commission guidance document on streamlining environmental assessments conducted under Article 2(3) of the Environmental Impact Assessment Directive (Directive 2011/92/EU of the European Parliament and of the Council, as amended by Directive 2014/52/EU). [online] Official Journal of the European Union. Disponible à l'adresse suivante: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.C_.2016.273.01.0001.01.ENG&toc=OJ:C:2016:273:TOC

European Commission, (2018a). Guidance on Energy Transmission Infrastructure and EU nature legislation. [pdf] European Commission. Disponible à l'adresse suivante: <http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/Energy%20guidance%20and%20EU%20Nature%20legislation.pdf>

European Commission, (2018b). In-depth analysis in support of the Commission Communication Com(2018) 773.A. Clean Planet for all. A European long-term strategic vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy. [pdf] European Commission. Disponible à l'adresse suivante: https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/docs/pages/com_2018_733_analysis_in_support_en.pdf

European Commission, (2018c). Guidance on the requirements for hydropower in relation to Natura 2000. [pdf] European Commission. Disponible à l'adresse suivante: <http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/Hydro%20final%20May%202018.final.pdf>

European Commission, (2019). Managing Natura 2000 sites. The provisions of Article 6 of the 'Habitats' Directive 92/43/EEC. [pdf] European Commission. Disponible à l'adresse suivante: https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/art6/EN_art_6_guide_jun_2019.pdf

European Commission, (2019f). Renewable energy. Moving towards a low carbon economy. Disponible à l'adresse suivante: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy>

European Economic Interest Group (EEIG), (2017). The N2K group. European economic interest group overview of the potential interactions and impacts of activities apart from fishing on marine habitats and species protected under the EU Habitats Directive April 2017. [pdf] Available at: <http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/marine/docs/overviewreport.pdf>.

European Environment Agency (EEA), (2018). EUNIS habitat classification. [online] European Environment Agency. Disponible à l'adresse suivante: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eunis-habitat-classification>

European Union, (2013a). Guidelines on Climate Change and Natura 2000. [pdf] European Union. Disponible à l'adresse suivante: <http://ec.europa.eu/environment/nature/climatechange/pdf/Guidance%20document.pdf>

European Union, (2013b). Guidance on Integrating Climate Change and Biodiversity into Environmental Impact Assessment. [pdf] European Union. Disponible à l'adresse suivante: <http://ec.europa.eu/environment/eia/pdf/EIA%20Guidance.pdf>

Everaert J. & Stienen E. (2007). Impact of wind turbines on birds in Zeebrugge (Belgium). Significant effect on breeding tern colony due to collisions. In: Biodiversity and Conservation 16: p. 3345-3359.

Everaert J. (2008). Effecten van windturbines op de fauna in Vlaanderen: onderzoeksresultaten, discussie en aanbevelingen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO.R.2008.44), Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. 174 pp.

Everaert J. (2015). Effecten van windturbines op vogels en vleermuizen in Vlaanderen. Leidraad voor risicoanalyse en monitoring. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2015 (INBO.R.2015.6498022). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Everaert J. (2017). Dealing with uncertainties in bird and bat population impact assessments for individually planned wind farms. Presentation at the Conference on Wind energy and Wildlife impacts (CWW), 6-8 September 2017, Estoril, Portugal. <https://pureportal.inbo.be/portal/files/13523957/bijlage1.pptx>

Everaert J. (2018). Advies betreffende vogeltrek stilstandregeling voor windturbines op basis van voorspellingen en actuele metingen met behulp van militaire radars en weerradars; INBO report https://pureportal.inbo.be/portal/files/15869308/INBO.A.3725_gecorrigeerd.pdf

Everaert J., (2007). Adviesnota INBO.A.2007.164. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.

Everaert J., (2007). Adviesnota INBO.A.2007.84. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.

Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 34: 487-515.

Farcas, Adrian & Thompson, Paul & Merchant, Nathan. (2015). Underwater noise modelling for environmental impact assessment. *Environmental Impact Assessment Review.* 57. 114-122. 10.1016/j.eiar.2015.11.012.

Ferrer, M., de Lucas, M., Janss, G.F.E., Casado, E., Muñoz, A.R., Bechard, M.J. & Calabuig, C.P., (2011). Weak relationship between risk assessment studies and recorded mortality in wind farms. *Journal of Applied Ecology*. [e-journal] 49: 38-46. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2011.02054.x>

Foo, C.F., Bennett, V.J., Hale, A.M., Korstian, J.M., Schildt, A.J., & Williams, D.A., (2017). Increasing evidence that bats actively forage at wind turbines. *PeerJ*.

Forney K., Southall B., Sooten E., Dawson S., Read A., Baird R., Brownell R. (2017); Nowhere to go: noise impact assessments for marine mammal populations with high site fidelity; *Endangered Species Research* Vol. 32: 391–413, 2017

Fowler AM, Jørgensen A-M, Svendsen JC, Macreadie PI, Jones DOB, Boon AR, Booth DJ, Brabant R, Callahan E, Claisse JT, Dahlgren TG, Degraer S, Dokken QR, Gill AB, Johns DG, Leewis RL, Lindeboom HJ, Linden O, Albertinka RM, Geir Ottersen JM, Schroeder DM, Shastri SM, Teilmann J, Todd V, Hoey GV, Vanaverbeke J, Coolen JWP (2018) Environmental benefits of leaving offshore infrastructure in the ocean. *Frontiers in Ecology and the Environment*. Volume16, Issue10. Pages 571-578.

Freyhof, J. & Kottelat, M. (2008). *Coregonus oxyrinchus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T5380A11126034. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T5380A11126034.en> Downloaded on 26 February 2019.

Frick, Winifred & Baerwald, Erin & Pollock, Jacob & Barclay, R & Szymanski, Jennifer & Weller, Theodore & Russell, Amy & Loeb, Susan & Medellín, Rodrigo & McGuire, Liam. (2017). Fatalities at wind turbines may threaten population viability of a migratory bat. *Biological Conservation*. 209. 172-177. 10.1016/j.biocon.2017.02.023.

Furmankiewicz, Joanna & Kucharska, Monika. (2009). Migration of Bats along a Large River Valley in Southwestern Poland. *Journal of Mammalogy - J MAMMAL.* 90. 1310-1317. 10.1644/09-MAMM-S-099R1.1.

Gardner, P., Garrad, A., Jamieson, P., Snodin, H. & Tindal, A. (2004). Wind Energy - The Facts. Volume 1 – Technology. [pdf] European Wind Energy Association. Disponible à l'adresse suivante: http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/WETF/WETF.pdf

Garthe, Stefan & Schwemmer, Henriette & Markones, Nele & Mueller, Sabine & Schwemmer, Philipp. (2015). Verbreitung, Jahresdynamik und Bestandsentwicklung der Seetaucher *Gavia spec.* in der Deutschen Bucht (Nordsee). *Vogelwarte*. 53. 121-138.

Gartman, Victoria & Bulling, Lea & Dahmen, Marie & Geissler, Gesa & Köppel, Johann., (2016). Mitigation Measures for Wildlife in Wind Energy Development, Consolidating the State of Knowledge — Part 1: Planning and Siting, Construction. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*. 1650013. 10.1142/S1464333216500137.

Gill, A.B., Gloyne-Phillips, I., Neal, K.J. & Kimber, J.A. (2005). The potential effects of electromagnetic fields generated by sub-sea power cables associated with offshore wind farm developments on electrically and magnetically sensitive marine organisms – a review. Report to Collaborative Offshore Wind Research into the Environment (COWRIE) group, Crown Estates.

Gill, A.B., Huang, Y., Gloyne-Phillips, I., Metcalfe, J., Quayle, V., Spencer, J. & Wearmouth, V. (2009). COWRIE 2.0 Electromagnetic Fields (EMF) Phase 2: EMF-sensitive fish response to EM emissions from sub-sea electricity cables of the type used by the offshore renewable energy industry.

GP Wind, (2012). GP WIND – Good Practice Guide. [pdf] Good Practice WiND. Disponible à l'adresse suivante: https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/gpwind_good_practice_guide_gp_wind_en.pdf

Graham, I. M., A. Farcas, N. D. Merchant, and P. Thompson. (2017). Beatrice Offshore Wind Farm: An interim estimate of the probability of porpoise displacement at different unweighted single-pulse sound exposure levels. Prepared by the University of Aberdeen for Beatrice Offshore Windfarm Ltd.

Green, R. E., Langston, R. H., McCluskie, A., Sutherland, R. & Wilson, J. D., (2016). Lack of sound science in assessing wind farm impacts on seabirds. *Journal of Applied Ecology*. [e-journal] 53: 1635-1641. <https://doi:10.1111/1365-2664.12731>

Grimwood, T., (2019). Onshore limits on turbine size could make offshore wind cheaper. [online] UtilityWeek. Disponible à l'adresse suivante: <https://utilityweek.co.uk/onshore-limits-on-turbine-size-could-make-offshore-wind-cheaper/>

Grünkorn, Thomas & Rönn, Jan & Blew, Jan & Nehls, Georg & Weitekamp, Sabrina & Timmermann, Hanna & Reichenbach, Marc & Coppack, Timothy & Potiek, Astrid & Krüger, Oliver. (2016). Ermittlung der Kollisionsraten von (Greif-)Vögeln und Schaffung planungsbezogener Grundlagen für die Prognose und Bewertung des Kollisionsrisikos durch Windenergieanlagen (PROGRESS). 10.13140/RG.2.1.2902.6800.

Gullison, R.E., Hardner, J., Anstee, S. & Meyer., M., (2015). Good Practices for the Collection of Biodiversity Baseline Data. [pdf] Multilateral Financing Institutions Biodiversity Working Group & Cross-Sector Biodiversity Initiative. Disponible à l'adresse suivante: http://www.csbi.org.uk/wp-content/uploads/2017/11/Biodiversity_Baseline_JULY_4a-2.pdf

Hammar, Linus & Perry, Diana & Gullström, Martin. (2016). Offshore Wind Power for Marine Conservation. *Open Journal of Marine Science*. 06. 66-78. 10.4236/ojms.2016.61007.

Hanna, Luke & Copping, Andrea & Geerlofs, Simon & Feinberg, Luke & Brown-Saracino, Jocelyn & Gilman, Patrick & Bennet, Finlay & May, Roel & Köppel, Johann & Bulling, Lea & Gartman, Victoria. (2016). Assessing Environmental Effects (WREN): Adaptive Management White Paper.

Harwood, A.J.P., Perrow, M.R., Berridge, R.J., Tomlinson, M.L. & Skeate, E.R., (2017). Unforeseen Responses of a Breeding Seabird to the Construction of an Offshore Wind Farm. In: Köppel, J. ed., *Wind Energy and Wildlife Interactions*. Cham: Springer.

Harwood, J. and King, S.L. (2017). The Sensitivity of UK Marine Mammal Populations to Marine Renewables Developments - Revised Version. Report number SMRUC-MSS-2017-005.

Harwood, J., King, S., Schick, R., Donovan, C. & Booth, C. (2013). A Protocol for Implementing the Interim Population Consequences of Disturbance (PCoD) Approach: Quantifying and Assessing the Effects of UK Offshore Renewable Energy Developments on Marine Mammal Populations. Report Number SMRUL-TCE-2013-014. Scottish Marine and Freshwater Science, 5(2).

Hausberger M, Boigné A, Lesimple C, Belin L, Henry L (2018) Wide-eyed glare scares raptors: From laboratory evidence to applied management. PLOS ONE 13(10): e0204802. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204802>

Heijligers W., van der Vliet R. & Wegstapel C. (2015). Toepassing van de 1%-norm bij ecologische beoordelingen. Vrijstellingsbesluit is een dooie mus. Toets 2015/4. (in Dutch)

Helldin, J. O., Jung, J., Neumann, W., Olsson, M., Skarin, A., & Widemo, F., (2012). The impact of wind power on terrestrial mammals. A synthesis. Stockholm: The Swedish Environmental Protection Agency.

Helldin, J.-O., Skarin, A., Neumann, W., Olsson, M., Jung, J., Kindberg, J., & Widemo, F., (2017). The effects of wind power on terrestrial mammals - predicting impacts and identifying areas for future research. In Martin Perrow (Ed.), *Wildlife and wind farms - Conflicts and solutions* (pp. 222–240) Exeter: Pelagic Publishing.

Heuck, C., Herrmann, C., Levers, C., Pedro J. Leitão, P. J., Krone, O., Brandl, R. & J. Albrecht (2019): Wind turbines in high quality habitat cause disproportionate increases in collision mortality of the white-tailed eagle. - *Biological Conservation* 236, 44-51.

Hiscock, K., Tyler-Walters, H. & Jones, H., (2002). High level environment screening study for offshore wind farm developments - marine habitats and species project. Report from the Marine Biological Association to The Department of Trade and Industry New & Renewable Energy Programme. (AEA Technology, Environment Contract: W/35/00632/00/00). p. 156

Holman, C., *et al.*, (2014). IAQM Guidance on the assessment of dust from demolition and construction. [pdf] Institute of Air Quality Management (IAQM). Disponible à l'adresse suivante: <http://iaqm.co.uk/text/guidance/construction-dust-2014.pdf>

Hötter, H., (2017). Birds: Displacement. In: Perrow, M.R., ed., 2017. *Wildlife and Wind Farms, Conflicts and Solutions*. Volume 1 Onshore: Potential Effects. Exeter: Pelagic Publishing. Ch 7.

Huso, M., Dalthrop, D. & Korner-Nievergelt, F., (2017). Statistical principles of post-construction fatality monitoring. In: Perrow, M.R., ed., 2017. *Wildlife and Wind Farms, Conflicts and Solutions*. Volume 1 Onshore: Potential Effects. Exeter: Pelagic Publishing. Ch 4.

Huso, M.M. and Dalthrop, D. (2014), Accounting for unsearched areas in estimating wind turbine-caused fatality. *Jour. Wild. Mgmt.*, 78: 347-358. doi:[10.1002/jwmg.663](https://doi.org/10.1002/jwmg.663)

Infrastructure Planning Commission (IPC), 2011. Advice note nine: Rochdale Envelope. [pdf] IPC. Available at <https://infrastructure.planninginspectorate.gov.uk/wp-content/uploads/2011/02/Advice-note-9.-Rochdale-envelope-web.pdf>

Inger, Richard & Attrill, Martin & Bearhop, Stuart & Broderick, Annette & Grecian, W. & Hodgson, David & Mills, Cheryl & Sheehan, Emma & Votier, Stephen & Witt, Matthew & Godley, Brendan. (2009). Marine renewable energy: Potential benefits to biodiversity? An urgent call for research. *Journal of Applied Ecology*. 46. 1145 - 1153. 10.1111/j.1365-2664.2009.01697.x.

International Renewable Energy Agency (IREA), (2018). Renewable Energy Prospects for the European Union. [pdf] IREA. Disponible à l'adresse suivante: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Feb/IRENA_REmap_EU_2018.pdf

IPCC, (2011). Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Prepared by Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change [O. Edenhofer, R. Pichs Madruga, Y. Sokona, K. Seyboth, P. Matschoss, S. Kadner, T. Zwickel, P. Eickemeier, G. Hansen, S. Schlömer, C. von Stechow (eds)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1075 pp.

Itty C., Duriez O. (2018). Le suivi par GPS, une méthode efficace pour évaluer l'impact des parcs éoliens sur des espèces à fort enjeux de conservation: l'exemple de l'aigle royal (*Aquila chrysaetos*) dans le sud du massif central. Actes du séminaire éolien et biodiversité, 21 et 22 novembre 2017, Artigues-près-Bordeaux, France, LPO. Pages 42-48. Disponible à l'adresse suivante: https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/itty-c_seb2017.pdf

Jendroska, Jerzy & Stec, Stephen. (2003). The Kyiv Protocol on strategic environmental assessment. 33. 105-110.

Jenkins, A.R., Reid, T., du Plessis, J., Colyn, R., Benn, G. & Millikin, R., (2018). Combining radar and direct observation to estimate pelican collision risk at a proposed wind farm on the Cape west coast, South Africa. PLoS ONE. [e-journal] 13(2): e0192515. Disponible à l'adresse suivante: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192515>

Johnston, A., Cook, A.S.C.P., Wright, L.J., Humphreys, E.M. and Burton, N.H.K. (2014), Modelling flight heights of marine birds to more accurately assess collision risk with offshore wind turbines. J Appl Ecol, 51: 31-41. doi:10.1111/1365-2664.12191

Jørgensen D. (2012). OSPAR's exclusion of rigs-to-reefs in the North Sea. Ocean Coast Manage 58: 57–61.

Kesselring T., Viquerat S., Brehm R., Siebert U. (2017); Coming of age: - Do female harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) from the North Sea and Baltic Sea have sufficient time to reproduce in a human influenced environment? PLOS, Published: October 20, 2017 Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186951>

King, S.L., Schick, R.S., Donovan, C., Booth, C.G., Burgman, M., Thomas, L. & Harwood, L. (2015). An interim framework for assessing the population consequences of disturbance. Methods in Ecology and Evolution 6:1150-1158.

Korner-Nievergelt, F., Behr, O., Brinkmann, R., Etterson, M.A., Huso, M.M.P, Dalthorp, D., Korner-Nievergelt, P., Roth, T. & Niermann, I., (2015). Mortality estimation from carcass searches using the R-package carcass — a tutorial. Wildlife Biology. [e-journal] 21(1). <https://doi.org/10.2981/wlb.00094>

Koschinski, S., & Kock, K.H. 2009. Underwater Unexploded Ordnance—Methods for a Cetacean-friendly Removal of Explosives as Alternatives to Blasting. Contributed by the Federal Republic of Germany to the Standing Committee on Environmental Concerns, 61. Annual Meeting of the International Whaling Commission (IWC), Madeira 31 May to 12 June 2009. Cambridge, International Whaling Commission. 13 pp.

Lagerveld, Sander & Gerla, Daan & Wal, J.T. & de Vries, Pepijn & Brabant, Robin & Stienen, Eric & Deneudt, Klaas & Manshanden, Jasper & Scholl, Michaela. (2017). Spatial and temporal occurrence of bats in the southern North Sea area.

Laist, David & Knowlton, Amy & Mead, J.G. & Collet, A.S. & Podestà, Michela. (2001). Collisions between ships and whales. Marine Mammal Science. 17. 35-75.

Langston, R.H.W. & Pullan, J.D., (2003). Windfarms and birds: an analysis of the effects of wind farms on birds, and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues. [pdf] BirdLife International. Disponible à l'adresse suivante: <https://www.rspb.org.uk/globalassets/downloads/documents/positions/climate-change/wind-power-publications/birdlife-international-report-to-the-bern-convention.pdf>

Laranjeiro, T., May, R & Verones, F., (2018). Impacts of onshore wind energy production on birds and bats: recommendations for future life cycle impact assessment developments. Int. J. Life Cycle Assess. [e-journal] 23: 2007. Disponible à l'adresse suivante: <https://doi.org/10.1007/s11367-017-1434-4>

Larsen, J.K. & Guillemette, M. (2007). Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering Common Eiders: implications for habitat use and collision risk. Journal of Applied Ecology 44, 516- 522.

Lehnert, L.S., Kramer-Schadt, S., Schönborn, S., Lindecke, O., Niermann, I., Voigt, C.C. (2014) Wind Farm Facilities in Germany Kill Noctule Bats from Near and Far. PLoS ONE 9(8): e103106.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103106>

Leopold, M.F.; Boonman, M.; Collier, M.P.; Davaasuren, N.; Fijn, R.C.; Gyimesi, A.; de Jong, J.; Jongbloed, R.H.; Jonge Poerink, B.; Kleyheeg-Hartman, J.C.; Krijgsveld, K.L.; Lagerveld, S.; Lensink, R.; Poot, M.J.M.; van der Wal, J.T.; Scholl, M. (2014). A first approach to deal with cumulative effects on birds and bats of offshore wind farms and other human activities in the Southern North Sea. IMARES Report C166/14 (Available at: https://www.researchgate.net/publication/296443757_A_first_approach_to_deal_with_cumulative_effects_on_birds_and_bats_of_offshore_wind_farms_and_other_human_activities_in_the_Southern_North_Sea)

Limpens, H.J.G.A., M. Boonman, F. Korner-Nievergelt, E.A. Jansen, M. van der Valk, M.J.J. La Haye, S. Dirksen & S.J. Vreugdenhil, (2013). Wind turbines and bats in the Netherlands- Measuring and predicting. Report 2013.12, Zoogdiervereniging & Bureau Waardenburg. 77pp + 2 appendices.

Limpens, H.J.G.A., S. Lagerveld, I. Ahlén, D. Anxionnat, T. Aughney, H.J. Baagøe, L. Bach, P. Bach, J.P.C. Boshamer, K. Boughey, T. Le Campion, M. Christensen, T. Douma, M.-J. Dubourg-Savage, J. Durinck, M. Elmeros, A.-J. Haarsma, J. Haddow, D. Hargreaves, J. Hurst, E.A. Jansen, T.W. Johansen, J. de Jong, D. Jouan, J. van der Kooij, E.-M. Kyheroinen, F. Mathews, T.C. Michaelsen, J.D. Møller, G. Pētersons, N. Roche, L. Rodrigues, J. Russ, Q. Smits, S. Swift, E.T. Fjederholt, P. Twisk, B. Vandendriesche & M.J. Schillemans. (2017). Migrating bats at the southern North Sea. Approach to an estimation of migration populations of bats at the southern North Sea. 2016/2017 - Technical Report Zoogdiervereniging (Dutch Mammal Society) in collaboration with Wageningen Marine Research.

Lindeboom *et al.*, (2011). Short-term ecological effects of an offshore wind farm in the Dutch coastal zone; a compilation

Lintott, Paul & Richardson, Suzanne & Hosken, David & Fensome, Sophie & Mathews, Fiona. (2016). Ecological impact assessments fail to reduce risk of bat casualties at wind farms. Current Biology. 26. R1135-R1136. 10.1016/j.cub.2016.10.003.

Long, C.V., Flint, J.A. & Lepper, P.A. Insect attraction to wind turbines: does colour play a role?. Eur J Wildl Res 57, 323–331 (2011). <https://doi.org/10.1007/s10344-010-0432-7>

Łopucki, R., & Mróz, I. (2016). An assessment of non-volant terrestrial vertebrates response to wind farms—a study of small mammals. Environmental Monitoring and Assessment, 188, 122.

Łopucki, Rafał & Klich, Daniel & Gielarek, Sylwia. (2017) Do terrestrial animals avoid areas close to turbines in functioning wind farms in agricultural landscapes?. Environmental Monitoring and Assessment. 189. 343. 10.1007/s10661-017-6018-z.

Łopuckia R, Klichb D, Ścibiorc A, Gołębiowskac D. (2018) Living in habitats affected by wind turbines may result in an increase in corticosterone levels in ground dwelling animals. Ecological Indicators, 84,165–171.

Loss, Scott & Will, Tom & Marra, Peter. (2013). Estimates of bird collision mortality at wind farms in the contiguous United States. Biological Conservation. 168. 201–209. 10.1016/j.biocon.2013.10.007.

Lovich, Jeff & Agha, Mickey & Ennen, Joshua & Arundel, Terence & Austin, Meaghan. (2018). Agassiz's desert tortoise (*Gopherus agassizii*) activity areas are little changed after wind turbine induced fires in California. International Journal of Wildland Fire. 10.1071/WF18147.

Maclean, I.M.D, Wright, L.J., Showler, D.A. and Rehfishch, M.M. (2009) A review of Assessment Methodologies for Offshore Windfarms. British Trust for Ornithology Report Commissioned by Cowrie Ltd.

Macleod K, Du Fresne S, Mackey B, Faustino C, Boyd I. (2010). Approaches to marine mammal monitoring at marine renewable energy developments. Final Report

Marques J., L. Rodrigues, M.J. Silva, J. Santos, R. Bispo & J. Bernardino. (2018). Estimating Bird and Bat Fatality at Wind Farms: From Formula-Based Methods to Models to Assess Impact Significance. In Mascarenhas, M., Marques, A.T., Ramalho, R., Santos, D., Bernardino, J. & Fonseca C. (editors). Biodiversity and Wind Farms in Portugal: Current knowledge and insights for an integrated impact assessment process. Springer. pp.151-204.

Marques, A.T., Santos, C.D., Hanssen, F., Muñoz, A-R., Onrubia, A., Wikelski, M., Moreira, F., Palmeirim, J.M. & Silva, J.P., (2019). Wind turbines cause functional habitat loss for migratory soaring birds. *Journal of Animal Ecology*. [e-journal] 00: 1–11. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12961>

Marx, G. (2018). Le parc éolien français et ses impacts sur l'avifaune - Etude des suivis de mortalité réalisés en France de 1997 à 2015 (Actes du Séminaire Eolien et Biodiversité – Artigues-près-Bordeaux – 21 et 22 novembre 2017); Disponible à l'adresse suivante: [https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/marx-g_seb2017 .pdf](https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/marx-g_seb2017.pdf)

Masden, E.A. & Cook, A.S.C.P., (2016). Avian collision risk models for wind energy impact assessments. *Environmental Impact Assessment Review*. [e-journal] 56, 43–49. Disponible à l'adresse suivante: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2015.09.001>

Masden, E.A., Fox, A.D., Furness, R.W., Bullman, R. & Haydon, D.T., (2009). Cumulative impact assessments and bird/wind farm interactions: Developing a conceptual framework. *Environmental Impact Assessment Review*. [e-journal] 30 (1), pp.1–7. Disponible à l'adresse suivante: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2009.05.002>

Mathews, F. & Swindells, M. & Goodhead, R. & August, T. & Hardman, P. & Linton, D. & Hosken, D. (2013). Effectiveness of Search Dogs Compared With Human Observers in Locating Bat Carcasses at Wind-Turbine Sites: A Blinded Randomized Trial. *Wildlife Society Bulletin*. 37. 10.1002/wsb.256.

Mathews, F., Richardson, S., Lintott, P. and Hosken, D. (2016) Understanding the risk to European protected species (bats) at onshore wind turbine sites to inform risk management. Technical Report. Defra. Disponible à l'adresse suivante: <http://eprints.uwe.ac.uk/33789>

May, R., Åström, J., Hamre, Ø. et al. Do birds in flight respond to (ultra)violet lighting?. *Avian Res* 8, 33 (2017). <https://doi.org/10.1186/s40657-017-0092-3>

Meißner, K., Sordyl, H. 2006. Literature review of offshore wind farms with regard to benthic communities and habitats (Part B). In *Ecological research on offshore wind farms: International exchange of experiences. Literature review of the eco-logical impacts of offshore wind farms*, ed. C. Zucco, Federal Agency for Nature Conservation: Germany, pp. 2–39.

Meschede, A., Schorcht, W., Karst, I., Biedermann, M., Fuchs, D & Bontadina, F. (2017). Wanderrouen der Fledermäuse. Bundesamt für Naturschutz (BfN-Skripten 453). Disponible à l'adresse suivante: [https://www.researchgate.net/publication/316693284 Wanderrouen der Fledermäuse](https://www.researchgate.net/publication/316693284_Wanderrouen_der_Fledermäuse)

Miao R., Ghosh P., Khanna M., Wang W. & Rong J., (2019). Effect of wind turbines on bird abundance: A national scale analysis based on fixed effects models; *Energy Policy* Volume 132, September 2019, Pages 357-366

Millon, Lara & Colin, Célie & Brescia, Fabrice & Kerbiriou, Christian. (2018). Wind turbines impact bat activity, leading to high losses of habitat use in a biodiversity hotspot. *Ecological Engineering*. 112. 51-54. 10.1016/j.ecoleng.2017.12.024.

Minderman, J. & Gillis, Mairi & Daly, H. & Park, Kirsty. (2017). Landscape-scale effects of single- and multiple small wind turbines on bat activity. *Animal Conservation*. 10.1111/acv.12331.

Minderman, J., Pendlebury, C.J., Pearce-Higgins, J.W. & Park, K.J., (2012). Experimental Evidence for the Effect of Small Wind Turbine Proximity and Operation on Bird and Bat Activity. *PLoS ONE*. [e-journal] 7(7): e41177. Disponible à l'adresse suivante: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0041177>

Minderman, J., Fuentes-Montemayor, E., Pearce-Higgins, J., Pendlebury, C. & Park, K. (2014). Estimates and correlates of bird and bat mortality at small wind turbine sites. *Biodiversity and Conservation*. 24. 10.1007/s10531-014-0826-z.

Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, (2014). 'Guide sur l'application de la réglementation relative aux espèces protégées pour les parcs éoliens terrestres'. [pdf] Available at: https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Guide_Eolien_especes_protegees.pdf

Müller J. *et al.*, (2013). From ground to above canopy—bat activity in mature forests is driven by vegetation density and height. *For Ecol Manag* 306:179–184. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.06.043>

Nabe-Nielsen, J., Sibly, R.M., Tougaard, J., Teilmann, J. & Sveegaard, S. (2014). Effects of noise and by-catch on a Danish harbour porpoise population. *Ecological Modelling* 272:242-251.

Nabe-Nielsen, J., Tougaard, J., Teilmann, J. & Sveegaard, S. (2011). Effects of Wind Farms on Harbour Porpoise Behaviour and Population Dynamics

Nabe-Nielsen, J., Tougaard, J., Teilmann, J., Lucke, K. & Forchhammer, M.C. (2013). How a simple adaptive foraging strategy can lead to emergent home ranges and increased food intake. *Oikos* 122:1307-1316.

National Marine Fisheries Service (NMFS). (2018) Revisions to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing (Version 2.0): Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts. U.S. Dept. of Commer., NOAA. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59, 167 p.

Natural Power, (2018). Co-location of Wind and Solar PV. Natural Power. Disponible à l'adresse suivante: https://www.naturalpower.com/wp-content/uploads/2018/06/CoLocationWhitePaper_A4_Digital.pdf

Nedwell, JR, Parvin, SJ, Edwards B, Workman R, Brooker A G and Kynoch JE 2007, Measurement and interpretation of underwater noise during construction and operation of offshore windfarms in UK waters. Subacoustech Report No. 544R0738 to COWRIE; ISBN: 978-09554279-5-4

Nehls, Georg & Rose, Armin & Diederichs, Ansgar & Bellmann, Michael & Pehlke, Hendrik. (2015). Noise Mitigation During Pile Driving Efficiently Reduces Disturbance of Marine Mammals. *Advances in experimental medicine and biology*. 875. 755-762. 10.1007/978-1-4939-2981-8_92.

O'Connor, W, (2017). Aquatic organisms. In: *Wildlife and Wind Farms - Conflicts and Solutions*, Volume 1. Onshore: Potential Effects. Pelagic Publishing. ISBN 9781784271190

O'Brien, S.H., Cook, A.S.C.P. & Robinson, R.A., (2017). Implicit assumptions underlying simple harvest models of marine bird populations can mislead environmental management decisions. *Journal of Environmental Management*. [e-journal] 201, 163–171. Disponible à l'adresse suivante: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.06.037>

OSPAR, 2009. Environmental impact of sand and gravel extraction in the OSPAR maritime area. OSPAR
Park, K. J., Turner, A. & Minderman, J., (2013). Integrating applied ecology and planning policy: the case of micro-turbines and wildlife conservation. *J Appl Ecol*, 50: 199–204.

Paula, A (2015). Compensation scenarios to deal with wind farm's impacts on birds: The challenges of moving from theory to practice. In: Köppel J and E Schuster (eds.), *Conf. on wind energy and wildlife impacts: Book of Abstracts*. Berlin, Germany, p. 51.

Pearce-Higgins, J. W., Stephen, L., Douse, A., & Langston, R. H. W., (2012). Greater impacts of wind farms on bird populations during construction than subsequent operation: results of a multi-site and multi-species analysis. *Journal of Applied Ecology*, 49(2), 386–394.

Pentecost, A., Willby, N. & Pitt, J-A., (2009). River macrophyte sampling: methodologies and variability. [pdf] Environment Agency. Disponible à l'adresse suivante:

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/291718/sc_ho1109brhi-e-e.pdf

Perrow, M.R., ed., (2017). Wildlife and Wind Farms, Conflicts and Solutions. Volume 1 Onshore: Potential effects. Exeter: Pelagic Publishing.

Perrow, M.R., ed., (2019). Wildlife and Wind Farms, Conflicts and Solutions. Volume 3 Offshore: Potential effects. Exeter: Pelagic Publishing.

Pescador, M., Gómez Ramírez, J.I. & Peris, S.J. (2019) Effectiveness of a mitigation measure for the lesser kestrel (*Falco naumanni*) in wind farms in Spain. Journal of Environmental Management, 231, Pages 919-925. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.10.094>

Petersen, I.K. & Fox, A.D., (2007). Changes in bird habitat utilisation around the Horns Rev 1 offshore wind farm, with particular emphasis on common scoter. NERI Report commissioned by Vattenfall A/S. National Environmental Research Institute, Ministry of the Environmental (Denmark). Disponible à l'adresse suivante: https://corporate.vattenfall.dk/globalassets/danmark/om_os/horns_rev/changes-in-bird-habitat.pdf

Petersen, K.J. & Malm, T. (2006). Offshore windmill farms: threats or possibilities to the marine environment. 35. 29-34.

Petersen, K.J. & Malm, T. (2006). Offshore windmill farms: threats or possibilities to the marine environment. 35. 29-34.

Pigasse, G., Kragh, J., Juhl, P. M., & Henriquez, V. C. (2012). Influence of barrier tops on noise levels: new BEM calculations. In Proceedings of the Baltic-Nordic Acoustics Meeting 2012

Pitteloud, J-D., & Gsänger, S., (2017). Small Wind World Report Summary. [pdf] World Wind Energy Association. Disponible à l'adresse suivante: https://www.wwindea.org/wp-content/uploads/filebase/small_wind_/SWWR2017-SUMMARY.pdf

Popper A N, Hawkins A D, Fay R R, Mann D A, Bartol S, Carlson T J, Coombs S, Ellison W T, Gentry R L, Halvorson M B, Løkkeborg S, Rogers P H, Southall B L, Zeddies D G, Tavalga W N, (2014). Sound Exposure Guidelines for Fishes and Sea Turtles. Springer Briefs in Oceanography, DOI 10. 1007/978-3-319-06659-2.

Raoux, Aurore & Dambacher, Jeffrey & Pezy, Jean-Philippe & Mazé, Camille & Dauvin, Jean-Claude & Niquil, Nathalie. (2017). Assessing cumulative soci-ecological impacts of offshore wind farm development in the Bay of Seine (English Channel). 89.

RenewableUK, (2014). Small and Medium Wind Strategy. The current and future potential of the sub-500 kW wind industry in the UK. [pdf] RenewableUK. Disponible à l'adresse suivante: https://cdn.ymaws.com/www.renewableuk.com/resource/resmgr/Docs/small_medium_wind_strategy_r.pdf

Reubens, Jan & Vandendriessche, Sofie & Derweduwen, J. & Degraer, Steven & Vincx, Magda. (2013). Offshore wind farms as productive sites for fishes?.

Reyes, Gabriel & Rodriguez, Meredith & Lindke, Kenneth & Ayres, Katherine & Halterman, Murrelet & Boroski, Brian & Johnston, David. (2016). Searcher efficiency and survey coverage affect precision of fatality estimates: Influence of Searcher Efficiency. The Journal of Wildlife Management. 80. 10.1002/jwmg.21126.

Richarz, K., (2014). Energiewende und Naturschutz – Windenergie im Lebensraum Wald. Statusreport und Empfehlungen. [pdf] Deutsche Wildtier Stiftung. Disponible à l'adresse suivante: <https://www.deutschewildtierstiftung.de/content/6-aktuelles/37-schluss-mit-windkraft-im-wald/deutsche-wildtier-stiftung-studie-windenergie-im-wald.pdf>

Rijkswaterstaat (2018) Inventory and assessment of models and methods used for describing, quantifying and assessing cumulative effects of offshore wind farms.

Rodrigues, Luisa & Bach, Lothar & Dubourg-Savage, Marie-Jo & Karapandža, Branko & Rnjak, Dina & Kervyn, Thierry & Dekker, Jasja & Kepel, Andrzej & Bach, Petra & Collins, J. & Harbusch, C. & Park, Kirsty & Micevski, Branko & Minderman, J., 2015. Guidelines for consideration of bats in wind farm projects Revision 2014.

Roemer, Charlotte & Disca, Thierry & Coulon, Aurélie & Bas, Yves. (2017). Bat flight height monitored from wind masts predicts mortality risk at wind farms. *Biological Conservation*. 215. 116-122. 10.1016/j.biocon.2017.09.002.

Rowe, J., A. Payne, A. Williams, D. O'Sullivan, and A. Morandi. (2017). Phased Approaches to Offshore Wind Developments and Use of Project Design Envelope. Final Technical Report to the U.S. Department of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management, Office of Renewable Energy Programs. OCS Study BOEM 2017-057. 161 pp. <https://www.boem.gov/Phased-Approaches-to-Offshore-Wind-Developments-and-Use-of-Project-Design-Envelope/>

Rydell J, Bach L, Dubourg-Savage M, Green M, Rodrigues L, Hedenstrom A (2010a) Bat mortality at wind turbines in northwestern Europe. *Acta Chiropt* 12:261–274

Schaub, M. & Abadi, F., (2011). Integrated population models: a novel analysis framework for deeper insights into population dynamics. [online] Available at: <https://boris.unibe.ch/9938/>

Scheidat M, Tougaard J, Brasseur S, Carstensen J, van Polanen Petel T, Teilmann J and Reijnders P. (2011). Harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) and wind farms: a case study in the Dutch North Sea *Environ. Res. Lett.* 6 025102 6

Scottish Natural Heritage (2016). Wind farm proposals on afforested sites - advice on reducing suitability for hen harrier, merlin and short-eared owl (January 2016).

Scottish Natural Heritage (2019). Bats and Onshore Wind Turbines: Survey, Assessment and Mitigation

Scottish Natural Heritage, (2018). Assessing the cumulative impacts of onshore wind farms on birds. Guidance. [pdf] Scottish Natural Heritage. Disponible à l'adresse suivante: <https://www.nature.scot/sites/default/files/2018-08/Guidance%20-%20Assessing%20the%20cumulative%20impacts%20of%20onshore%20wind%20farms%20on%20birds.pdf>

Scottish Natural Heritage, Natural England, Natural Resources Wales, RenewableUK, Scottish Power Renewables, Ecotricity Ltd, the University of Exeter and the Bat Conservation Trust, (2019). Bats and onshore wind turbines: Survey, assessment and mitigation [pdf] Scottish Natural Heritage. Disponible à l'adresse suivante: <https://www.nature.scot/sites/default/files/2019-01/Bats%20and%20onshore%20wind%20turbines%20-%20survey%2C%20assessment%20and%20mitigation.pdf>

Searle, K., Mobbs, D., Butler, A., Bogdanova, M., Freeman, S., Wanless, S. & Daunt, F. (2014). Population consequences of displacement from proposed offshore wind energy developments for seabirds breeding at Scottish SPAs (CR/2012/03). Report to Scottish Government

Simonis, J., Dalthorp, D., Huso, M., Mintz, J., Madsen, L., Rabie, P. & Studyvin, J., (2018). GenEst user guide—Software for a generalized estimator of mortality: U.S. Geological Survey Techniques and Methods. [online] U.S. Geological Survey. Disponible à l'adresse suivante: <https://doi.org/10.3133/tm7C19>

Smales, I., (2017). Modelling collision risk and populations. In: Perrow, M.R., ed., 2017. *Wildlife and Wind Farms, Conflicts and Solutions*. Volume 2 Onshore: Monitoring and Mitigation. Exeter: Pelagic Publishing. Ch 3.

Smallwood, (2017). Monitoring birds. In: Perrow, M.R., ed., (2017). *Wildlife and Wind Farms, Conflicts and Solutions*. Volume 2 Onshore: Monitoring and Mitigation. Exeter: Pelagic Publishing. Ch 1.

SMart Wind (2015a) Hornsea Project Two: Outline Code of Construction Practice

Smeeton, T. & George, P., (2014). Getting EIA in proportion. [online] Available at: <https://transform.iema.net/article/getting-eia-proportion>

Smith, G.F., O'Donoghue, P., O'Hara, K. & Delaney, E., (2011). Best Practice Guidance for Habitat Survey and Mapping. [pdf] The Heritage Council. Disponible à l'adresse suivante: https://www.heritagecouncil.ie/content/files/best_practice_guidance_habitat_survey_mapping_onscreen_version_2011_8mb.pdf

Smokorowski, K.E. & Randall, R.G., (2017). Cautions on using the Before-After-Control-Impact design in environmental effects monitoring programs. FACETS 2. [e-journal] pp. 212–232. Disponible à l'adresse suivante: <https://doi.org/10.1139/facets-2016-0058>

Southall, Brandon & Bowles, Ann & Ellison, William & Finneran, J.J. & Gentry, R.L. & Green, C.R. & Kastak, C.R. & Ketten, Darlene & Miller, James & Nachtigall, Paul & Richardson, W.J. & Thomas, Jeanette & Tyack, Peter. (2007). Marine mammal noise exposure criteria. Aquat. Mamm. 33.

Sparling, C.E., Thompson, D. & Booth, C.G. (2017). Guide to Population Models used in Marine Mammal Impact Assessment. JNCC Report No. 607. JNCC, Peterborough.

Steinborn, H., Reichenbach, M. & Timmermann, H., (2011). Windkraft—Vögel—Lebensräume. Ergebnisse einer siebenjährigen Studie zum Einfluss von Windkraftanlagen und Habitatparametern auf Wiesenvögel. [pdf] ARSU GmbH. Available at: https://www.arsu.de/sites/default/files/windkraft-voegel-lebensraeume_inhalt.pdf

Syvret, M., FitzGerald, A., Gray, M., Wilson, J., Ashley, M. & Ellis Jones, C. (2013). Aquaculture in Welsh Offshore Wind Farms: A feasibility study into potential cultivation in offshore wind farm sites. [pdf] Shellfish Association of Great Britain. Disponible à l'adresse suivante: <http://www.shellfish.org.uk/files/Literature/Projects-Reports/Project-Ref-ID-71-Co-location-Project-Ver.FR1.1.pdf>

Teilmann, Jonas & Carstensen, Jacob. (2012). Negative long term effects on harbour porpoises from a large scale offshore wind farm in the Baltic - Evidence of slow recovery. Environmental Research Letters. 7. 045101. 10.1088/1748-9326/7/4/045101.

Thaker, Maria & Zambre, Amod & Bhosale, Harshal. (2018). Wind farms have cascading impacts on ecosystems across trophic levels. Nature Ecology & Evolution. 2. 10.1038/s41559-018-0707-z.

Thaxter, C.B., Buchanan, G.M., Carr, J., Butchart, S.H.M, Newbold, T., Green, R.E., Tobias, J.A., Foden, W.B., O'Brien, S. & Pearce-Higgins, J.W. (2017). Bird and bat species' global vulnerability to collision mortality at wind farms revealed through a trait-based assessment. Proc. R. Soc. B. [e-journal] 284: 20170829. Disponible à l'adresse suivante: <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2017.0829>

Thaxter, C.B., Ross-Smith, V.H. & Cook, A.S.C.P. (2016) How high do birds fly? A review of current datasets and an appraisal of current methodologies for collecting flight height data: Literature Review. BTO Research Report No. 666. Thetford.

Thaxter, Chris & Burton, Niall. (2009). High Definition Imagery for Surveying Seabirds and Marine Mammals: A Review of Recent Trials and Development of Protocols.

Thompson, D., Onoufriou, J., Culloch, R; Milne, R. (2015) Current state of knowledge of the extent, causes and population effects of unusual mortality events in Scottish seals. Sea Mammal Research Unit, University of St Andrews, Report to Scottish Government, no. USD1 & 6, St Andrews, 22pp

Thompson, L., Hautala, S. & Kelly, K. (2005). Tidal character in local waters. [pdf] University of Washington. Disponible à l'adresse suivante: <http://faculty.washington.edu/luanne/pages/ocean420/notes/local.pdf>

Thomsen F, Lüdemann K, Kafemann R, Piper W. 2006. Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish, biola, Hamburg, Germany on behalf of COWRIE Ltd, Newbury, UK

Tillin H.M., Hull S.C., & Tyler-Walters, H. (2010). Development of a Sensitivity Matrix (pressures-MCZ/MPA features). Report to the Department of Environment, Food and Rural Affairs from ABPMer, Southampton and the Marine Life Information Network (MarLIN) Plymouth: Marine Biological Association of the UK. Defra Contract No. MB0102 Task 3A, Report No. 22.

http://randd.defra.gov.uk/Document.aspx?Document=MB0102_9721_TRP.pdf

Tomé, R., Canário, F., Leitão, A., Pires, N. & Repas, M. (2017) Radar Assisted Shutdown on Demand Ensures Zero Soaring Bird Mortality at a Wind Farm Located in a Migratory Flyway. *Wind Energy and Wildlife Interactions* (pp. 119-133). Springer.

Tomé, Ricardo & Canário, Filipe & Leitão, Alexandre & Pires, N. & Teixeira, I. & Cardoso, Paulo. (2011). Radar detection and turbine stoppage: Reducing soaring bird mortality at wind farms. *Proceedings Conference on Wind Energy and Wildlife Impacts*, 2-5 May 2011.

Topucki R & Perzanowski K., (2018). Case study: Effects of wind turbines on spatial distribution of the European hamster; in *Ecological Indicators*, Volume 84, January 2018, Pages 433-436

Vasilakis D, Whitfield P, Kati V. 2017 A balanced solution to the cumulative threat of industrialized wind farm development on cinereous vultures (*Aegypius monachus*) in south-eastern Europe. *PLoS ONE* 12(2): e0172685.doi:10.1371/journal.pone.0172685

Vasilakis D, Whitfield P., Schindler S., Poirazidis K & Kati V., (2016). Reconciling endangered species conservation with windfarm development: Cinereous vultures (*Aegypius monachus*) in south-eastern Europe; *Biological Conservation* 196 (2016) 10–17

Verfuss, U.K., Plunkett, R., Booth, C.G. & Harwood, J. (2016). Assessing the benefit of noise reduction measures during offshore wind farm construction on harbour porpoises. Report number SMRUC-WWF-2016-008. Provided to WWF UK, June, 2016.

Villegas-Patraca, Rafael & MacGregor-Fors, Ian & Ortiz-Martínez, Teresa & Pérez Sánchez, Clara Elena & Herrera-Alsina, Leonel & Muñoz-Robles, Carlos. (2012). Bird-Community Shifts in Relation to Wind Farms: A Case Study Comparing a Wind Farm, Croplands, and Secondary Forests in Southern Mexico. *The Condor*. 114. 711-719. 10.1525/cond.2012.110130.

Voigt C.C., Lehnert L.S., Petersons G., Adorf F. & Bach L. (2015). Wildlife and renewable energy; German politics cross migratory bats. *European Journal of Wildlife Research*, DOI 10.1007/s10344-015-0903-y (online first).

Voigt, C. C., Currie, S. E., Fritze, M., Roeleke, M., & Lindecke, O. (2018). Conservation strategies for bats flying at high altitudes. *BioScience*, 68, 427–435. <https://doi.org/10.1093/biosci/biy040>

Voigt, Christian & Popa-Lisseanu, Ana & Niermann, Ivo & Kramer-Schadt, Stephanie. (2012). The catchment area of wind farms for European bats: A plea for international regulations. *Biological Conservation*. 153. 80-86. 10.1016/j.biocon.2012.04.027.

Warwick-Evans, Victoria & Atkinson, Philip & Walkington, I. & Green, Jonathan. (2017). Predicting the impacts of windfarms on seabirds: an Individual Based Model. *Journal of Applied Ecology*. 10.1111/1365-2664.12996.

Watson, R.T., Kolar, P.S., Ferrer, M., Nygård, T., Johnston, N., Grainger Hunt, W., Smit-Robinson, H.A., Farmer, C.J., Huso, M. & Katzner, T.E., (2018). Raptor Interactions with Wind Energy: Case Studies from Around the World. *J. Raptor Res. [e-journal]* 52(1). Disponible à l'adresse suivante: <https://doi.org/10.3356/JRR-16-100.1>

Weber, N., Nagy, M., Hochradel, K., Mages, J., Naucke, A., Schneider, A., Stiller, F., Behr, O., Simon, R. (2018). Akustische Erfassung der Fledermausaktivität an Windenergieanlagen. In: Bestimmung des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore Windenergieanlagen in der Planungspraxis - Endbericht des Forschungsvorhabens gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Förderkennzeichen 0327638E). O. Behr et al. Erlangen / Freiburg / Ettiswil.

Wilhelmsson, D., Malm, T., Thompson, R.C., Tchou, J., Sarantakos, G., McCormick, N., Luitjens, S., Gullström, M., Edwards, J.K., Amir, O., & Dubi, A. (2010). Greening blue energy: identifying and managing the biodiversity risks and opportunities of offshore renewable energy.

Willmott, J., Costello, E.A, Gordon, C., Greg, F., Casto, S., Beaulac, G., Pilla, E., (2012). Bird and Bat Collision Risks & Wind Energy Facilities. Bird and Bat Collision Risks & Wind Energy Facilities. [pdf] Inter-American Development Bank. Disponible à l'adresse suivante: <https://publications.iadb.org/publications/english/document/Bird-and-Bat-Collision-Risks--Wind-Energy-Facilities.pdf>

Willstead, Edward & Jude, Simon & Gill, A. B. & Birchenough, Silvana. (2017). Obligations and aspirations: A critical evaluation of offshore wind farm cumulative impact assessments. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 10.1016/j.rser.2017.08.079.

Wind Power Monthly, (2018). Ten of the Biggest Turbines. [online] Haymarket Media Group Ltd. Available at: <https://www.windpowermonthly.com/10-biggest-turbines>

WindEurope (2017) Mainstreaming energy and climate policies into nature conservation – the role of wind energy in wildlife conservation.

WindEurope, (2017a). Wind energy in Europe: Scenarios for 2030. [pdf] WindEurope. Disponible à l'adresse suivante: <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/reports/Wind-energy-in-Europe-Scenarios-for-2030.pdf>

WindEurope, (2017b). Wind energy and on-site energy storage. Exploring market opportunities. [pdf] WindEurope. Disponible à l'adresse suivante: <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/policy/position-papers/WindEurope-Wind-energy-and-on-site-energy-storage.pdf>

WindEurope, (2018). Floating Offshore Wind Energy, A Policy Blueprint for Europe. [pdf] Available at: <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/policy/position-papers/Floating-offshore-wind-energy-a-policy-blueprint-for-Europe.pdf>

WindEurope, (2019). Wind energy in Europe in 2018. Trends and statistics. [pdf] WindEurope. Disponible à l'adresse suivante: <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/statistics/WindEurope-Annual-Statistics-2018.pdf>

WindEurope. Disponible à l'adresse suivante: <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/policy/position-papers/Floating-offshore-wind-energy-a-policy-blueprint-for-Europe.pdf>

Wisniewska D., Johnson M., Teilmann J., Rojano-Doñate L., Shearer J., Sveegaard S., Miller L.A., Siebert U. and Teglberg Madsen P. (2016); Ultra-High Foraging Rates of Harbor Porpoises Make Them Vulnerable to Anthropogenic Disturbance; Current Biology, Volume 26 (2016)

WWF Greece. 2008. Wind Farms and Birds: Statement of the environmental NGO WWF Greece regarding the collision of birds with wind farms. Available from: <http://politics.wwf.gr/images/stories/political/positions/BirdsWindFarmsWWF%20GR%20Position%20final.pdf>

9. ANNEXES

ANNEXE A – ÉTUDES DE CAS

Étude de cas	État membre	À terre/en mer		Bonne pratique en matière de																		
		À terre	En mer	Planification de l'espace	Cartographie de la sensibilité	Rééquipement	Démantèlement	Coopération des parties concernées	Approche fondée sur les risques	Approche de précaution	Caractère significatif	Évaluation des incidences	Évaluation cumulative	Mesures d'atténuation	Données	Suivi de référence	Suivi pendant la construction	Suivi après la construction	Oiseaux	Chauves-souris	Mammifères marins	Habitats
Étude de cas3-1: orientations sur la détermination de la portée géographique de l'évaluation des incidences cumulatives en rapport avec les populations d'oiseaux en Flandre (Belgique)	BE	X											X						X			
Étude de cas 3-2: traitement de l'évaluation des incidences cumulatives pour les éoliennes en mer aux Pays-Bas	NL		X										X		X				X		X	
Étude de cas 3-3: application du principe de précaution à la planification de l'espace pour l'énergie éolienne – Grand tétras en Forêt-Noire (Allemagne) (projet LIFE: LIFE98_NAT_D_005087)	DE	X		X	X					X					X				X			
Étude de cas 3-4: l'«enveloppe de Rochdale»: remédier à l'incertitude concernant la conception des projets – application au parc éolien en mer «Hornsea 3» d'Ørsted	UK	X								X					X							

Étude de cas	État membre	À terre/en mer		Bonne pratique en matière de																		
		À terre	En mer	Planification de l'espace	Cartographie de la sensibilité	Rééquipement	Démantèlement	Coopération des parties concernées	Approche fondée sur les risques	Approche de précaution	Caractère significatif	Évaluation des incidences	Évaluation cumulative	Mesures d'atténuation	Données	Suivi de référence	Suivi pendant la construction	Suivi après la construction	Oiseaux	Chauves-souris	Mammifères marins	Habitats
Étude de cas 3-5: coopération multipartite en Allemagne	DE	X	X	X				X			X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	
Étude de cas 3-6: coopération multipartite en France	FR	X					X			X	X		X	X	X	X	X	X	X	X		
Étude de cas 4-1: carte de la sensibilité aux parcs éoliens pour les oiseaux et les chauves-souris en Flandre (Belgique)	BE	X		X	X							X		X	X				X	X		
Étude de cas 4-2: carte de sensibilité des oiseaux planeurs au développement de l'énergie éolienne en Thrace (Grèce)	EL	X		X	X							X		X	X	X			X			
Étude de cas 4-3: SeaMaST (Seabird Mapping and Sensitivity Tool): outil d'évaluation des effets des parcs éoliens dans les eaux territoriales anglaises	UK		X	X	X							X							X			
Étude de cas 4-4: projet Edulis, exemple de production d'énergie éolienne et d'aquaculture combinées en mer du Nord (Belgique)	BE		X	X										X								
Étude de cas 4-5: rétablissement de l'huître plate dans les parcs éoliens en mer (Pays-Bas)	NL		X	X										X								X

Étude de cas	État membre	À terre/en mer		Bonne pratique en matière de																		
		À terre	En mer	Planification de l'espace	Cartographie de la sensibilité	Rééquipement	Démantèlement	Coopération des parties concernées	Approche fondée sur les risques	Approche de précaution	Caractère significatif	Évaluation des incidences	Évaluation cumulative	Mesures d'atténuation	Données	Suivi de référence	Suivi pendant la construction	Suivi après la construction	Oiseaux	Chauves-souris	Mammifères marins	Habitats
Étude de cas 5-1: effets de la construction d'éoliennes dans la région de Dobrogea (sud-est de la Roumanie) sur les pelouses steppiques	RO	X										X			X							X
Étude de cas 5-2: RENEBAT II et RENEBAT III/ProBat	DE	X	X											X						X		
Étude de cas 5-3: utilisation de dispositifs acoustiques à ultrasons comme système d'éloignement des chauves-souris	International	X	X											X				X		X		
Étude de cas 5-4: utilisation combinée d'un radar et d'observations directes afin d'estimer le risque de collision pour les pélicans dans un projet de parc éolien sur la côte ouest du Cap, en Afrique du Sud	International	X										X		X	X	X			X			
Étude de cas 5-5: approche en matière d'évaluation du caractère significatif en ce qui concerne les oiseaux et l'énergie éolienne en Flandre (Belgique)	BE	X									X								X			
Étude de cas 5-6: GenEst, outil d'évaluation de la mortalité par collision dans les aménagements éoliens	International	X										X							X	X		

Étude de cas	État membre	À terre/en mer		Bonne pratique en matière de																		
		À terre	En mer	Planification de l'espace	Cartographie de la sensibilité	Rééquipement	Démantèlement	Coopération des parties concernées	Approche fondée sur les risques	Approche de précaution	Caractère significatif	Évaluation des incidences	Évaluation cumulative	Mesures d'atténuation	Données	Suivi de référence	Suivi pendant la construction	Suivi après la construction	Oiseaux	Chauves-souris	Mammifères marins	Habitats
Étude de cas 5-7: recensement des effets de déplacement sur l'aigle royal (<i>Aquila chrysaetos</i>) grâce au suivi par GPS en France	FR	X		X								X			X	X	X	X	X			
Étude de cas 5-8: arrêt à la demande avec l'aide d'un observateur (Tarifa, Espagne)	ES	X												X				X	X			
Étude de cas 5-9: arrêt à la demande assisté par radar, parc éolien de Barão de São João, Portugal	PT	X												X				X	X			
Étude de cas 5-10: arrêt lors de la récolte en Allemagne	DE	X												X					X			
Étude de cas 5-11: visibilité accrue des pales et mâts d'éoliennes peints au parc éolien de Smøla, en Norvège	NO	X												X					X			
Étude de cas 5-12: utilisation d'un système automatique de prévention des collisions destiné à réduire l'incidence des collisions sur les pélicans (<i>Pelecanus crispus</i> et <i>Pelecanus onocrotalus</i>) au parc éolien de Prespa, en Grèce	EL	X												X					X			

Étude de cas	État membre	À terre/en mer		Bonne pratique en matière de																		
		À terre	En mer	Planification de l'espace	Cartographie de la sensibilité	Rééquipement	Démantèlement	Coopération des parties concernées	Approche fondée sur les risques	Approche de précaution	Caractère significatif	Évaluation des incidences	Évaluation cumulative	Mesures d'atténuation	Données	Suivi de référence	Suivi pendant la construction	Suivi après la construction	Oiseaux	Chauves-souris	Mammifères marins	Habitats
Étude de cas 5-13: gestion des habitats destinée à réduire le risque de <i>collision pour</i> le faucon crécerellette (<i>Falco naumanni</i>), Espagne	ES	X										X		X				X	X			X
Étude de cas 5-14: réduction du risque de collision du pygargue à queue blanche (<i>Haliaeetus albicilla</i>) dans le contexte du rééquipement du parc éolien de Smøla, Norvège	NO	X	X			X						X		X					X			
Étude de cas 5-15: réduire le risque de collision des espèces de sternes en procédant au rééquipement du parc éolien de Zeebruges, Belgique.	BE	X	X			X						X		X				X	X	X		
Étude de cas 6-1: rétablissement d'un habitat dégradé lors de la construction du parc éolien en mer d'Anholt au Danemark	DK		X											X								X
Étude de cas 6-2: estimation de l'altitude de vol des oiseaux de mer à l'aide d'un LiDAR	Internatio nal		X													X	X	X	X			

Étude de cas	État membre	À terre/en mer		Bonne pratique en matière de																		
		À terre	En mer	Planification de l'espace	Cartographie de la sensibilité	Rééquipement	Démantèlement	Coopération des parties concernées	Approche fondée sur les risques	Approche de précaution	Caractère significatif	Évaluation des incidences	Évaluation cumulative	Mesures d'atténuation	Données	Suivi de référence	Suivi pendant la construction	Suivi après la construction	Oiseaux	Chauves-souris	Mammifères marins	Habitats
Étude de cas 6-3: modèles de population de mammifères marins	UK		X												X						X	
Étude de cas 6-4: évaluation de l'incidence du bruit du battage sur les mammifères marins, Allemagne	DE		X								X	X									X	
Étude de cas 6-5: conditions d'obtention d'un permis de construire un parc éolien en mer en Suède en relation avec les marsouins communs	SE		X		X						X	X		X							X	
Étude de cas 6-6: atténuation des effets du bruit du battage sur les mammifères marins, Allemagne	DE		X									X		X							X	
Étude de cas 7-1: études avant et après la construction concernant les effets sur les oiseaux dans le parc éolien de Storrun, dans la région montagneuse du nord de la Suède	SE	X		X								X			X	X		X	X			
Étude de cas 7-2: protocole de suivi en France	FR	X							X			X		X				X	X	X		
Étude de cas 7-3: amélioration de l'utilisation et de la transparence des		X			X										X			X	X			

Étude de cas	État membre	À terre/en mer		Bonne pratique en matière de																		
		À terre	En mer	Planification de l'espace	Cartographie de la sensibilité	Rééquipement	Démantèlement	Coopération des parties concernées	Approche fondée sur les risques	Approche de précaution	Caractère significatif	Évaluation des incidences	Évaluation cumulative	Mesures d'atténuation	Données	Suivi de référence	Suivi pendant la construction	Suivi après la construction	Oiseaux	Chauves-souris	Mammifères marins	Habitats
données sur les oiseaux collectées par les GRT																						
Étude de cas 7-4: étude acoustique des mammifères marins de la côte est (ECOMMAS)	UK		X	X	X							X									X	
Étude de cas 7-5: gérer l'incertitude dans les évaluations des effets cumulatifs, Belgique	BE		X										X	X	X		X	X	X	X	X	X
Étude de cas 7-6: exemples d'approches de gestion adaptative dans les États membres de l'Union	ÉM UE	X							X									X	X	X		
Étude de cas 7-7: programme éolien écologique en mer néerlandais (Wozep)	NL		X												X		X	X	X	X	X	X

ANNEXE B – INITIATIVES INTERNATIONALES

Le présent chapitre présente les principales conventions relatives aux énergies renouvelables (telles que l'énergie éolienne) et à la préservation de la biodiversité en Europe. Plusieurs conventions ont également adopté des recommandations et des résolutions particulières concernant les parcs éoliens et la biodiversité.

Conventions et accords internationaux intéressant la nature et la biodiversité

L'Union européenne et ses États membres, ainsi que la plupart des autres pays européens, sont parties à diverses conventions et divers accords environnementaux internationaux. Les cadres juridiques européen et nationaux concernant la nature et la préservation de la biodiversité doivent donc tenir dûment compte des engagements pris en vertu de ces conventions et accords.

Ces conventions et ces accords ont contribué à façonner le cadre juridique de la politique et de la législation en matière de biodiversité de l'Union. Ils ont aussi contribué à définir la relation entre l'Union et les autres pays. Plusieurs de ces conventions et accords ont également adopté des recommandations et des résolutions spécifiques portant sur les infrastructures énergétiques et la faune sauvage, notamment concernant les lignes électriques aériennes.

Convention sur la diversité biologique (CDB)¹⁴⁵

Adoptée en juin 1992 à Rio de Janeiro, la convention sur la biodiversité (CBD) est un traité mondial qui a étendu le champ d'application de la préservation de la biodiversité, qui ne concerne plus seulement les espèces et les habitats, mais également l'utilisation durable des ressources biologiques au profit de l'humanité. À l'heure actuelle, 193 pays sont parties à la convention.

Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (convention de Berne)¹⁴⁶

La convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe, aussi connue sous le nom de convention de Berne, est entrée en vigueur en 1982. Elle a joué un rôle important dans l'intensification des travaux sur la préservation de la biodiversité en Europe. Elle a été ratifiée par l'Union européenne, par quatre pays d'Afrique, et par 45 États membres du Conseil de l'Europe. Un objectif important de la convention est la création du réseau Émeraude¹⁴⁷, qui se compose de zones d'intérêt spécial pour la conservation (ZISC). Ce réseau fonctionne suivant les mêmes principes que le réseau Natura 2000 de l'Union. En 2004, le Comité permanent de la Convention de Berne a adopté une recommandation (n° 110) sur l'atténuation des nuisances des installations aériennes de transport d'électricité (lignes électriques) pour les oiseaux¹⁴⁸. En 2011, le Comité permanent a demandé aux parties à la convention de transmettre deux fois par an un rapport sur l'état d'avancement de la mise en œuvre de la recommandation n° 110.

Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage¹⁴⁹

La convention sur les espèces migratrices, ou «convention de Bonn», vise à protéger les espèces migratrices dans toute leur aire de répartition géographique naturelle. Elle est entrée en vigueur en 1983 et est signée à ce jour par 116 parties. Plusieurs résolutions, recommandations et accords signés au titre de cette convention régissent la gestion des problèmes existant entre les animaux migrateurs et les infrastructures énergétiques, en particulier les lignes électriques aériennes. Celles-ci sont présentées brièvement ci-après.

La **résolution 7.4**¹⁵⁰ de la Convention, relative à l'électrocution d'oiseaux migrateurs, demande à toutes les parties et non-parties de mettre un frein à la croissance du risque d'électrocution en prenant les mesures appropriées pour la planification et la construction des lignes.

Catalogue de mesures figurant dans le document UNEP/CMS/Inf.7.21

¹⁴⁵ <https://www.cbd.int/>

¹⁴⁶ www.coe.int/t/dg4/cultureheritage/nature/bern/default_fr.asp

¹⁴⁷ <https://www.coe.int/fr/web/bern-convention/emerald-network>.

¹⁴⁸ [https://wcd.coe.int/wcd/ViewDoc.jsp?Ref=Rec\(2004\)110&Language=lanFrench&Ver=original&Site=DG4-Nature&BackColorInternet=DBDCF2&BackColorIntranet=FDC864&BackColorLogged=FDC864](https://wcd.coe.int/wcd/ViewDoc.jsp?Ref=Rec(2004)110&Language=lanFrench&Ver=original&Site=DG4-Nature&BackColorInternet=DBDCF2&BackColorIntranet=FDC864&BackColorLogged=FDC864)

¹⁴⁹ <https://www.cms.int/fr/>

¹⁵⁰ Disponible, par exemple, à l'adresse suivante:

https://www.cms.int/sites/default/files/document/Inf08_Resolutions_and_Recommendations_F_0.pdf

Le **plan d'action** du mémorandum d'entente sur la conservation des oiseaux de proie migrateurs d'Afrique et d'Eurasie (Rapaces)¹⁵¹ considère les lignes électriques comme la principale menace pour les oiseaux et formule une action prioritaire pour réduire leurs effets. Le plan vise à «promouvoir autant que possible des normes environnementales rigoureuses, notamment pas des études d'impact environnemental, dans la planification et la construction d'infrastructures afin de minimiser leur impact sur les espèces, en particulier par des collisions et électrocutions, et chercher à minimiser l'impact des infrastructures existantes lorsqu'il devient évident qu'elles ont un impact négatif sur les espèces concernées».

Le plan d'action propose les quatre activités ci-après en ce qui concerne les lignes électriques et les rapaces.

- Examiner la législation pertinente et entreprendre des démarches, quand cela s'avère possible, pour s'assurer que cette législation exige que toutes les nouvelles lignes électriques soient conçues de manière à éviter l'électrocution des oiseaux de proie.
- Mener des analyses de risque sur les sites importants afin d'identifier et de traiter les causes de mortalité accidentelle réelles ou potentielles d'origine humaine (dont les incendies, le dépôt de poisons, l'usage de pesticides, les lignes électriques et les éoliennes).
- Là où c'est faisable, entreprendre les actions nécessaires pour s'assurer que les lignes électriques existantes qui constituent le plus grand risque pour les oiseaux de proie soient modifiées pour éviter leur électrocution.
- Surveiller les incidences des lignes électriques et des parcs éoliens sur les oiseaux de proie, notamment en analysant les données existantes telles que les données de baguage.

L'accord sur la conservation des oiseaux d'eau migrateurs d'Afrique-Eurasie (AEWA)¹⁵² appelle à une action coordonnée concernant les pistes ou voies de migration des oiseaux d'eau migrateurs. Il est entré en vigueur en 1999. Il couvre 119 pays et 235 espèces d'oiseaux d'eau. L'Union européenne a ratifié l'AEWA en 2005.

L'accord relatif à la conservation des populations de chauves-souris d'Europe (Eurobats)¹⁵³ vise à protéger les 45 espèces de chauves-souris qui sont recensées en Europe. Il est entré en vigueur en 1994. Il a été ratifié à ce jour par 32 pays. La mise en œuvre de stratégies communes de préservation et le partage international d'expériences en sont les principales activités. La résolution 8.4 traite explicitement des éoliennes et des populations de chauves-souris¹⁵⁴.

L'accord sur la conservation des petits cétacés de la mer Baltique et de la mer du Nord (ASCOBANS)¹⁵⁵ est entré en vigueur en 1991. Il a pour objectif de coordonner les mesures visant à réduire l'incidence négative des captures secondaires, de la perte d'habitat, de la pollution de l'environnement marin et des perturbations acoustiques entre les dix parties. Une résolution sur les effets sonores nuisibles sur les petits cétacés, qui présente de l'intérêt au regard de l'incidence potentielle des infrastructures énergétiques, a été adoptée en 2006.

L'accord sur la conservation des cétacés de la Méditerranée et de la mer Noire, et de la zone atlantique adjacente (ACCOBAMS)¹⁵⁶ est un cadre de coopération qui vise à préserver la biodiversité marine dans la mer Méditerranée et dans la mer Noire. Son objectif principal est de réduire la menace qui pèse sur les cétacés dans ces mers et d'améliorer les connaissances à ce sujet. L'accord est entré en vigueur en 2001.

Convention sur les zones humides d'importance internationale (Ramsar)¹⁵⁷

La convention sur les zones humides d'importance internationale, aussi connue sous le nom de «convention de Ramsar», est un traité intergouvernemental qui sert de cadre à l'action nationale et à la coopération internationale pour la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides et de leurs ressources. Elle a été adoptée en 1971 et modifiée en 1982, puis en 1987. Elle compte actuellement 160 parties contractantes et 2 006 sites, répartis dans le monde entier, ont jusqu'ici été ajoutés à la liste «Ramsar» des zones humides d'importance internationale. La convention ne prévoit pas

¹⁵¹ <http://www.cms.int/fr/species/raptors/index.htm>.

¹⁵² <https://www.unep-aewa.org/fr/>

¹⁵³ www.eurobats.org

¹⁵⁴ https://www.eurobats.org/sites/default/files/documents/pdf/Standing_Committee/Doc.StC14-AC23.15-DraftResolution8.4_WindTurbines.pdf

¹⁵⁵ www.ascobans.org

¹⁵⁶ <https://accobams.org/fr/>

¹⁵⁷ www.ramsar.org/fr

la ratification par des organismes supranationaux tels que l'Union européenne, mais tous les États membres de l'Union y sont parties.

Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est (OSPAR)¹⁵⁸

L'OSPAR définit les modalités de la coopération internationale sur une série de questions dont: i) la préservation de la biodiversité et des écosystèmes marins; ii) l'influence de l'eutrophisation et des substances dangereuses; ainsi que iii) le suivi et l'évaluation. Fruit de la fusion de la convention d'Oslo (1972) et de la convention de Paris (1974), elle a vu le jour en 1992. Plusieurs études d'incidence potentielle des infrastructures énergétiques sur l'environnement marin ont été lancées sous les auspices de cette convention.

Convention sur la protection de l'environnement marin de la zone de la mer Baltique (HELCOM)¹⁵⁹

HELCOM, ou la «convention d'Helsinki», couvre le bassin de la mer Baltique et toutes les eaux intérieures situées dans son bassin hydrographique. Elle a été adoptée en 1980 et modifiée en 1992. L'Union européenne et tous les pays riverains de la mer Baltique y sont parties.

Convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution (convention de Barcelone)¹⁶⁰

La convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution, aussi connue sous le nom de «convention de Barcelone», vise essentiellement à réguler et à réduire l'impact négatif de tous types de pollution dans le bassin méditerranéen. Elle a été adoptée en 1976 et modifiée en dernier lieu en 1995. La plupart des pays riverains de la mer l'ont signée.

¹⁵⁸ www.ospar.org

¹⁵⁹ www.helcom.fi

¹⁶⁰ www.unep.ch/regionalseas/regions/med/t_barcel.htm

ANNEXE C – ÉVALUATION APPROPRIÉE

Tableau 9-1: exemples d'approches relevant des bonnes pratiques en vue de surmonter les incertitudes généralement rencontrées lors de l'évaluation d'un aménagement éolien

Incertitude	Bonne pratique	
	Plan	Projet
Importance du lieu d'implantation des aménagements éoliens pour l'intégrité du réseau Natura 2000 lors de la phase de sélection du site de l'aménagement.	Réaliser une cartographie de la sensibilité de la faune et de la flore sauvages à l'échelle régionale/nationale afin de déterminer un gradient de contrainte pour l'aménagement éolien.	Utiliser cette cartographie de la sensibilité de la faune et de la flore sauvages à l'échelle régionale/nationale pour déterminer des lieux d'implantation et, le cas échéant, réaliser une cartographie de la sensibilité de la faune et de la flore sauvages à l'échelle spatiale du projet.
Connaissance incomplète des conditions de départ.		
Exemples: • l'étendue et la qualité des habitats benthiques marins; • la répartition et l'abondance des mammifères marins et des oiseaux en mer; • la répartition, la taille et le type de gîtes des chauves-souris.	Mettre en œuvre des programmes d'étude régionaux/nationaux afin de combler les lacunes dans les connaissances dans la zone d'étude du plan.	Mettre en œuvre des programmes d'étude afin de combler les lacunes dans les connaissances dans la zone d'étude du projet.
Connaissance incomplète du comportement des espèces.		
Exemples: • les itinéraires de recherche de nourriture des chauves-souris; • le comportement de recherche de nourriture nocturne des oiseaux terrestres et marins; • l'altitude de vol et la vitesse des oiseaux en vol.	Mettre en œuvre des programmes de recherche régionaux/nationaux afin de combler les lacunes dans les connaissances.	Réaliser des études pour combler les lacunes dans les connaissances pertinentes pour la zone d'étude du projet, ou recueillir l'avis de spécialistes nationaux ou internationaux.
Attribuer les effets à une ZSC/ZPS, en particulier lorsque l'espèce est dispersée dans la population plus vaste.	Mettre en œuvre des programmes de recherche régionaux/nationaux afin de combler les lacunes dans les connaissances.	En l'absence d'approche concertée avec l'autorité nationale compétente, mettre en place un groupe de travail d'expert incluant l'autorité nationale compétente afin d'établir une approche concertée de l'attribution des effets à une ZSC individuelle.
Précision des modèles de prévision.	Présenter de manière claire et transparente les niveaux d'incertitude relative aux prévisions. Évaluer le caractère significatif à l'aide des prévisions et des limites de confiance supérieures et inférieures qui y sont associées.	Présenter de manière claire et transparente les niveaux d'incertitude relative aux prévisions. Évaluer le caractère significatif à l'aide des prévisions et des limites de confiance supérieures et inférieures qui y sont associées.
Exemples: • les modèles de risque de collision pour les oiseaux; • les modèles de population des espèces pour les mammifères marins et les oiseaux.	Mettre en place un groupe de travail d'expert incluant l'autorité nationale compétente afin d'établir une approche concertée de la détermination du caractère significatif sur la base d'une modélisation prédictive. Modèles de population des espèces à l'échelle régionale/nationale (nécessite des données de référence régionales/nationales).	Mettre en place un groupe de travail d'expert incluant l'autorité nationale compétente afin d'établir une approche concertée de la détermination du caractère significatif sur la base d'une modélisation prédictive. Modèles de population des espèces à l'échelle du ou des sites Natura 2000 au sein de la zone d'étude du projet (nécessite des données de référence au niveau du site Natura 2000).

ANNEXE D – MANUEL DE CARTOGRAPHIE DE LA SENSIBILITÉ DE LA FAUNE ET DE LA FLORE SAUVAGES

Le manuel de cartographie de la sensibilité de la faune et de la flore sauvages donne un aperçu complet des ensembles de données, des méthodes, et des applications SIG nécessaires pour mettre au point des approches efficaces de la cartographie de la sensibilité de la faune et de la flore sauvages au sein de l'Union. Le manuel rassemble les informations nécessaires pour élaborer ces approches pour un certain nombre de technologies d'énergie renouvelable, dont l'énergie éolienne, solaire et océanique. Le manuel se concentre sur plusieurs attributs essentiels de la faune et de la flore sauvages. Il traite de toutes les espèces et tous les habitats protégés par les directives de l'Union relatives à la conservation de la nature, en particulier les oiseaux, les chauves-souris et les mammifères marins. Il inclut des recommandations essentielles sur les types de données et les analyses de sensibilité les plus adaptées. Il contient aussi de très nombreux liens vers des sites web et des documents externes qui fournissent de plus amples informations et des exemples.

Le manuel est un outil interactif. Les utilisateurs peuvent parcourir son contenu à l'aide des icônes de la barre de navigation ou en suivant les liens dans les intitulés des différents chapitres et sous-chapitres. À cet égard, le manuel est conçu de manière assez semblable à un site web.

Certains éléments essentiels du manuel sont présentés ci-après, et de façon plus détaillée dans la suite de la présente annexe:

- une approche étape par étape de la cartographie de la sensibilité de la faune et de la flore sauvages;
- l'élaboration d'un système de notation de la sensibilité;
- une vue d'ensemble des données spatiales sur la biodiversité;
- des recommandations essentielles.

Ce manuel est un des produits livrables du projet de la Commission européenne «Examen et atténuation des incidences du développement des énergies renouvelables sur les habitats et les espèces protégés en vertu des directives Oiseaux et Habitats»¹⁶¹.

Une approche étape par étape de la cartographie de la sensibilité de la faune et de la flore sauvages

Déterminer les types d'énergies renouvelables à couvrir et les espèces et les habitats susceptibles d'être affectés.
Quelles infrastructures d'énergie renouvelable seront couvertes (éoliennes, solaires, géothermiques, océaniques)?
Quelles espèces ou quels habitats sont susceptibles d'être affectés? Comment sont-ils susceptibles d'être affectés?

Espèces/habitats affectés

- Examiner les espèces/habitats susceptibles de coïncider avec l'aménagement (à n'importe quel stade de son cycle de vie) – et examiner toutes les phases de leur cycle biologique (reproduction, migration, non-reproduction, etc.).
- Examiner différentes phases de développement (par exemple, construction, phases opérationnelles) ainsi que les infrastructures connexes (par exemple, implications des connexions du réseau avec les lignes de transport d'électricité).
- Examiner quelles espèces/quels habitats sont sensibles à l'aménagement (caractéristiques, dynamique de la population).
- Examiner quelles espèces/quels habitats sont dans un état de conservation préoccupant (par exemple, ceux répertoriés dans les directives «Oiseaux» et «Habitats»).

Incidences probables

- Examiner quelles sont les incidences sur les espèces: perte et dégradation des habitats; collision avec les infrastructures; évitement; déplacement; et effets de barrière.

Compiler les ensembles de données de répartition sur les espèces et les habitats sensibles et d'autres facteurs pertinents.

Analyser quelles données de répartition sont disponibles et examiner s'il y a lieu de collecter des données supplémentaires.

¹⁶¹

https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/natura_2000_and_renewable_energy_developments_en.htm

- Si les ensembles de données ne couvrent pas tout l'espace en question, examiner s'il est nécessaire de recourir à la modélisation, sur la base de prédictors des habitats et du site, pour prévoir la répartition sur les sites échantillonnés (par exemple, modélisation de la surface de densité).
- Il est également important de mettre ouvertement en évidence les lacunes dans les données et autres points faibles méthodologiques.

Élaborer un système de notation de la sensibilité

Attribuer des notes de sensibilité aux espèces et aux habitats sur la base des caractéristiques mises en évidence (comportement de l'espèce, fragilité de l'habitat, état de conservation, etc.).

Générer la carte.

Quels sont le format cartographique et le logiciel SIG les plus adéquats? Quelle est l'unité cartographique la plus adéquate?

- Générer une grille sur la base d'une unité cartographique adéquate et superposer les répartitions des espèces (ou modèles) et éventuellement d'autres ensembles de données utiles, notamment les zones tampons pertinentes.
- Déterminer les espèces présentes dans chaque cellule de la grille [autrement dit, là où l'emplacement d'une espèce (ou une partie d'une zone tampon) est inclus dans un carré de la grille].
- Pour chaque carré de la grille, calculer une note à l'aide du système de notation de la sensibilité des espèces.

Interprétation

Quel est le lien entre les notes de sensibilité et le risque? Comment faut-il interpréter la carte?

- Regrouper les notes de sensibilité dans des catégories indicatives de leur niveau de sensibilité (par exemple, très élevée, élevée, moyenne, faible). En cas de lacunes dans les données, il n'est pas recommandé d'attribuer une sensibilité «faible» aux zones. Dans ce cas, il est préférable d'utiliser les termes sensibilité «inconnue» ou «incertaine». De temps à autre, des catégories sont choisies qui indiquent une prescription particulière (par exemple, zones interdites par opposition aux zones à faible risque).
- Élaborer des instructions pour accompagner la carte et expliquer en détail quelles données sont utilisées, comment la carte est générée, comment elle doit être interprétée et quelles sont les mises en garde concernant l'interprétation.

Élaborer un système de notation de la sensibilité

Certaines cartes de sensibilité de la faune et de la flore sauvages se contentent de présenter des données biologiques de façon visuelle et laissent à l'utilisateur final le soin d'interpréter les données. Cependant, dans la plupart des cas, la seule connaissance de l'ampleur d'une caractéristique biologique, par exemple la répartition d'une espèce d'oiseau vulnérable ou l'emplacement d'un gîte de chauves-souris, n'a qu'un intérêt limité. Ce qu'il faut, outre cette connaissance, c'est une interprétation qui montre ce que l'incidence d'une caractéristique biologique particulière signifie pour l'aménagement éolien potentiel.

L'interprétation la plus simple consiste à désigner collectivement l'ensemble des couches de données comme sensibles. La seule manière d'enjoliver les explications pourrait être de créer des zones tampons autour des caractéristiques afin de représenter la dispersion (par exemple, la dispersion connue depuis un gîte) ou eu égard à l'incertitude quant à l'exactitude des données. Il est possible que certaines caractéristiques, par exemple une colonie de vautours, se voient attribuer une zone tampon de plusieurs kilomètres, tandis que d'autres, telles que certaines colonies de chauves-souris, recevront une zone tampon plus petite.

Les zones tampons doivent être déterminées:

- en référence à un protocole établi utilisé ailleurs dans le cadre d'approches similaires;
- en référence à des paramètres biologiques connus tels qu'indiqués dans la littérature spécialisée (par exemple, la taille de l'aire de répartition documentée d'une espèce particulière d'oiseau nicheur);
- conformément au principe de précaution, en reconnaissant les limites des données et des connaissances.

Dans certaines approches, toutes les caractéristiques de la sensibilité et les éventuelles zones tampons connexes sont décrites comme des «zones interdites», dans lesquelles il est recommandé de ne mettre en œuvre aucun projet. Cependant, la majorité des approches de cartographie de la sensibilité de la faune et de la flore sauvages évitent d'établir un pronostic aussi absolu eu égard aux limites des données spatiales et des techniques de cartographie. En effet, dans certaines circonstances, bien que limitées, il peut être possible d'atténuer suffisamment les incidences même à des endroits très sensibles, de telle sorte que le projet puisse être mis en œuvre.

La plupart des approches de cartographie de la sensibilité de la faune et de la flore sauvages donnent un gradient de sensibilité. Dans sa forme la plus simple, il peut s'agir de classer certaines caractéristiques essentielles, telles que les zones protégées, dans la catégorie des zones interdites, et les sites moins sensibles, secondaires, parmi les sites où le projet pourrait poser problème et où la prudence est recommandée. Des exercices de cartographie plus complexes attribuent la sensibilité en pondérant les caractéristiques par rapport à des paramètres connus qui accroissent la sensibilité. Les facteurs qui exacerbent la sensibilité entrent généralement dans les catégories suivantes: caractéristiques de l'espèce, caractéristiques de l'habitat, dynamique de la population et état de conservation.

- **Caractéristiques de l'espèce**

Comportement de l'espèce: certaines espèces sont plus sensibles aux aménagements éoliens en raison de certains traits de comportement. Le degré d'exposition pourrait être le facteur le plus significatif à la base de la sensibilité d'une espèce. Par exemple, les espèces d'oiseaux et de chauves-souris qui sont les plus susceptibles d'entrer en collision avec les éoliennes sont probablement celles qui passent le plus de temps en vol à une altitude correspondant à la zone de balayage du rotor, approximativement entre 30 et 150 m au-dessus du sol.

Morphologie de l'espèce: certaines espèces peuvent être plus sensibles en raison de leur morphologie. Par exemple, les espèces de chauves-souris dont les ailes sont conçues pour le vol rapide en plein air sont plus susceptibles d'entrer en collision avec les éoliennes. Chez les oiseaux, la charge alaire (le rapport entre la superficie alaire et le poids corporel) est aussi considérée comme un facteur essentiel du risque de collision. La structure oculaire peut également être un facteur clé. Le champ de vision des vautours fauves comporte, par exemple, une petite zone binoculaire et d'importants angles morts au-dessus, en dessous et derrière la tête, qui peuvent fréquemment les empêcher de voir dans le sens du déplacement.

Comportement migrateur: certaines espèces peuvent être plus sensibles en raison de la nature de leur migration. Par exemple, certaines espèces migrent selon des itinéraires bien définis et apparaissent donc en concentrations élevées. Si des infrastructures d'énergie renouvelable se trouvent sur ces itinéraires, en particulier sur les principaux sites de congestion, la probabilité d'une incidence est accrue.

- **Caractéristiques de l'habitat**

Fragilité de l'habitat: certains habitats sont plus sensibles aux projets d'énergie renouvelable.

Dépendance à l'habitat: certaines espèces dépendent d'une variété limitée d'habitats et pourraient être compromises si une part trop importante de cet habitat est exposée à l'aménagement.

- **Dynamique de la population**

Proportion de la population mondiale/régionale/nationale. Plus la proportion de la population qui serait affectée est grande, plus la sensibilité est élevée.

Traits liés au cycle biologique La mortalité directe, telle que celle due aux collisions avec les éoliennes, est plus susceptible d'avoir des effets au niveau de la population chez les espèces caractérisées par des taux de reproduction plus lents et par une plus grande dépendance à la survie des adultes.

- **État de conservation**

État de conservation au niveau mondial, de l'Union, régional ou national. Il est particulièrement important de déterminer les espèces dont l'état de conservation est préoccupant, telles que celles répertoriées parmi les espèces menacées au niveau mondial sur la liste rouge de l'UICN, sur les listes rouges nationales ou dans les directives de l'Union relatives à conservation de la nature.

Une fois qu'une liste des espèces et habitats menacés a été créée, une note peut leur être attribuée pour leur niveau de sensibilité. Ces listes devraient être établies sur la base d'un examen approfondi de la littérature scientifique et après consultation des principaux experts. La notation des paramètres, tels que l'altitude de vol ou le taux d'évitement des collisions, devrait être fondée sur des données expérimentales. Cela ne sera cependant pas toujours possible et il pourrait être nécessaire d'extrapoler à partir de paramètres connus pour les taxons étroitement liés. Il est à noter que les comportements et les réponses peuvent varier considérablement même parmi des espèces taxonomiquement proches.

Exemple théorique de l'application d'un système de notation de la sensibilité

Dans cet exemple théorique simple, quatre espèces sont notées par rapport à leur sensibilité à une forme d'énergie renouvelable. La répartition spatiale des quatre espèces est introduite dans un système de grille. Dans chaque carré de la grille, les notes des espèces présentes sont additionnées pour créer une note globale pour chaque cellule de la grille et donc une carte de sensibilité rudimentaire.

ÉTAPE 1: les quatre espèces sont notées sur les traits de leur morphologie, de leur comportement et de la dynamique de leur population qui influencent leur sensibilité et leur état de conservation. Ces notes sont ensuite additionnées pour produire une note de sensibilité globale (voir l'exemple de système de notation). Dans le présent exemple, les espèces considérées comme ayant une sensibilité élevée ou très élevée en relation avec un paramètre sont automatiquement placées dans la catégorie «ÉLEVÉE», quelle que soit leur note pour les autres paramètres.

Note de morphologie/comportement/dynamique de la population (1 = sensibilité faible, 2 = sensibilité moyenne, 3 = sensibilité élevée, 4 = sensibilité très élevée)

Note de conservation (0 = faible, 1 = moyenne, 2 = élevée, 3 = très élevée)

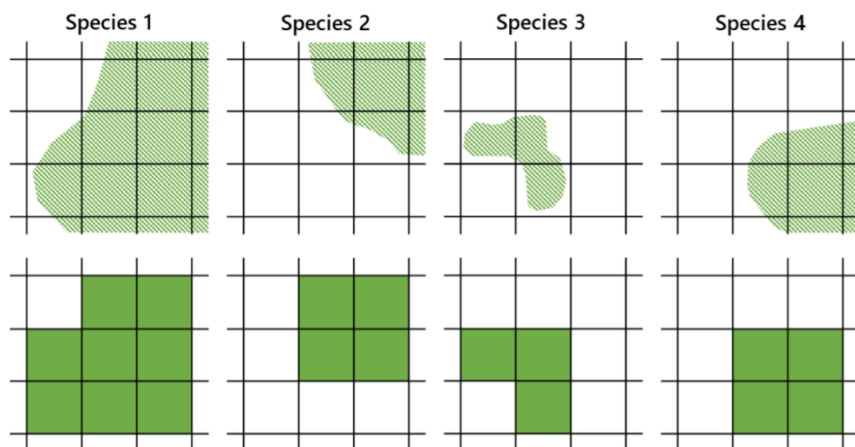
Les notes de conservation sont doublées avant d'être ajoutées à la note de morphologie/comportement/dynamique de la population

Note de sensibilité **MOYENNE** (3-8), **ÉLEVÉE** (9-14), **TRÈS ÉLEVÉE** (15-20)

Les espèces qui obtiennent une note de 3 ou 4 pour la morphologie/le comportement/la dynamique de la population sont automatiquement placées dans la catégorie **ÉLEVÉE**

Espèce	Morphologie	Comportement	Dynamique de la population	État de conservation	Note de sensibilité
Espèce 1	3	1	1	0	5
Espèce 2	2	2	2	0	6
Espèce 3	4	2	1	3	13
Espèce 4	4	4	4	3	18

ÉTAPE 2: les données spatiales sur les répartitions des quatre espèces sont ensuite intégrées à un système de grille approprié.

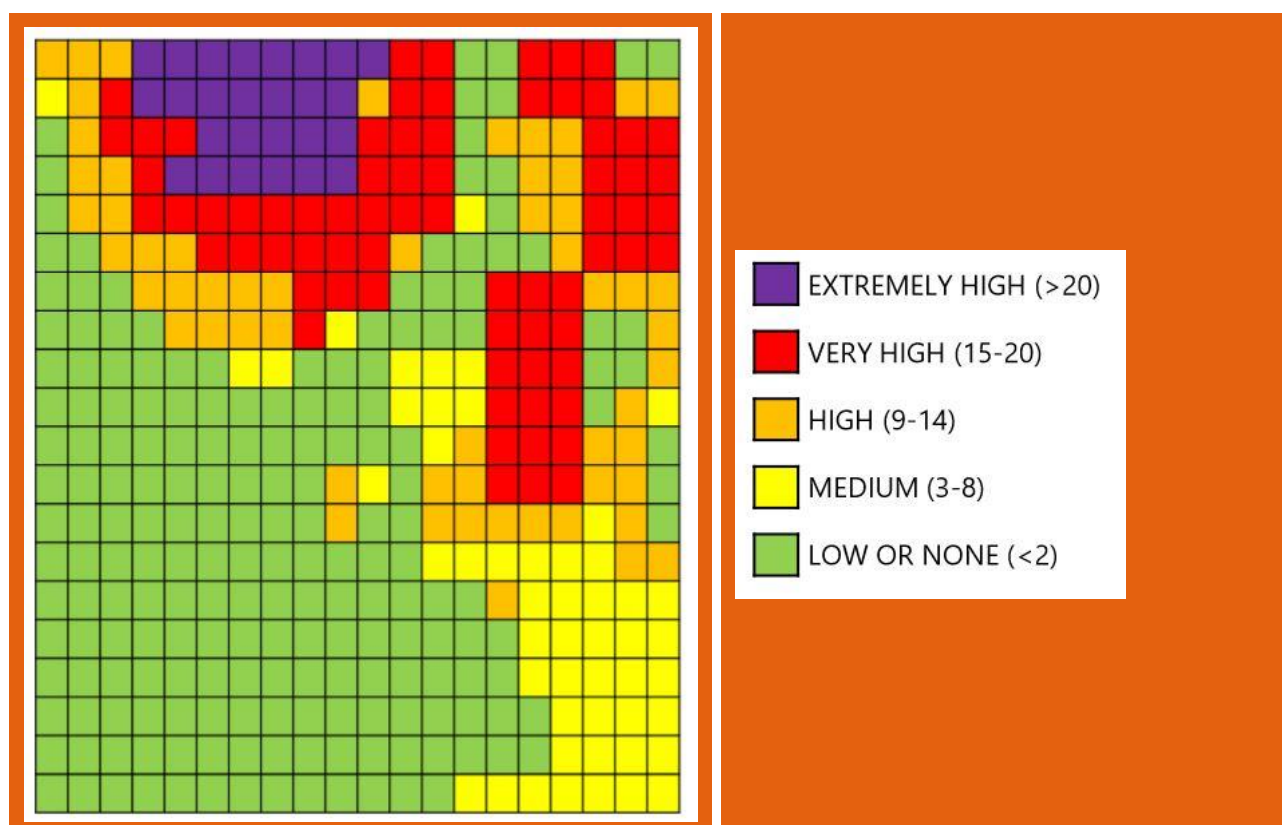


ÉTAPE 3: les notes de sensibilité combinées peuvent ensuite être appliquées en additionnant les notes de sensibilité pour chaque espèce présente dans un carré de la grille, afin de produire une note globale pour chaque cellule de la grille. Le graphique représente une grille théorique pondérée suivant les notes de sensibilité précédentes. Cet exemple simple repose sur la présence/l'absence. Cependant, lorsque les données de population sont disponibles, elles peuvent être utilisées pour pondérer chaque carré de la grille par rapport au nombre d'individus par espèce ou à la proportion de la population mondiale ou régionale de chaque espèce présente.

Note de sensibilité: **MOYENNE** (3-8), **ÉLEVÉE** (9-14), **TRÈS ÉLEVÉE** (15-20), **EXTRÊMEMENT ÉLEVÉE** (> 20)

		Species 1 Species 2	Species 1 Species 2
	Score 0	Score 11	Score 11
Species 1 Species 3	Score 18	Species 1 Species 2 Species 3 Species 4	Species 1 Species 2 Species 4
		Score 42	Score 29
Species 1	Score 5	Species 1 Species 3 Species 4	Species 1 Species 4
		Score 36	Score 23

ÉTAPE 4: la carte de sensibilité finale représente la sensibilité combinée par rapport aux quatre espèces théoriques sur un site théorique. Dans ce genre de carte, les niveaux de sensibilité sont généralement représentés à l'aide de différentes couleurs



Vue d'ensemble des données spatiales sur la biodiversité

Les cartes de sensibilité de la faune et de la flore sauvages doivent utiliser les données les plus précises et les plus à jour sur la répartition et l'abondance des espèces et habitats potentiellement sensibles. Idéalement, ces données seront collectées en suivant systématiquement un protocole normalisé tel que celui utilisé pour l'atlas européen des oiseaux nicheurs dressé par l'European Bird Census Council. Cependant, les données sont souvent générées de façon ponctuelle, comme avec les données d'observation compilées dans le cadre de projets scientifiques citoyens ou d'études sur le terrain de portée géographique limitée. Les biais présents dans l'effort de recensement ou dans l'objectif privilégié

devraient être reconnus et le niveau de certitude devrait être clairement spécifié. Souvent, les répartitions des espèces devront être déduites de cartes des aires de répartition des espèces généralisées, de cartes des habitats ou de données de surveillance. Une fois encore, les éventuelles hypothèses sous-jacentes et faiblesses associées à ces modèles devraient être clairement spécifiées.

Il convient de reconnaître que la répartition actuelle d'une espèce peut être beaucoup plus restreinte qu'elle ne l'était historiquement et effectivement plus restreinte que l'objectif de conservation/reconstitution visé. Il pourrait donc être préférable d'élaborer des cartes des aires de répartition prévues sur la base d'une répartition souhaitée à la suite de la reconstitution et du rétablissement de la population.

Inévitablement, la qualité des données et le niveau des connaissances sur la manière de les interpréter au mieux varieront considérablement selon les régions et les groupes taxonomiques. Par exemple, il existe beaucoup moins de données sur la répartition des espèces de chauves-souris en Europe que sur celle des espèces d'oiseaux. Même lorsque les données sont limitées et lorsque les cartes de sensibilité qui en résultent sont brutes et préliminaires, elles constituent néanmoins un outil de planification précoce utile. Il est cependant important de reconnaître clairement les limites.

Il existe de nombreux ensembles de données sur la répartition et l'abondance de la faune et de la flore sauvages européennes. Il existe aussi plusieurs ensembles de données spatiales environnementales abiotiques et biotiques qui peuvent être utiles en tant que variables explicatives afin de modéliser les répartitions.

Un large éventail d'ensembles de données est disponible via le site web de l'Agence européenne pour l'environnement (AEE). Par l'intermédiaire de ce portail, des données et des informations sont disponibles via des rapports présentés concernant les directives «Oiseaux» et «Habitats». Les États membres de l'Union sont tenus d'établir un rapport sur l'état des oiseaux et des habitats tous les six ans, respectivement au titre des articles 12 et 17. Parmi les données publiquement disponibles de ces rapports figurent des données tabulaires sur l'état et la répartition, ainsi que des données de répartition spatiale disponibles à une échelle de grille type de 10 km. Elles comprennent les ensembles de données suivants:

- article 12 (directive «Oiseaux»): état et répartition tirés des rapports de l'article 12¹⁶²;
- article 17 (directive «Habitats»): état et répartition tirés des rapports de l'article 17¹⁶³;
- Natura 2000: répartition des ZPS et ZSC désignées dans le cadre des directives «Oiseaux» et «Habitats», respectivement¹⁶⁴.

Parmi les autres ensembles de données importants qui fournissent des informations sur l'état ou la répartition de la biodiversité dans l'Union figurent:

- les grilles d'atlas;
- les données d'observation;
- les cartes d'aires de répartition des espèces;
- les modèles de répartition des espèces;
- les données de surveillance;
- les désignations de conservation;
- les habitats et la végétation.

Ces ensembles de données sont examinés plus en détail dans le chapitre ci-après.

Grilles d'atlas

Description: les atlas de la faune et de la flore sauvages présentent des données compilées systématiquement sur la présence ou l'abondance des espèces. En général, une région est divisée en une grille, et chaque cellule de la grille est étudiée suivant un protocole normalisé qui garantit un effort d'échantillonnage uniforme. Dans certains pays, les cellules de la grille suivent les latitudes et les longitudes – des intervalles intercellulaires de 1 degré, 30 minutes et 15 minutes sont souvent choisis par commodité. Aux latitudes plus élevées, où une telle approche donne des cellules avec de grandes différences de superficie, les tailles sont plus souvent déterminées sur la base d'un quadrillage de 1, 2, 5, 10 ou 50 km. Lorsqu'ils sont reproduits à différents intervalles de temps suivant des méthodes comparables, les atlas constituent un moyen très utile d'observer l'évolution de la présence et de l'abondance des espèces.

Type: vecteurs/grilles.

Avantages: schémas graphiques de la présence des oiseaux sur de grandes zones géographiques. Effort d'échantillonnage souvent uniforme.

¹⁶² <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-bd/activities/reporting/article-12>

¹⁶³ <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-bd/activities/reporting/article-17>

¹⁶⁴ <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/natura-2000-birds-and-habitat-directives-10>

Inconvénients: les données sous forme de grille ne correspondent souvent pas exactement aux frontières naturelles. L'effort de recensement est souvent inégal d'une cellule à l'autre de la grille. Il est parfois possible de corriger ces différences dans l'effort d'échantillonnage.

Exemples:

- la carte de l'atlas européen des oiseaux nicheurs 2 (EBBA2) contient plus de 5 000 carrés de 50x50 km contenant des informations sur plus de 500 espèces nicheuses¹⁶⁵.
- L'atlas des oiseaux de Grande-Bretagne et d'Irlande (2007-2011)¹⁶⁶ cartographie les oiseaux durant la saison hivernale et la saison de reproduction. Il s'agit d'un partenariat entre le BTO, BirdWatch Ireland et le Scottish Ornithologists' Club.
- L'atlas de la vie marine d'EMODnet¹⁶⁷ offre une combinaison d'outils, de modèles et de cartes spatiales qui permettent aux utilisateurs de visualiser des données biologiques marines. L'atlas donne une vue d'ensemble des oiseaux, des mammifères, des reptiles, des poissons, du benthos, des algues et du plancton présents dans les eaux marines européennes.
- L'atlas européen des espèces d'arbres forestiers¹⁶⁸ publié par la Commission européenne est une ressource utile sur la répartition des arbres et des habitats forestiers.

Données d'observation

Description: données d'observation des espèces géoréférencées compilées au moyen d'études structurées ou, de plus en plus, de façon participative par des naturalistes amateurs. Les données d'observation géoréférencées peuvent être cartographiées sous la forme de points pour montrer la répartition ou l'abondance.

Type: points.

Avantages: les densités de probabilité en un point peuvent être interpolées pour générer des cartes quadrillées ou isoplèthes.

Inconvénients: répartition potentiellement inégale de l'effort de recensement et, par conséquent, degré élevé d'erreur par omission. Des techniques existent pour corriger les éventuelles différences dans l'effort d'échantillonnage.

Exemples:

- la base de données ESAS (European Seabirds at Sea, oiseaux marins européens en mer)¹⁶⁹ contient des données collectées en mer à partir de navires et d'aéronefs à l'aide des méthodes décrites dans Tasker et al. (1984) et Camphuysen (2004). Une méthode par transect en bande avec des bandes de distance est utilisée pour les oiseaux à la surface de la mer, et des informations tirées d'images instantanées sont utilisées pour les oiseaux en vol. Les données sont collectées par les chercheurs sur les oiseaux de mer dans tout le nord-ouest de l'Europe et par le Joint Nature Conservation Committee (JNCC) britannique. Les données sont gérées par le JNCC pour le compte des partenaires. Environ 3 000 000 recensements d'oiseaux de mer ont été collectés depuis 1979. Les données sont disponibles sur demande.
- L'ensemble de données en libre accès EDB (eBird Basic Dataset)¹⁷⁰ comprend toutes les observations eBird brutes et les métadonnées connexes. Il est actualisé tous les mois et téléchargeable. L'EDB contient aussi des progiciels connexes pour traiter ces données particulières dans R (un programme informatique). Par ailleurs, les ensembles de données d'observation eBird sont mis à disposition via la Global Biodiversity Information Facility¹⁷¹.
- Le portail Euro Bird¹⁷² est un projet de l'European Bird Census Council (EBCC) qui associe 29 institutions dans 21 pays européens. Cet entrepôt de données regroupe des données de nombreuses sources à des fins d'analyse spatiale à grande échelle. Les données sont actuellement visibles au moyen d'un visionneur en ligne interactif. Cependant, à mesure que le projet de l'EBCC progresse, les tiers pourront accéder directement aux données et aux produits.

¹⁶⁵ <https://mapviewer.ebba2.info/>

¹⁶⁶ <https://www.bto.org/our-science/projects/birdatlas>

¹⁶⁷ <https://www.emodnet-biology.eu/about-atlas>

¹⁶⁸ <https://forest.jrc.ec.europa.eu/en/european-atlas/>

¹⁶⁹ <http://archive.jncc.gov.uk/default.aspx?page=4469>

¹⁷⁰ <https://ebird.org/home>

¹⁷¹ <https://www.gbif.org/>

¹⁷² <https://www.eurobirdportal.org/ebp/fr/#home/HIRRUS/r52weeks/CUCCAN/r52weeks/>

- BirdTrack¹⁷³ est un portail en ligne gratuit où des données sur les oiseaux de Grande-Bretagne et d'Irlande peuvent être soumises.
- Ornithoportal¹⁷⁴ fournit des données ornithologiques pour l'Allemagne, l'Autriche, l'Espagne (Catalogne et pays Basque), la France, l'Italie, le Luxembourg, la Pologne et la Suisse.
- Observation.org¹⁷⁵ est un outil qui permet aux observateurs sur le terrain du monde entier d'enregistrer et de partager leurs observations de la faune et de la flore.
- L'European Biodiversity Portal¹⁷⁶ offre un accès à des observations de la biodiversité et à des données écologiques, ainsi qu'à des outils de partage ou de découverte de données.
- Le portail de données EMODnet Biology¹⁷⁷ donne libre accès à des données sur la répartition temporelle et spatiale des espèces marines et sur les traits des espèces de l'ensemble des mers régionales européennes. EMODnet Biology fait partie du réseau européen d'observation et de données marines financé par l'Union et repose sur le registre mondial des espèces marines et le système européen d'information biogéographique sur les océans.

Cartes d'aires de répartition des espèces

Description: les cartes d'aires de répartition des espèces indiquent la forte présence ou l'absence des espèces, et reflètent généralement la zone d'occurrence d'une espèce. Ces informations peuvent être affinées suffisamment à l'aide d'analyses de la couverture végétale et de modèles de répartition des espèces pour produire des représentations plus réalistes de la présence des espèces.

Type: polygones.

Avantages: une source utile de données en l'absence de données d'observation ou d'atlas.

Inconvénients: en général, ces cartes reflètent la zone d'occurrence, ce qui peut générer une erreur par omission significative.

Exemples:

- L'AEE possède des données SIG sur la répartition des types d'espèces et d'habitats européens. Celles-ci sont regroupées par état de conservation par État membre et au niveau de l'EU-28.
- BirdLife International compile et tient à jour des cartes de répartition numérisées pour toutes les espèces d'oiseaux du monde. Ces cartes sont disponibles via l'outil IBAT (Integrated Biodiversity Assessment Tool).

Modèles de répartition des espèces

Description: les modèles de répartition des espèces (MRE) allient des données d'observation des espèces à des paramètres environnementaux connus afin de créer des prévisions d'occurrence plus précises. Les MRE peuvent aussi être utiles pour modéliser les futures répartitions sur la base de différents scénarios, comme les projections du changement climatique ou la reconstitution prévue des espèces. Au cours du processus de planification des aménagements ayant une grande longévité, il peut être important d'anticiper les changements probables dans la future sensibilité.

Type: vecteurs/grilles.

Avantages: plus susceptibles de refléter la zone d'occupation que les cartes d'aires de répartition.

Inconvénients: la précision dépend des algorithmes sous-jacents. Une vérification des modèles sur le terrain est recommandée.

Données de surveillance

Description: données montrant les positions géographiques successives d'un animal à des moments et des endroits donnés. Les données proviennent généralement d'individus marqués (par exemple, marquage GPS). Les données de surveillance fournissent des informations importantes sur l'écologie spatiale d'une espèce et peuvent être utilisées pour

¹⁷³ <https://bto.org/our-science/projects/birdtrack>

¹⁷⁴ <https://www.fauna.hr/>

¹⁷⁵ <https://observation.org/>

¹⁷⁶ <http://biodiversity.eubon.eu/>

¹⁷⁷ <https://www.emodnet.eu/biology>

recenser les principaux sites de recherche de nourriture ou les voies de migration. Les scientifiques collectent des données sur les déplacements des animaux en attachant des dispositifs électroniques de surveillance à certains individus. Ces dispositifs sont notamment des transmetteurs radio à très haute fréquence, qui envoient un signal au récepteur d'un chercheur, ou encore des balises GPS et Doppler Argos, qui fournissent des données temporelles et spatiales plus précises et ne nécessitent pas d'observation physique par une personne.

Type: lignes.

Avantages: utiles pour recenser les voies de migration, les principaux sites de recherche de nourriture, etc.

Inconvénients: effort de recensement généralement extrêmement variable, avec d'importants biais en faveur de certaines espèces à certains endroits.

Exemples:

- des bases de données en ligne, telles que Movebank (hébergée par l'institut d'ornithologie Max Planck), font office d'entrepôts de données de surveillance des animaux. Les chercheurs possèdent des séries individuelles de données de surveillance et peuvent être contactés afin d'introduire une demande de données.
- La Seabird Tracking Database – Tracking Ocean Wanderers (hébergée par Birdlife International) est la plus grande collection de données de surveillance sur les oiseaux de mer qui existe. Elle sert d'entrepôt central pour les données de surveillance des oiseaux de mer du monde entier et vise à contribuer aux travaux de conservation des oiseaux de mer et à soutenir la communauté de surveillance.

Zones de conservation

Description: limites des zones désignées pour leur importance sur le plan de la conservation [zones protégées, sites Natura 2000, zones importantes pour la conservation des oiseaux et de la biodiversité (ZICO) etc.].

Type: polygones/points.

Avantages: zones essentielles à prendre en considération lors de la planification de projets d'énergie renouvelable.

Inconvénients: certains ensembles de données sont coûteux pour un usage commercial.

Exemples:

- le réseau Natura 2000 de sites protégés dans l'Union se compose de ZSC, telles que définies dans la directive «Habitats» de l'Union (93/43/CEE), et de ZPS, telles que désignées au titre de la directive de l'Union relative à la conservation des oiseaux sauvages. Le réseau Natura 2000 fait à son tour partie du réseau Émeraude de zones d'intérêt spécial pour la conservation au titre de la convention de Berne.
- Le visionneur Natura 2000 est un outil en ligne qui présente: i) l'ensemble des sites Natura 2000; ii) des informations essentielles sur les espèces et les habitats pour lesquels chaque site a été désigné; et iii) des estimations des populations et des informations sur l'état de conservation. Voir <http://natura2000.eea.europa.eu/>.
- Données et cartes Natura 2000.
- Protected Planet offre une mine d'informations à jour sur les zones protégées dans le monde. Il est géré par le Centre mondial de surveillance continue de la conservation de la nature des Nations unies (UNEP-WCMC) avec le soutien de l'UICN et de la Commission mondiale des aires protégées (CMAP).
- Les zones clés pour la biodiversité (ZCB) constituent le réseau mondial le plus vaste et le plus complet de sites d'intérêt pour la persistance mondiale de la biodiversité. La base de données mondiale des ZCB est gérée par BirdLife International pour le compte du partenariat ZCB. Elle contient des données sur les ZCB mondiales et régionales, y compris les zones importantes pour la conservation des oiseaux et de la biodiversité (ZICO). Des informations complémentaires sur les ZICO dans le milieu marin peuvent être trouvées via l'e-Atlas des ZICO marines. Dans l'Union européenne, l'inventaire des ZICO a contribué à éclairer la désignation des ZPS, et la valeur de l'inventaire en tant que «liste miroir» des ZPS a été reconnue à plusieurs reprises par la Cour de justice européenne et par la Commission européenne.
- À des fins commerciales, les données de la base de données mondiale des ZCB et de la base de données mondiale sur les zones protégées sont disponibles via l'outil IBAT (Integrated Biodiversity Assessment Tool).
- Sites Ramsar: de plus amples informations sur les sites désignés au titre de la convention Ramsar sont disponibles, mais les données spatiales y sont limitées.

Habitat et végétation

Description: représente les communautés écologiques en ce sens qu'ils se rapportent à l'élévation, à la géologie, à la topographie et aux sols.

Type: grilles/vecteurs.

Avantages: utiles pour recenser les communautés écologiques vulnérables.

Inconvénients: les cartes sont souvent assez générales.

Exemples:

- le visionneur Natura 2000 montre la répartition des habitats mentionnés dans les rapports au titre de l'article 17.
- L'inventaire de la couverture végétale CORINE a été mis sur pied par la Communauté européenne comme moyen de compiler des informations environnementales géospatiales de manière normalisée et comparable sur tout le continent européen. Le programme a été lancé en 1985, et la première itération des séries de données couvrait l'année de référence 1990, les versions suivantes couvrant les années 2000, 2006, 2012, et 2018.
- Ocean Data Viewer, visionneur de données sur les océans, offre aux utilisateurs la possibilité de visionner et de télécharger des ensembles de données spatiales, y compris des couches sur les habitats, relatives à la biodiversité marine et côtière.

Recommandations essentielles

Les cartes de sensibilité de la faune et de la flore sauvages devraient être un préalable standard à tous les plans et projets d'énergie renouvelable.

Les cartes de sensibilité de la faune et de la flore sauvages devraient être élaborées en étroite collaboration entre toutes les parties prenantes concernées, y compris les autorités réglementaires, les organisations de protection de la faune et de la flore sauvages, et les promoteurs.

De nombreux États membres envisageront un bouquet d'énergies renouvelables qui inclut des éléments de technologies éoliennes, solaires et autres. Idéalement, ces différents types d'énergies renouvelables devraient être considérés collectivement dans le cadre du même exercice cartographique, en élaborant des couches de sensibilité pour chaque type séparément.

Des cartes de sensibilité de la faune et de la flore sauvages devraient être élaborées à différentes échelles géographiques. Il est essentiel de planifier à grande échelle spatiale afin d'optimiser stratégiquement les possibilités de développement les plus adéquates du point de vue des énergies renouvelables et de la nature. Dans la mesure du possible, des cartes devraient être élaborées au niveau régional, national, voire multinational. Cependant, des cartes à plus petites échelles, établies sur la base d'une collecte de données supplémentaires, et axées sur les zones à haut potentiel de développement ou à probabilité élevée de conflit avec la faune et la flore sauvages, devraient aussi être envisagées.

Les cartes de sensibilité de la faune et de la flore sauvages devraient tenter de couvrir toutes les espèces et tous les habitats dont l'état de conservation est préoccupant (inclusion dans les directives de l'Union relatives à la conservation de la nature) qui sont potentiellement affectés. Certains taxons s'avéreront inévitablement plus difficiles à évaluer en raison des données limitées sur leur répartition et des connaissances incomplètes sur la manière dont ils sont affectés. Ces groupes nécessitent une analyse plus rudimentaire et une interprétation plus prudente.

Dans la mesure du possible, les cartes de sensibilité de la faune et de la flore sauvages devraient être conçues de manière à être compatibles avec les outils de planification existants.

Les cartes de sensibilité de la faune et de la flore sauvages devraient être accessibles au public, d'utilisation simple et intuitive, et accompagnées d'instructions claires quant à leur interprétation.

Les cartes de sensibilité de la faune et de la flore sauvages devraient être élaborées en collaboration avec plusieurs experts en taxonomie afin de garantir la compilation complète des ensembles de données pertinents.

Les ensembles de données relatives au réseau Natura 2000 peuvent être utilisés pour élaborer des cartes de sensibilité de la faune et de la flore sauvages dans l'Union. Les données collectées dans le cadre des articles 12 et 17, sur la base d'une grille de 10 x 10 km, peuvent constituer une bonne base pour générer des données.

Les cartes de sensibilité de la faune et de la flore sauvages devraient être élaborées de manière à pouvoir aisément y incorporer de nouveaux ensembles de données ou des mises à jour.

Les données sur le caractère adéquat des habitats au sens large peuvent constituer un point de départ utile pour les taxons souffrant d'un manque de données. Les données (et les connaissances sur la manière de les interpréter au mieux) sont beaucoup plus limitées pour certains taxons, tels que les chauves-souris et les mammifères marins.

Les cartes de sensibilité de la faune et de la flore sauvages devraient s'appuyer sur les meilleures données disponibles à la plus petite échelle possible. Elles devraient indiquer clairement les niveaux d'incertitude, les limitations des données et la comparabilité des différents ensembles de données.

Les cartes de sensibilité de la faune et de la flore sauvages devraient être compatibles avec le système de planification pertinent et être accessibles à tous les utilisateurs et groupes cibles pertinents. Les plateformes en ligne sont un bon moyen de présenter les cartes, car elles permettent à l'utilisateur final d'interroger les cartes de

façon interactive et de visionner les couches aux côtés d'autres variables, telles que d'autres lieux de développement, les sites protégés, etc. La promotion directe auprès des autorités de planification, des promoteurs et d'autres utilisateurs finals peut contribuer à accroître l'utilisation des cartes.

ANNEXE E – DOCUMENTS D'ORIENTATION NATIONAUX EN RELATION AVEC L'ÉVALUATION DES EFFETS SIGNIFICATIFS DES AMÉNAGEMENTS ÉOLIENS SUR LES CHAUVES-SOURIS, LES OISEAUX ET LES MAMMIFÈRES MARINS

Tableau 9-2: documents d'orientation nationaux utilisés aux fins de l'évaluation des effets significatifs des aménagements éoliens sur les chauves-souris

Pays	Partie (P) ou État de l'aire de répartition	Type	Eurobats (N: non; O: oui)	Des orientations nationales officielles existent (N: non; O: oui)	Officiellement recommandé par les autorités (N: non; O: oui)	Intitulé	Réf.
Albanie	P	PC	N	N	N		
Géorgie	P	OCDE	N	N	N		
Israël	P	MENA*	O	N	N	Orientations relatives aux recensements des cadavres (docweb)	
Israël	P	MENA	O	N	N	Orientations relatives à l'évaluation des chauves-souris et des éoliennes (docweb)	
Macédoine, ancienne République yougoslave de	P	OCDE	N	N	N		
Moldavie	P	OCDE	N	N	N		
Monaco	P	OCDE	N	N	N		
Monténégro	P	PC	N	N	N		
Norvège	P	OCDE	N	N	N		
Saint-Marin	P	OCDE	N	N	N		
Suisse	P	OCDE	N	N	N		
Ukraine	P	OCDE	N	N	N		
Belgique	P	ÉM	O (Ré gion wall	N	O	Note de référence pour la prise en compte de la biodiversité	http://biodiversite.wallonie.be/servlet/Repository/28103.pdf?ID=28103

¹⁷⁸ Par «État de l'aire de répartition», en relation avec une espèce migratrice particulière, on entend: i) tout État [et, le cas échéant, toute autre Partie visée au sous-paragraphe k) ci-dessous] qui exerce sa juridiction sur une partie quelconque de l'aire de répartition de cette espèce migratrice; ou ii) un État dont les navires battant son pavillon procèdent à des prélèvements sur cette espèce en dehors des limites de juridiction nationale.

«Partie» signifie un État ou toute organisation d'intégration économique régionale constituée par des États souverains et ayant compétence pour négocier, conclure et appliquer des accords internationaux dans les matières couvertes par la présente convention, à l'égard desquels la présente convention est en vigueur.

Source: convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage via <https://www.cms.int/fr/page/texte-de-la-convention>.

			onne) O (Flandre)				
Belgique	P	ÉM	O (Flandre)	N	O	Effecten van windturbines op vogels en vleermuizen in Vlaanderen	https://pureportal.inbo.be/portal/files/11928837/Everaert_2015_EffectenVanWindturbinesOpVogelsEnVleermuizenInVlaanderen.pdf
Bulgarie	P	ÉM	N	O	N		
Croatie	P	ÉM	N	?	O	Rapport du groupe de travail international sur les éoliennes et les populations de chauves-souris (2017)	http://www.zastita-prirode.hr/content/download/393/2127
Croatie	P	ÉM	N	?	O	Smjernice za izradu studija utjecaja na okolis za zahvate vjetroelektrana	
Chypre	P	ÉM	N	N	N		
Tchéquie	P	ÉM	O (avec certaines adaptations locales)	N	N		NO (pour les adaptations)
Danemark	P	ÉM	N	N	N		
Estonie	P	ÉM	N	N	N		
Finlande	P	ÉM	N	N	O	Planifier la construction d'un parc éolien, mise à jour 2016 Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Päivitys, 2016.	http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79057/OH_5_2016.pdf
Finlande	P	ÉM	N	N	O	Évaluation des incidences sur les oiseaux dans les constructions éoliennes. Linnustovaikutusten arviointi tuulivoimarakentamisessa	http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/75407/SY_6_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y
Finlande	P	ÉM	N	N	O	Incidence des éoliennes sur l'avifaune et les chauves-souris dans la littérature spécialisée et les rapports, Kirjallisuusselvitys tuulivoimaloiden vaikutuksista linnustoon ja lepakoihin.	https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/80066/TEMrap_27_2017_verkkojulkaisu.pdf?sequence=1
France	P	ÉM	O	O	O		Orientations générales officielles https://www.ecologie-

						solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Guide_EIE_auto%20env_2017-01-24.pdf http://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Guide_eolien_cle71dfc4.pdf https://eolien-biodiversite.com/IMG/pdf/protocole_de_suivi_revision_2018.pdf http://www.charente-maritime.gouv.fr/content/download/19109/131043/file/12%20Eolien%20St%20F%C3%A9lix%205%20annexe%2013%20Protocole_de_suivi_environmental.pdf (2015) Orientations de la SFEPM – étude préliminaire: http://www.sfepm.org/pdf/20160201_planification_V2.1.pdf (2016) Étude: https://www.sfepm.org/pdf/20160213_diagnostic_V2.1.pdf (2016) Suivi: https://www.sfepm.org/pdf/20160213_suivis_V2.1.pdf (2016) la prise en compte des Chiroptères dans la planification des projets éoliens terrestres en France le diagnostic chiroptérologique (étude d'impact) des projets éoliens terrestres les suivis des impacts des parcs éoliens terrestres sur les populations de Chiroptères
Allemagne	P	ÉM	N	O (pour plusieurs Länder ou sociétés)	O (pour certains Länder et un au niveau national sur les éoliennes en milieu forestier)	Bavière: https://www.verkuendung-bayern.de/files/allmbl/2012/01/anhang/2129.1-UG-448-A001_PDFA.pdf (2011) Bade-Wurtemberg: https://wm.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-mvi/intern/Dateien/PDF/Windenergieerlass_120509.pdf (2012) Hesse: http://www.energieland.hessen.de/mm/WKA-Leitfaden.pdf (2012) Basse-Saxe Partie 1: (2016)

						Partie 2: http://www.umwelt.niedersachsen.de/download/96712/Leitfaden - Umsetzung des Artenschutzes bei der Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen in Niedersachsen n Ministerialblatt vom 24.02.2016 .pdf (2016) Rhénanie-du-Nord – Westphalie En général: https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/klima/ 13_11_12_nrw_leitfaden_arten_habitatschutz.pdf (2013) En milieu forestier: https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/klima/ leitfaden_wind_im_wald.pdf (2012) Rhénanie-Palatinat: https://lfu.rlp.de/fileadmin/lfu/Naturschutz/Dokumente/Erneuerbare Energien/Naturschutzfachlicher-Rahmen-zum- Ausbau-der-Windenergienutzung-RLP_VSW- LUWG_2012.pdf.pdf Sarre: http://www.saarland.de/dokumente/thema_naturschutz/Leitfaden Artenschutz Windenergie Schlussfassung_19Juni2013.pdf (2013) Saxe-Anhalt: http://www.lee-Isa.de/uploads/media/Leitfaden Artenschutz an WEA in ST_07.01.16.pdf (2016) Saxe-Anhalt https://mule.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MLU/ MLU/04_Energie/Erneuerbare_Energien/Windenergie/181_126_Leitlinie Artenschutz Windenergieanlagen barrierefrei.pdf Schleswig-Holstein: http://www.umweltdaten.landsh.de/nuis/upool/gesamt/windenergie/windenergie.pdf (2008)
--	--	--	--	--	--	---

						Thuringe: https://www.thueringen.de/mam/th8/tlug/content/arbeitshilfe_fledermause_und_windkraft_thuringen_20160121.pdf (2015) Autre: BfN – en milieu forestier: http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/erneuerbareenergien/bfn_position_wea_ueber_wald.pdf (2011) NLT: http://www.nlt.de/pics/medien/1_1414133175/2014_10_01_Arbeitshilfe_Naturschutz_und_Windenergie_5_Auflage_Stand_Oktober_2014_Arbeitshilfe.pdf (2014)
Allemagne		ÉM				Arbeitshilfe Mopsfledermaus Untersuchungs- und Bewertungsrahmen für die Genehmigung von Windenergieanlagen (2018) https://lfu.rlp.de/fileadmin/lfu/Naturschutz/Dokumente/Erneuerbare_Energien/Arbeitshilfe_Mopsfledermaus_2018_07_23_Lfu
Allemagne		ÉM				Leitfaden zur Beachtung artenschutzrechtlicher Belange beim Ausbau der Windenergienutzung im Saarland http://www.saarland.de/dokumente/thema_naturschutz/Leitfaden_Artenschutz_Windenergie_Schlussfassung_19Juni2013.pdf
Allemagne		ÉM				Rapport du groupe de travail international sur les éoliennes et les populations de chauves-souris (2017) http://www.lee-lsa.de/uploads/media/Leitfaden_Artenschutz_an_WEA_in_ST_07.01.16.pdf
Allemagne		ÉM				Empfehlungen zur Berücksichtigung tierökologischer Belange bei Windenergieplanungen in Schleswig-Holstein (2008) http://www.umweltdaten.landsh.de/nuis/upool/gesamt/windenergie/windenergie.pdf
Allemagne		ÉM				Arbeitshilfe zur Berücksichtigung des Fledermasusschutzes bei der Genehmigung von Windenergieanlagen (WEA) in Turingen (2015) https://www.thueringen.de/mam/th8/tlug/content/arbeitshilfe_fledermause_und_windkraft_thuringen_20160121.pdf
Allemagne		ÉM				Windkraft über Wald (2011) http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/erneuerbareenergien/bfn_position_wea_ueber_wald.pdf
Allemagne		ÉM				http://www.nlt.de/pics/medien/1_1414133175/2014_10_01_Arbeitshilfe_Naturschutz_und_Windenergie_5_Auflage_Stand_Oktober_2014_Arbeitshilfe.pdf
Hongrie	P	ÉM	N	N	N	

Irlande	P	ÉM	N	O	N	Bat Conservation Ireland Wind Turbine/Wind Farm Development Bat Survey Guidelines (2012)	http://www.batconservationireland.org/pubs/reports/BCIreland%20Wind%20Farm%20Turbine%20Survey%20Guidelines%20Version%202%208.pdf (2012)
Italie	P	ÉM	N	N	N		
Lettonie	P	ÉM	N	N	N		
Lituanie	P	ÉM	O		O		
Luxembourg	P	ÉM	N	N	N		NO
Malte	P	ÉM	N	N	N		
Pays-Bas	P	ÉM	N	O	N		http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/windenergie-op-land/milieu-en-omgeving/vleermuizen (2013) https://www.rvo.nl/sites/default/files/2014/02/Protocolen%20vleermuisonderzoek%20bij%20windturbines.pdf (2013) https://www.rvo.nl/sites/default/files/2014/02/Samenvatting%20-%20%20Hoofdrapport%20Windturbines%20and%20bats%20in%20the%20Netherlands%20%28NL%29.pdf (2013)
Pologne	P	ÉM	N	O (document d'orientation des ONG de 2009 non mis à jour, projet de document d'orientation officiel recommandé par les ONG)	N (projet de document d'orientation officiel pas encore officiellement accepté mais communément utilisé)	Ytyczne dotyczace oceny oddziaływania elektrowni wiatrowych na nietoperze (2013)	http://www.ansee.pl/wp-content/uploads/2015/09/Wytyczne_dotyczace_oceny_oddziaływania_elektrowni_wiatrowych_na_nietoperze.pdf
		ÉM				Document d'orientation polonais provisoire pour l'évaluation des incidences des parcs éoliens sur les chauves-souris	http://www.salamandra.org.pl/DO_POBRANIA/Nietoperze/Guidelines_Poland.doc
Portugal	P	ÉM			O	Diretrizes para a consideração de morcegos em programas de monitorização de Parques Eólicos em Portugal continental (2017)	http://www.icnf.pt/portal/naturaclas/patrinatur/resource/docs/Mam/morc/morc-recom-p-eolic (2008) http://www2.icnf.pt/portal/pn/biodiversidade/patrinatur/resource/docs/Mam/morc/2018-03-19-recomendacoes-parques-eolicos-out2017.pdf

							Un projet de nouvelle version (2017) est en attente d'approbation par les autorités
Roumanie	P	ÉM	N	O	N	18 ^e réunion du comité consultatif (2013)	http://www.aplr.ro/index.php?lang=ro&cat=9&page=2
Slovaquie	P	ÉM	N	N	N		
Suède	P	ÉM	N	N	N		
Royaume-Uni	P	ÉM	N	O	O	Bats and onshore wind turbines, interim guidance (2014)	http://publications.naturalengland.org.uk/file/6122941666295808
		ÉM				Bats and Onshore Wind Turbines Survey, Assessment and Mitigation (2019)	https://www.nature.scot/sites/default/files/2019-01/Bats%20and%20onshore%20wind%20turbines%20-%20survey%2C%20assessment%20and%20mitigation.pdf
		ÉM				Renewable Energy Planning Guidance Note 3 (Cornwall)	https://www.cornwall.gov.uk/media/3626640/3-Onshore-Wind-V2-June-2013-cover.pdf
		ÉM				Recommended approach for bats and single, small wind turbines in Cornwall	https://www.cornwall.gov.uk/media/3622897/Bat-survey-guidance-for-small-wind-turbine-applications-in-Cornwall-March-2011.pdf
		ÉM				Ceredigion	https://www.ceredigion.gov.uk/utilities/action/act_download.cfm?mediaid=52666 (2015)
Algérie	AR	MENA	N	N	N		
Andorre	AR	OCDE	N	N	N		
Arménie	AR	OCDE	N	N	N		
Azerbaïdjan	AR	OCDE	N	N	N		
Biélorussie	AR	OCDE	N	N	N		
Bosnie-Herzégovine	AR	OCDE	N	N	N		
Saint-Siège	AR	OCDE	N	N	N		
Iran	AR	MENA	N	N	N		
Iraq	AR	MENA	N	N	N		
Jordanie	AR	MENA	N	N	N		
Kazakhstan	AR	MENA	N	N	N		
Koweït	AR	MENA	N	N	N		
Liban	AR	MENA	N	N	N		
Libye	AR	MENA	N	N	N		
Liechtenstein	AR	OCDE	N	N	N		
Maroc	AR	MENA	N	N	N		
TA palestiniens	AR	MENA	N	N	N		
Féd. de Russie	AR	OCDE	N	N	N		
Arabie saoudite	AR	MENA	N	N	N		

Serbie	AR	PC	N	N	O (chapitr e sur les parcs éoliens dans le docume nt d'orient ation national sur les EIE pour les chauves -souris)	Bats and Environmental Impact Assessment	http://www.nhmbeo.rs/upload/images/ove_godine/Promocije2011/bats_and_environmental_impact_assessment_web_lq.pdf (2011)
Espagne	AR	ÉM	N	O	N	Rapport du groupe de travail international sur les éoliennes et les populations de chauves-souris	http://secemu.org/wp-content/uploads/2016/12/barbastella_6_num_esp_2013_red.pdf (2013)
Syrie	AR	MENA	N	N	N		
Tunisie	AR	MENA	N	N	N		
Autriche	AR	ÉM	N	N	N		
Grèce	AR	ÉM	N	N	N		
Turquie	AR	PC	N	N	N		

* MENA: Moyen-Orient et Afrique du Nord

Tableau 9-3: documents d'orientation nationaux utilisés aux fins de l'évaluation des effets significatifs des aménagements éoliens sur les oiseaux

Pays	Intitulé	Lieu
Finlande	Linnustovaiikutusten arviointi tuulivoimarakentamisessa	http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/75407/SY_6_2016.pdf?sequence=1&isAlloved=y
Hongrie	Szélenergia és természetvédelem	http://www.termeszettvedelem.hu/user/browser/File/Taj/Szelenergia_és_tv_08.pdf
Royaume-Uni	Onshore wind energy	https://www.nature.scot/professional-advice/planning-and-development/renewable-energy-development/types-renewable-technologies/onshore-wind-energy
Royaume-Uni	Bird Collision Avoidance: Empirical evidence and impact assessment	http://jncc.defra.gov.uk/pdf/Report_614_FINAL_WEB.pdf

Tableau 9-4: documents d'orientation nationaux utilisés aux fins de l'évaluation des effets significatifs des aménagements éoliens sur les mammifères marins

Pays	Intitulé	Lieu
Finlande	Tuulivoimarakentamisen suunnittelu	http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79057/OH_5_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y
Allemagne	Konzept für den Schutz der Schweinswale vor Schallbelastungen bei der Errichtung von Offshore-Windparks in der deutschen Nordsee (Schallschutzkonzept)	https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/awz/Dokumente/schallschutzkonzept_BMU.pdf
Pays-Bas	Kader Ecologie en Cumulatie – 2018 Ondertitel: Cumulatieve effecten van aanleg van windparken op zee op bruinvissen	https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/157579/kader_ecologie_en_cumulatie_-_2018_cumulatieve_effecten_van_aanleg_van_windparken_op_zee_op_bruinvis.pdf
Pays-Bas	Cumulatieve effecten van impulsief onderwatergeluid op zeezoogdieren	https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/123302/kader_ecologie_en_cumulatie_t_b_v_uitrol_windenergie_op_zee_deelrapport_b_-_bijlage_tno-onderzoek_cu.pdf
Royaume-Uni	Statutory nature conservation agency protocol for minimising the risk of injury to marine mammals from piling noise	http://jncc.defra.gov.uk/pdf/JNCC_Guidelines_Piling%20protocol_August%202010.pdf
Royaume-Uni	JNCC guidelines for minimising the risk of injury to marine mammals from using explosives	http://jncc.defra.gov.uk/pdf/JNCC_Guidelines_Explosives%20Guidelines_August%202010.pdf
Royaume-Uni	General advice on marine-renewables development	https://www.nature.scot/professional-advice/planning-and-development/renewable-energy-development/types-renewable-technologies/marine-renewables/general-advice-marine

ANNEXE F – MORTALITÉ PAR COLLISION DES CHAUVES-SOURIS

Tableau 9-5: prévalence des espèces de l'annexe II (texte en gras) dans les données de mortalité en Europe (sur 9 354 victimes recensées entre 2003 et 2017)

Ordre/famille	Nom vernaculaire	Espèce (EUNIS)	Nombre de victimes dans les rapports
Chiroptera: Miniopteridae	Minioptère de Schreibers	<i>Miniopterus schreibersii</i>	11
Chiroptera: Pteropodidae	Roussette d'Égypte	<i>Rousettus aegyptiacus</i>	0
Chiroptera: Rhinolophidae	Rhinolophe de Blasius	<i>Rhinolophus blasii</i>	0
Chiroptera: Rhinolophidae	Rhinolophe euryale	<i>Rhinolophus euryale</i>	0
Chiroptera: Rhinolophidae	Grand rhinolophe	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	2
Chiroptera: Rhinolophidae	Petit rhinolophe	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	0
Chiroptera: Rhinolophidae	Rhinolophe de Mehely	<i>Rhinolophus mehelyi</i>	1
Chiroptera: Vespertilionidae	Barbastelle d'Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>	5
Chiroptera: Vespertilionidae	Murin de Bechstein	<i>Myotis bechsteinii</i>	1
Chiroptera: Vespertilionidae	Petit murin	<i>Myotis blythii</i>	7
Chiroptera: Vespertilionidae	Murin de Capaccini	<i>Myotis capaccinii</i>	0
Chiroptera: Vespertilionidae	Murin des marais	<i>Myotis dasycneme</i>	3
Chiroptera: Vespertilionidae	Murin à oreilles échancrées	<i>Myotis emarginatus</i>	4
Chiroptera: Vespertilionidae	Grand murin	<i>Myotis myotis</i>	7

Collectivement, elles représentent moins de 0,5 % des chauves-souris tuées recensées (découvertes par accident et au cours des études de suivi menées après la construction entre 2003 et la fin de 2017). Le document source¹⁷⁹ indique que ces chiffres ne reflètent en aucun cas l'ampleur réelle de la mortalité des chauves-souris dans les parcs éoliens, parce qu'ils ne sont basés que sur les victimes déclarées aux membres du groupe de travail international Eurobats et non sur la mortalité effective, qui est calculée en tenant compte de différentes sources de biais telles que l'effort de recensement, l'élimination des cadavres par les prédateurs/charognards, l'efficacité des chercheurs et le pourcentage de la zone ayant réellement été fouillée. Cela mis à part, les espèces de l'annexe II sont clairement moins menacées par les éoliennes que plusieurs autres espèces.

¹⁷⁹ Rapport du groupe de travail international Eurobats sur les éoliennes et les chauves-souris présenté au comité consultatif: https://www.eurobats.org/sites/default/files/documents/pdf/Advisory_Committee/Doc.StC14-AC23.9_rev.2_Report_Wind_Turbines.pdf

Tableau 9-6: proportion de chauves-souris tuées recensées dans les aménagements éoliens européens par espèce

Espèce*	Proportion de victimes des parcs éoliens en Europe
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	24 %
<i>Nyctalus noctula</i>	16 %
<i>Pipistrellus nathusii</i>	17 %
<i>Pipistrellus pipistrellus/pygmaeus</i>	5 %
<i>Nyctalus leisleri</i>	8 %
<i>Pipistrellus spp.</i>	7 %
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	5 %
<i>Hypsugo savi</i>	4 %
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	5 %

* Les espèces répertoriées représentent 90 % des victimes des parcs éoliens recensées en Europe entre 2003 et 2017 (ce pourcentage exclut les victimes qui n'ont pas été identifiées). Aucune autre espèce ne dépasse 5 % des victimes recensées. Toutes les espèces sont des espèces de l'annexe IV, qui inclut «toutes les espèces» de Microchiroptera. Aucune de ces espèces n'est répertoriée à l'annexe II de la directive «Habitats».

Source: rapport du groupe de travail international Eurobats sur les éoliennes et les chauves-souris présenté lors de la 23^e réunion du comité consultatif

(https://www.eurobats.org/sites/default/files/documents/pdf/Advisory_Committee/Doc.StC14-AC23.9_rev.2_Report_Wind_Turbines.pdf)