

Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens

Actualisation 2010



Ressources, territoires, habitats et logement
Énergie et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

**Présent
pour
l'avenir**



Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer,
en charge des Technologies vertes et des Négociations sur le climat

www.developpement-durable.gouv.fr

GUIDE DE L'ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DES PARCS EOLIENS

ACTUALISATION 2010

Préface

Les énergies renouvelables participent à la lutte contre le changement climatique et à la maîtrise de l'approvisionnement énergétique sur le long terme. Par leur caractère décentralisé, elles participent à l'aménagement des territoires et à la création d'emplois. La France s'est engagée à atteindre un objectif de 23% d'énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale en 2020 et à favoriser un développement à haute qualité environnementale. Ces engagements, au centre du Grenelle de l'environnement et du Plan de développement des énergies renouvelables de novembre 2008, impliquent pour l'énergie éolienne des objectifs ambitieux à l'horizon 2020.

Le développement des projets éoliens, qui permettra d'atteindre ces objectifs, doit être réalisé de manière à prévenir les atteintes aux paysages, au patrimoine et à la qualité de vie des riverains. Dans cette perspective, l'étude d'impact constitue le seul moyen de fonder la décision. Elle facilite l'élaboration de projets prenant en compte les enjeux environnementaux locaux, et contribue à un débat social enrichi.

Le Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, soucieux d'encourager la création de parcs éoliens de qualité et d'accompagner la réalisation des évaluations environnementales, s'est engagé depuis 2005 dans la production de guides méthodologiques de l'étude d'impact spécifiques à ce type de projets.

Le présent guide constitue une actualisation du « Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens » paru en 2005, et prend en compte l'évolution des méthodes et des connaissances sur les impacts des parcs éoliens. L'expérience des parcs éoliens existants, en France et à l'étranger, a ici été mise à profit. La démarche d'élaboration de ce document s'est voulue résolument participative : des groupes de travail associant des représentants des Ministères concernés et des services déconcentrés de l'Etat, des associations de protection de l'environnement, des professionnels, des bureaux d'études, ont travaillé activement à son élaboration.

Il a paru préférable de publier ce document sans attendre la mise en œuvre effective des mesures de la loi portant engagement national pour l'environnement, pour pouvoir dès à présent augmenter encore la qualité environnementale de la décision publique. Toute modification conduira à une actualisation du guide.

Ce document, à l'instar des guides précédents, ne crée pas d'obligations, mais contient des recommandations, des propositions de méthodes et des exemples, pour aboutir à des projets éoliens respectueux des caractéristiques des territoires d'accueil, dans une perspective de développement durable. Ce guide s'adresse à l'ensemble des acteurs concernés par les projets éoliens et l'évaluation environnementale, afin de faciliter le dialogue sur des bases objectives et partagées.

Le Directeur Général de l'Energie et du Climat

Pierre-Franck CHEVET

Introduction (chapitre 1)

L'introduction présente le contexte de l'énergie éolienne, les objectifs du guide et les grandes caractéristiques des projets éoliens, la démarche d'élaboration des projets ainsi que leurs principaux effets.

Cadre réglementaire et législatif (chapitre 2)

Ce chapitre présente les procédures auxquelles est soumis un parc éolien et détaille le cadre réglementaire de l'étude d'impact ainsi que le rôle de cette dernière dans la participation du public.

Conduite de l'étude d'impact (chapitre 3)

Ce chapitre décrit la démarche générale de l'étude d'impact appliquée aux projets éoliens dans ses différentes étapes : cadrage préalable, définition des aires d'étude, analyse de l'état initial, évaluation des effets, choix du projet, définition des mesures, suivi du projet. Ce chapitre présente également la démarche d'évaluation des incidences Natura 2000.

Etude des milieux naturels (chapitres 4 à 6)

Le chapitre 4 présente la réalisation des études sur le milieu naturel et la biodiversité et les principes généraux du déroulement de l'étude écologique, ainsi que la réalisation du suivi écologique. Il est complété par deux chapitres thématiques.

Le chapitre 5 présente de manière détaillée le contenu des études écologiques pour les parcs éoliens terrestres : étude de la végétation, des oiseaux, des chauves-souris, de la faune terrestre, et réalisation des suivis post-implantation.

Le chapitre 6 décrit les enjeux pour les parcs éoliens en mer vis à vis des milieux naturels et de la biodiversité. Il propose en fonction des connaissances actuelles des méthodes d'analyse pour étudier les différentes composantes du milieu écologique marin.

Etude du paysage et du patrimoine (chapitres 7 et 8)

Le chapitre 7 présente les méthodes à mettre en œuvre pour l'étude du paysage et du patrimoine, de l'analyse des sensibilités paysagères et patrimoniales vis-à-vis de l'éolien à la formulation d'un parti paysager de composition. Les outils et techniques de représentation appropriés illustrent le chapitre.

Le chapitre 8 présente les spécificités de l'étude du paysage et du patrimoine pour les parcs éoliens en mer.

Etude du bruit, de la santé et de la sécurité (chapitre 9)

Le chapitre 9 fournit des recommandations pour la réalisation de l'étude acoustique (réalisation et exploitation des mesures, évaluation des impacts, etc.). Le chapitre fait le point des connaissances actuelles concernant les impacts sur la santé publique, et présente les principes permettant d'assurer la sécurité publique.

ANNEXES

Les annexes présentent les données à recueillir et les ressources documentaires pour élaborer l'étude d'impact. Elles comprennent un glossaire et l'ensemble des références bibliographiques mentionnées dans le guide.

FICHES TECHNIQUES

Les fiches techniques portent sur des points spécifiques qui ne sont pas développés dans le guide. Elles sont disponibles sur le site suivant :

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Les-guides-methodologiques.html>

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION.....	13
1.1	L'énergie éolienne et le Grenelle de l'environnement.....	13
1.2	Pourquoi un guide méthodologique ?	14
1.2.1	L'évaluation environnementale des projets éoliens : une obligation	14
1.2.2	Que contient ce guide ?	14
1.2.3	A qui s'adresse ce guide ?	14
1.3	Qu'est-ce qu'un projet éolien ?	15
1.3.1	Les caractéristiques d'un parc éolien terrestre ou en mer.....	15
1.3.2	Mener un projet éolien à son terme : la démarche	16
1.3.3	L'augmentation de puissance et l'extension de parcs existants.....	18
1.4	Les principaux effets des parcs éoliens et les mesures associées	19
1.4.1	Les effets temporaires	19
1.4.2	Les effets permanents	20
1.4.3	Les effets positifs	21
2	CADRE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE	23
2.1	L'étude d'impact	23
2.1.1	Les projets soumis à étude d'impact et à notice d'impact	23
2.1.2	Les évolutions du droit des études d'impact.....	24
2.1.3	L'autorité environnementale.....	24
2.1.4	Les objectifs de l'étude d'impact sur l'environnement	25
2.1.5	Le contenu de l'étude d'impact	25
2.1.6	Recommandations pour la démarche d'étude d'impact	26
2.2	L'étude d'impact et la participation du public	26
3	CONDUITE DE L'ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT.....	29
3.1	Préambule	29
3.1.1	La démarche générale de l'étude d'impact.....	29
3.2	Le cadrage préalable.....	30
3.2.1	Objectifs et intérêts	30
3.2.2	Éléments à recueillir lors du cadrage préalable	31
3.3	La définition des aires d'étude	32
3.3.1	Eolien terrestre.....	32
3.3.2	Eolien en mer	33
3.4	Analyse de l'état initial.....	34
3.4.1	Objectifs	34
3.4.2	Méthodes d'étude et d'analyse	34
3.4.3	Synthèse des enjeux environnementaux.....	35
3.5	Évaluation des effets sur l'environnement	36
3.5.1	Les différents types d'effets	36
3.5.2	Appréciation de l'importance des effets et définition des impacts	38
3.5.3	Synthèse des impacts	39
3.6	Choix du projet	40
3.6.1	Définition des partis d'aménagement et des variantes envisagés.....	40
3.6.2	Évaluation des partis d'aménagement et de leurs variantes	41
3.6.3	Présentation du projet retenu.....	41
3.7	Définition des mesures.....	42
3.7.1	Les différents types de mesures	42
3.7.2	Analyse et proposition de mesures.....	43
3.8	Suivi du site	44
3.9	Démantèlement et remise en état du site	44
3.10	Rédaction de l'étude d'impact et présentation du dossier	45
3.10.1	Objectifs.....	45
3.10.2	Recommandations pour la rédaction.....	46
3.11	Étude d'incidences Natura 2000	46
3.11.1	Cadre général.....	46
3.11.2	Contenu de l'évaluation des incidences et articulation avec l'étude d'impact.....	48
4	ETUDE DES MILIEUX NATURELS - généralités	51
4.1	Préambule	51
4.2	Déroulement de l'étude écologique.....	52
4.2.1	Cadrage préalable de l'étude des milieux naturels.....	52
4.2.2	Analyse de l'état initial des milieux naturels	53

4.2.3	Analyse des effets sur les milieux naturels et définition des impacts	54
4.2.4	Analyse et comparaison des partis d'aménagement et des variantes	55
4.2.5	Description des mesures relatives aux milieux naturels	55
4.2.6	Suivi écologique	57
5	ETUDE DES MILIEUX NATURELS - parcs éoliens terrestres -	59
5.1	Etude de la végétation	59
5.1.1	Cadrage préalable	59
5.1.2	Méthodes d'analyse de l'état initial	59
5.1.3	Evaluation des impacts	62
5.1.4	Définition des mesures	63
5.2	Etude des oiseaux	63
5.2.1	Cadrage préalable	66
5.2.2	Méthodes d'analyse de l'état initial	66
5.2.3	Evaluation des impacts	68
5.2.4	Définition des mesures	69
5.3	Etude des chauves-souris	70
5.3.1	Le cadrage préalable ou «pré-diagnostic»	73
5.3.2	Analyse de l'état initial ou diagnostic	73
5.3.3	Evaluation des impacts	75
5.3.4	Définition des mesures	75
5.4	Etude de la faune terrestre et aquatique	76
5.4.1	Cadrage préalable	76
5.4.2	Méthodes d'analyse de l'état initial	77
5.4.3	Evaluation des impacts	77
5.4.4	Propositions de mesures	78
5.5	Les suivis post-implantation	79
5.5.1	Objectifs des suivis post-implantation	79
5.5.2	Méthodes de suivi de la mortalité des oiseaux et des chauves-souris	79
5.5.3	Méthodes de suivi des comportements en vol (oiseaux et chauves-souris)	80
5.5.4	Méthodes de suivi des populations nicheuses	80
5.5.5	Méthodes de suivi des effets cumulés	80
5.5.6	Méthodes de suivi de la flore et des habitats	81
6	ETUDE DES MILIEUX NATURELS - parcs éoliens en mer -	83
6.1	Préambule	83
6.2	Cadrage préalable	84
6.3	Etude bio-sédimentaire	84
6.4	Etude de la colonne d'eau, du plancton	85
6.5	Etude de la faune pélagique et côtière	85
6.5.1	Étude de la présence et de l'abondance des mammifères marins	86
6.5.2	Etude de l'utilisation des habitats par les mammifères marins	86
6.5.3	Étude du bruit sous-marin	86
6.5.4	Etude des poissons	87
6.6	Etude des oiseaux	87
6.6.1	Cadrage préalable	87
6.6.2	Méthodes d'analyse de l'état initial	89
6.6.3	Propositions de mesures	90
6.7	Etude des chauves-souris en mer	92
6.7.1	Le cadrage préalable ou «pré-diagnostic»	93
6.7.2	Méthodes d'analyse de l'état initial ou « diagnostic »	93
6.7.3	Propositions de mesures	93
7	ETUDE DU PAYSAGE ET DU PATRIMOINE - parcs éoliens terrestres -	95
7.1	Préambule	95
7.1.1	La création de nouveaux paysages	95
7.1.2	L'élaboration de l'étude du patrimoine et du paysage	96
7.2	Le cadrage préalable	97
7.2.1	Les aires d'étude	97
7.2.2	Recueil et analyse des données paysagères et patrimoniales	99
7.3	Analyse de l'état initial du paysage et du patrimoine	99
7.3.1	La connaissance du terrain	100
7.3.2	Analyse du contexte paysager et patrimonial et détermination des qualités paysagères ..	101
7.3.3	Evaluation des dynamiques paysagères	112
7.3.4	Synthèse des sensibilités paysagères et patrimoniales vis-à-vis de l'éolien et capacité à accueillir de nouvelles éoliennes	112

7.4	Le choix du projet et ses influences visuelles	114
7.4.1	La composition paysagère et le projet d'aménagement	114
7.4.2	Les effets du parc éolien sur le paysage et le patrimoine	114
7.5	Les mesures pour réduire les effets du parc éolien sur le paysage	120
7.5.1	Mesures concernant le paysage immédiat	120
7.5.2	Mesures concernant le paysage rapproché (aire d'étude intermédiaire) et lointain.....	121
8	ETUDE DU PAYSAGE ET DU PATRIMOINE - spécificités des parcs éoliens en mer -	123
8.1	Préambule	123
8.2	Les aires d'étude	123
8.2.1	L'aire d'étude éloignée.....	124
8.2.2	Le « rétro-littoral »	124
8.2.3	L'aire d'étude intermédiaire.....	124
8.3	Analyse de l'état initial patrimonial et paysager	125
8.3.1	La connaissance du terrain	125
8.3.2	Analyse du contexte paysager et patrimonial et détermination des qualités paysagères ..	125
8.3.3	Le choix du projet et ses influences visuelles.....	128
8.3.4	Les mesures d'insertion paysagère	129
9	ETUDE DU BRUIT, DE LA SANTE ET DE LA SECURITE PUBLIQUES.....	131
9.1	Le bruit et l'analyse des impacts acoustiques.....	131
9.1.1	Spécificité du bruit des éoliennes	131
9.1.2	Cadre réglementaire	132
9.1.3	Réalisation de l'étude d'impact acoustique.....	133
9.1.4	Cadrage préalable	133
9.1.5	Réalisation des mesures acoustiques et aérodynamiques pour l'état initial	134
9.1.6	Exploitation des mesures acoustiques	136
9.1.7	Evaluation des impacts	138
9.1.8	Définition des mesures	141
9.1.9	Suivis et évaluation post-implantation	143
9.1.10	Les effets des basses fréquences	143
9.2	La santé publique	145
9.2.1	Les effets d'ombre portée	145
9.2.2	Les effets des champs électromagnétiques	146
9.3	La sécurité publique	148
9.3.1	Préambule.....	148
9.3.2	La sécurité des personnes lors de la phase travaux	148
9.3.3	La sécurité des personnes en phase d'exploitation.....	149
9.3.4	Perturbation des radars par les éoliennes.....	150
9.3.5	La signalisation des parcs éoliens	151
10	ANNEXES.....	153

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 - Evolution du parc éolien français (source : MEEDDM)	13
Tableau 1 - Ordres de grandeur des emprises d'un parc éolien terrestre	15
Figure 2 - Proportions d'une éolienne de 2MW (à gauche), d'une éolienne de 1MW (au centre), et d'un moulin à vent	15
Figure 3 - Schéma descriptif d'un parc éolien terrestre (rapports d'échelle non représentatifs)	15
Figure 4 - Schéma d'implantation d'un projet éolien en mer (rapports d'échelle non représentatifs).....	16
Figure 5 - Les étapes d'un projet éolien terrestre	17
Figure 6 - Exemple de « repowering »	18
Tableau 2 - Exemples d'effets temporaires d'un parc éolien et mesures associées.....	19
Tableau 3 - Exemples d'effets permanents d'un parc éolien et mesures associées.....	21
Tableau 4 - Exemples d'effets positifs d'un parc éolien et mesures associées	21
Figure 7 - Seuils de procédure auxquels est soumis un parc éolien terrestre	23
Tableau 5 - Exemples de moyens de participation du public	27
Figure 8 - Démarche générale de la conduite de l'étude d'impact	29
Figure 9 - Rôle du cadrage préalable dans la démarche de l'étude d'impact (d'après MEDD, 2004).....	30
Figure 10 - Aires d'études pour un projet éolien terrestre (échelle non représentative)	33

Figure 11 - Aires d'études pour un projet éolien en mer (échelle non représentative)	33
Figure 12 - Illustration de la notion d'effets indirects.....	36
Figure 13 - Des effets aux impacts	38
Tableau 6 - Exemples de critères d'analyse de l'importance des effets.....	39
Figure 14 - Analyse des partis, des variantes d'aménagement et choix du projet.....	40
Tableau 7 - Exemple de tableau d'analyse multicritères des variantes ou des partis.....	41
Tableau 8 - Exemple de tableau de synthèse des mesures proposées	43
Tableau 9 - Champ d'application de l'évaluation des incidences Natura 2000.....	48
Figure 15 - Schéma simplifié de l'évaluation des incidences Natura 2000 (d'après la circulaire du 15 avril 2010)	49
Figure 16 - Articulation de l'étude écologique avec la démarche d'étude d'impact	51
Tableau 10 - Calendrier indicatif des périodes favorables aux inventaires de terrain.....	52
Tableau 11 - Aires d'études pour l'analyse du milieu naturel.....	52
Tableau 12 - Exemples d'impacts sur les milieux naturels.....	54
Tableau 13 - Hiérarchisation des impacts	54
Figure 17 - Exemple de suivi d'un parc éolien.....	58
Tableau 14 - Méthode de l'aire minimale (source : d'après Tela Botanica).....	59
Tableau 15 - Nomenclature CORINE Biotope : exemple des prairies mésophiles	60
Tableau 16 - Exemple de présentation des données sur la flore	61
Figure 18 - Exemple de cartographie des habitats naturels (source : Corieaulys)	61
Figure 19 - Carte de sensibilité des habitats (source : Corieaulys).....	62
Tableau 17 - Mortalité des oiseaux et activités humaines (source : à partir de données LPO, AMBE).....	64
Figure 20 - Concentration altimétrique des passages migratoires lors des franchissements de reliefs (source : d'après GREET ing.)	64
Figure 21 – Principales voies migratoires.....	67
Tableau 18 - Protocole pour l'étude des chiroptères	70
Tableau 19 - Statut biologique pour la France des espèces de chauves-souris sensibles aux éoliennes 2009 (source : SFEPM)...	71
Figure 22 - Bilan des cas de mortalité de chauves-souris liés aux éoliennes en France et en Europe au 15 janvier 2009 (source : EUROBATS, T. Dürr, L. Rodrigues et SFEPM, 2009).....	72
Tableau 20 - Objectifs et moyens du diagnostic chiroptères.....	74
Figure 23 - Evolution de l'intensité migratoire en mer du Nord au cours de l'année.....	88
Figure 24 - Exemple de secteur de concentration d'oiseaux en période inter-nuptiale dans le Golfe de Gascogne.....	88
Figure 25 - Indices de sensibilité d'espèces de la mer du Nord (source : d'après Dierschke et al., 2006).....	90
Tableau 21 - Méthodes pour l'étude des oiseaux en mer (source : LPO)	91
Figure 26 - Démarche itérative de l'étude du paysage et du patrimoine	96
Figure 27 - Croquis de terrain (source : Atelier des Paysages Blaise-Lecuyer)	100
Figure 28 - Bloc paysager et profils de terrain (source : Atelier des Paysages, Arbre&Sens et Carto-graphic)	102
Figure 29 - Croquis et coupe de terrain illustrant un bassin de vision (source : Atelier des Paysages, Arbre&Sens et Carto-graphic)	103
Figure 30 - Croquis interprétatif mettant en évidence les structures végétales (source : Atelier des Paysages)	104
Figure 31 - Profil de terrain mettant en évidence les structures végétales (source : Atelier des Paysages)	104
Figure 32 - Bloc paysager et croquis interprétatifs présentés en parallèle (source : Atelier des Paysages, Arbre&Sens et Carto-graphic)	105
Figure 33 - Vue panoramique sur un paysage du Pas de Calais, depuis un axe routier régional très fréquenté (source : Atelier des Paysages)	106
Figure 34 - Illustration de la notion d' « inter-visibilité » (source : Atelier des Paysages, Arbre&Sens et Carto-graphic)	107
Figure 35 - Coupe et vue oblique illustrant le périmètre de mise en scène du massif de Saoû (source : Atelier des Paysages, Arbre&Sens et Carto-graphic).....	107
Figure 36 - Croquis interprétatif illustrant le cumul d'éoliennes dans un paysage de l'Oise (source : Atelier des Paysages).....	108
Figure 37 - Carte de synthèse des perceptions visuelles (source : Atelier des Paysages, Arbre&Sens et Carto-graphic).....	109

Figure 38 - Carte de synthèse des sensibilités patrimoniales et paysagères vis-à-vis d'un parc éolien en projet (source : Atelier des Paysages)	113
Figure 39 - Carte des zones d'« inter-visibilité» (source : Atelier des Paysages).....	115
Figure 40 - Etude de variantes d'implantation sur croquis (source : Atelier des Paysages)	116
Figure 41 - Photomontage d'illustration du scénario retenu. (source : Atelier des Paysages).....	117
Figure 42 - Etude de variantes d'implantation dans l'aire d'étude éloignée à très éloignée (source : Atelier des Paysages).....	118
Figure 43 - Bloc paysager des Grandes Dalles sur le littoral normand (source : Atelier des Paysages)	126
Figure 44 - Exemple de comparaison entre le bruit résiduel et le bruit d'une éolienne (source : d'après AFSSET).....	132
Figure 45 - Vitesse de vent et influence du relief (source : Acouphen Environnement)	133
Figure 46 - Histogramme de distribution des vitesses et roses de vents jour/nuit (source : Acouphen environnement)	134
Figure 47 - Point de mesures acoustiques et mât anémométrique (source : Acouphen environnement et Corieaulys).....	134
Figure 48 - Principe du calcul de la vitesse de référence à 10 m (source : Acouphen environnement)	135
Figure 49 - Exemple d'analyse statistique des données.....	137
Tableau 22 - Contenu du rapport de mesurage.....	138
Figure 50 - Exemple d'évolution de la puissance acoustique en fonction de la vitesse du vent (source : Acouphen environnement)	139
Figure 51 - Exemple de vue 3D issue d'un modèle acoustique (source : Acouphen environnement)	140
Tableau 23 - Exemple présentation des émergences prévisionnelles en dB(A).....	140
Tableau 24 - Exemples de bruit forfaitaire.....	141
Figure 52 - Exemple de carte de bruit d'un parc éolien en dB(A) (source : Acouphen environnement).....	141
Figure 53 - Exemples d'optimisation acoustique d'un parc éolien en fonction de la localisation de l'habitat	142
Tableau 25 - Exemples de mesures pour limiter l'impact acoustique.....	142
Figure 56 - Domaines de fréquences.....	143
Tableau 26 - Comparaison du niveau d'infrasons et du seuil d'audibilité par fréquence (source : d'après Hammerl et Fichtner, 2000)	144
Figure 54 - Illustration du phénomène d'ombre stroboscopique	145
Figure 55 - Le masquage périodique du soleil par les pales en rotation (source : ADEME).....	146
Tableau 27 - Champs électriques de quelques appareils ménagers et des lignes électriques (source : RTE France)	147
Tableau 28 - Champs magnétiques de quelques appareils ménagers, des lignes électriques et des câbles souterrains (source : RTE France).....	147
Tableau 29 - Perturbations des radars par les éoliennes et pistes d'amélioration potentielle (source : Direction Générale de l'Armement)	150
Tableau 30 - Principes du balisage des parcs éoliens.....	151
Figure 57 - Signalisation maritime d'une éolienne	151
Figure 58 - Signalisation maritime d'un parc éolien	152

CREDITS PHOTO

Abies, Acouphen Environnement, Atelier des Paysages Blaise-Lecuyer, Y. Beucher (Exen), V. Bichon (Corieaulys), T. Degen (MEEDDM), V. Kelm, L. Mignaux (MEEDDM), B. Rozec (DRE Bretagne), B. Suard (MEEDDM).

Ce guide a été préparé sous la responsabilité de la Direction Générale de l'Energie et du Climat du Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer (MEEDDM), dans le cadre de groupes de travail associant des experts issus de l'administration, des associations et de la profession, dont la composition est donnée en annexe. Le MEEDDM remercie vivement les membres de ces groupes de travail pour leur participation, leurs contributions, la relecture de documents, leurs commentaires et suggestions.

1 INTRODUCTION

Ce chapitre introductif présente le contexte de l'énergie éolienne, les objectifs du guide et les grandes caractéristiques des projets éoliens, la démarche d'élaboration des projets, ainsi que leurs principaux effets.

1.1 L'énergie éolienne et le Grenelle de l'environnement

Le développement des énergies renouvelables, combiné à la maîtrise des consommations d'énergie, a pour objectif la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Dans le cadre de la mise en œuvre du protocole de Kyoto, l'intérêt des sources d'énergies renouvelables a conduit l'Union Européenne à les promouvoir rapidement. La directive 2009/28/CE du 23 avril 2009 fixe des objectifs nationaux concernant la part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale. Pour la France, la part d'énergies renouvelables dans la consommation totale d'énergie en 2020 doit s'élever à 23%.

La puissance totale d'énergie éolienne installée au niveau mondial est d'environ 158 GW fin 2009. Elle est en forte croissance, avec environ 37 000 MW installés en 2009, dont environ 10 000 MW en Europe¹.

Le parc éolien européen compte 78 800 MW à la fin 2009 dont 1912 MW en mer². Deuxième plus important gisement éolien européen, la France se place au 4^{ème} rang européen en terme de puissance installée, avec 979 MW supplémentaires en 2009. La puissance éolienne raccordée au réseau s'élève à 4574 MW au 31 décembre 2009³.

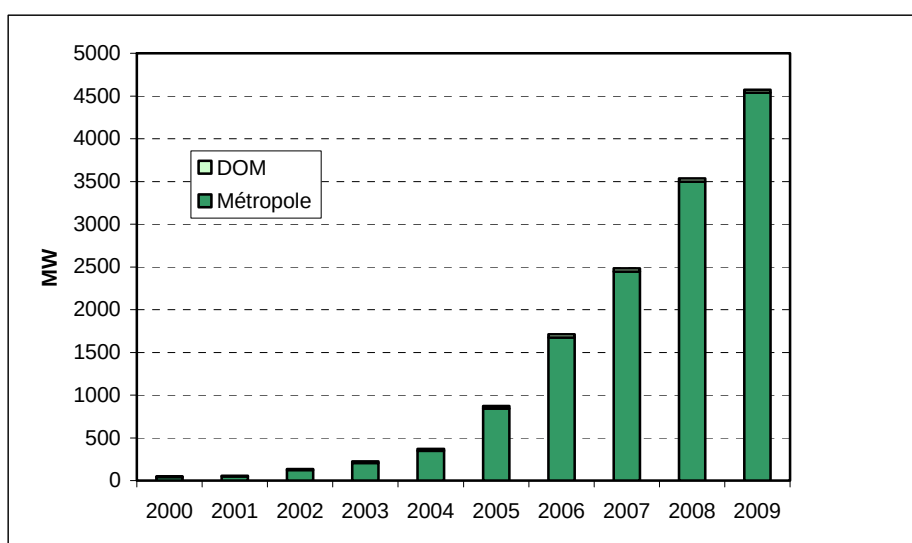


Figure 1 - Evolution du parc éolien français (source : MEEDDM)

La France a inscrit dans la loi n°2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement son engagement d'atteindre 23 % d'énergies renouvelables dans sa consommation d'énergie finale en 2020 contre 10,3% en 2005. Le plan national de développement des énergies renouvelables à haute qualité environnementale⁴, issu des engagements du Grenelle de l'environnement et présenté par le Gouvernement en novembre 2008 doit permettre d'atteindre cet objectif. Ce programme prévoit une augmentation de 20 millions de tonnes équivalent pétrole (Mtep) de la production annuelle d'énergies renouvelables. Il comprend 50 mesures opérationnelles qui concernent l'ensemble des filières.

¹ Source : Global Wind Energy Council.

² Source : Observ'ér.

³ Source : MEEDDM, Service de l'observation et des statistiques.

⁴ Dossier de presse « Grenelle environnement : réussir la transition énergétique – 50 mesures pour un développement des énergies renouvelables à haute qualité environnementale – 17 novembre 2008 ». Disponible sur : <http://www.developpement-durable.gouv.fr>

Pour l'éolien terrestre, le gouvernement a, d'une part, confirmé le tarif d'achat, et d'autre part engagé une démarche visant à améliorer la planification territoriale, l'encadrement réglementaire et la concertation locale, afin d'éviter le mitage du territoire et de limiter les impacts sur les paysages, le patrimoine et la qualité de vie des riverains. Concernant l'éolien en mer, le développement est facilité grâce à une simplification des procédures, et la création d'une instance de concertation et de planification par façade maritime avec l'ensemble des parties prenantes. La programmation pluriannuelle des investissements⁵ fixe pour 2020 l'objectif de 19 000 MW éoliens à terre et 6000 MW à partir de l'énergie éolienne en mer et des autres énergies marines.

1.2 Pourquoi un guide méthodologique ?

1.2.1 L'évaluation environnementale des projets éoliens : une obligation

L'évaluation environnementale désigne l'étude descriptive et fonctionnelle de différents thèmes environnementaux : le milieu naturel (les écosystèmes, la faune, la flore, les habitats naturels, ...), le milieu physique (la géographie, la topographie, l'occupation du sol, ...), le milieu humain (les activités humaines, les transports, ...) et l'environnement paysager.

Elle est imposée aux projets publics et privés ayant des incidences sur l'environnement par les textes européens (directive 85/337/CE et 2003/35/CE) transposés en droit français par le code de l'environnement (article L.122-1 et suivants).

L'évaluation environnementale des projets est réalisée avant la mise en œuvre du projet et accompagne la demande d'autorisation. Elle peut prendre plusieurs formes : étude d'impact, évaluation des incidences (si le projet est susceptible d'affecter un site Natura 2000 ou une ressource en eau).

1.2.2 Que contient ce guide ?

Ce guide propose une démarche générale pour la conduite des évaluations environnementales d'un projet de parc éolien et en particulier pour la réalisation et la présentation de l'étude d'impact. Il complète les outils existants, et constitue la version actualisée du « Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens » (MEDD/ADEME, 2005).

Sa conception a été rendue possible par l'implication d'acteurs administratifs, professionnels et associatifs concernés par la problématique des parcs éoliens. Ce guide vise à mettre en évidence plusieurs principes fondamentaux pour la qualité des études d'impact (proportionnalité, itérativité, objectivité et transparence) et propose des méthodes appropriées aux parcs éoliens.

A cette fin, il présente des recommandations pour la réalisation des études d'impacts, en proposant des clés pour le choix des méthodes à mettre en œuvre. Ce guide n'impose aucune des méthodes, le choix relevant des opérateurs et de leurs partenaires, et étant fonction des caractéristiques de chaque site et de chaque projet.

1.2.3 A qui s'adresse ce guide ?

Ce guide s'adresse :

- aux **opérateurs éoliens** afin de les inviter à intégrer le plus en amont possible les enjeux environnementaux, pour concevoir des parcs éoliens respectueux de l'environnement ;
- aux **services administratifs** qui trouveront les éléments nécessaires à l'évaluation de la qualité des projets ;
- aux **élus** et autres **décideurs locaux** afin d'aider leur appréciation des projets, leurs choix et décisions en matière énergétique et d'aménagement du territoire, et la formulation de leur avis lors de l'enquête publique ;
- aux **bureaux d'études** pour les inciter à mettre en place une démarche et des moyens humains et techniques à la hauteur du travail à réaliser ;
- aux **spécialistes** pour leur permettre de suivre une méthodologie propre au contexte éolien, affinée grâce au retour d'expérience aujourd'hui disponible ;

⁵ Arrêté du 15 décembre 2009 relatif à la programmation pluriannuelle des investissements.

- au **public** et aux **associations** qui souhaitent être informés du contenu de l'évaluation environnementale du projet et mieux participer aux débats qui sont organisés et à l'enquête publique,
- aux **commissaires enquêteurs** pour leur permettre d'évaluer la qualité des projets.

1.3 Qu'est-ce qu'un projet éolien ?

1.3.1 Les caractéristiques d'un parc éolien terrestre ou en mer

Un parc éolien est une installation de production d'électricité par l'exploitation de la force du vent. Il s'agit d'une production au fil du vent, il n'y a donc pas de stockage d'électricité. On distinguera la composition d'un parc éolien terrestre de celle d'un parc éolien en mer.

Le tableau et le schéma ci-dessous présentent quelques ordres de grandeur de la consommation d'espace d'un parc éolien terrestre. Pour un parc éolien en mer ces dimensions sont très variables.

	Parc éolien terrestre
Surface de la plate-forme de grutage et levage	Environ 1000 m ² par éolienne
Surface au sol des fondations	Environ 300 m ² par éolienne
Caractéristiques des pistes et voies d'accès (à créer en fonction de la préexistence de pistes et chemins)	Environ 5 m de large, rayon de courbure minimal de 30 m
Emprise du câblage	Environ 60 cm de large et 1 m de profondeur

Tableau 1 - Ordres de grandeur des emprises d'un parc éolien terrestre

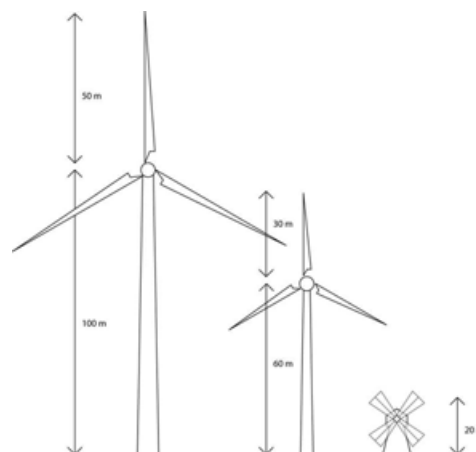


Figure 2 - Proportions d'une éolienne de 2MW (à gauche), d'une éolienne de 1MW (au centre), et d'un moulin à vent

La composition d'un parc éolien terrestre

Un parc éolien terrestre comporte les éléments suivants : un ensemble d'éoliennes et leurs fondations, une voie d'accès et une piste de desserte inter-éoliennes, un réseau de câbles enterré, un poste de livraison, un poste de transformation situé à l'extérieur ou à l'intérieur de chaque éolienne et un câble de raccordement au réseau électrique.

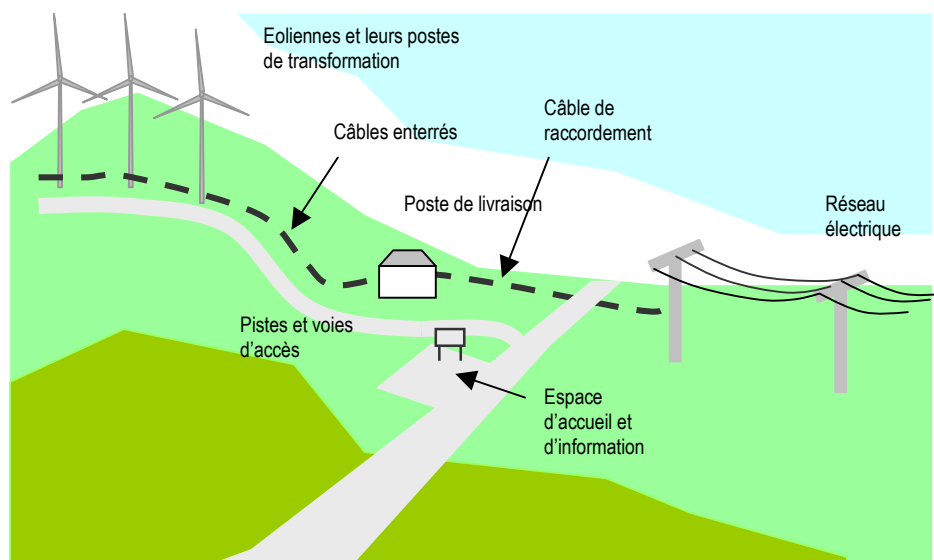


Figure 3 - Schéma descriptif d'un parc éolien terrestre (rapports d'échelle non représentatifs)

En cas de raccordement au réseau haute tension (HTB), un poste de transformation haute tension (ou poste source) est nécessaire au pied de la ligne haute tension. Ce poste est soit existant, soit construit par le porteur de projet (poste client).

Le parc éolien peut être accompagné d'éléments connexes, tels qu'un mât de mesures météorologiques, une aire de stockage de matériaux et d'outils, un local technique, un parking avec espace d'accueil et d'information, etc.

La composition d'un parc éolien en mer

Les parcs éoliens en mer comptent plus d'éoliennes que les parcs terrestres et ce pour amortir les coûts fixes d'installation et de raccordement plus importants, ainsi que pour des raisons de surface disponible et de gisement.

Un parc éolien en mer comporte les éléments suivants : un ensemble d'éoliennes et leurs fondations, un poste de transformation situé en mer ou à terre selon la distance du parc à la côte et la puissance du parc, un réseau de câbles sous-marins entre les éoliennes (ensouillés ou déposés selon le type de sol), un réseau de câbles sous-marins vers la terre, prolongé par des câbles souterrains jusqu'au poste de livraison de l'énergie et un câble de raccordement au réseau électrique public (partie terrestre).

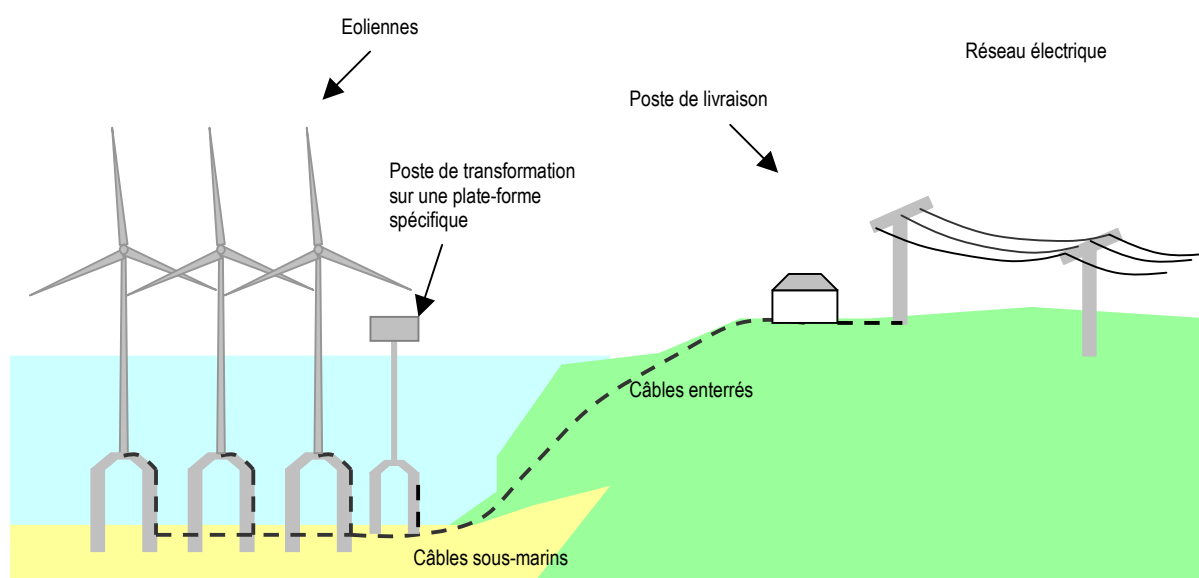


Figure 4 - Schéma d'implantation d'un projet éolien en mer (rapports d'échelle non représentatifs)

Plusieurs types de fondations existent actuellement. Les plus utilisées sont les fondations fixes constituées d'un caisson en béton ou acier, d'un mono-pieu, ou encore de tripode ou jacket selon la profondeur et le type de sol. Les fondations flottantes (flotteur lesté, plate-forme à lignes tendues, multi-flotteurs), plus adaptées aux eaux profondes, sont actuellement au stade du démonstrateur.

1.3.2 Mener un projet éolien à son terme : la démarche

Mener un projet éolien à son terme, de l'identification de secteurs potentiels au démantèlement du parc en fin de vie, nécessite de nombreuses étapes au cours desquelles l'évaluation environnementale joue un rôle important. La prise en compte de l'environnement est constante tout au long de la vie du projet, comme l'indique la figure 5 (pour un parc éolien terrestre).

Ainsi, le processus de développement des projets, qui nécessite un minimum de trois années de travail et de démarches, n'est pas un processus linéaire, du moins dans ses premières phases : le projet se construit au fur et à mesure que les connaissances environnementales s'affinent et que les solutions de meilleure intégration environnementale sont définies.

Pour un projet terrestre, une demande de permis de construire doit être déposée. Le permis de construire est délivré par le préfet de département assisté de la direction départementale des territoires (DDT). Pour un parc éolien en mer, c'est l'Etat qui est propriétaire du domaine maritime : le parc doit obtenir une concession pour occuper le domaine pendant une durée déterminée. Concernant l'évaluation environnementale, le dossier comprend une étude d'impact, une étude d'incidences au titre de la loi sur l'eau ainsi qu'une évaluation des incidences Natura 2000.

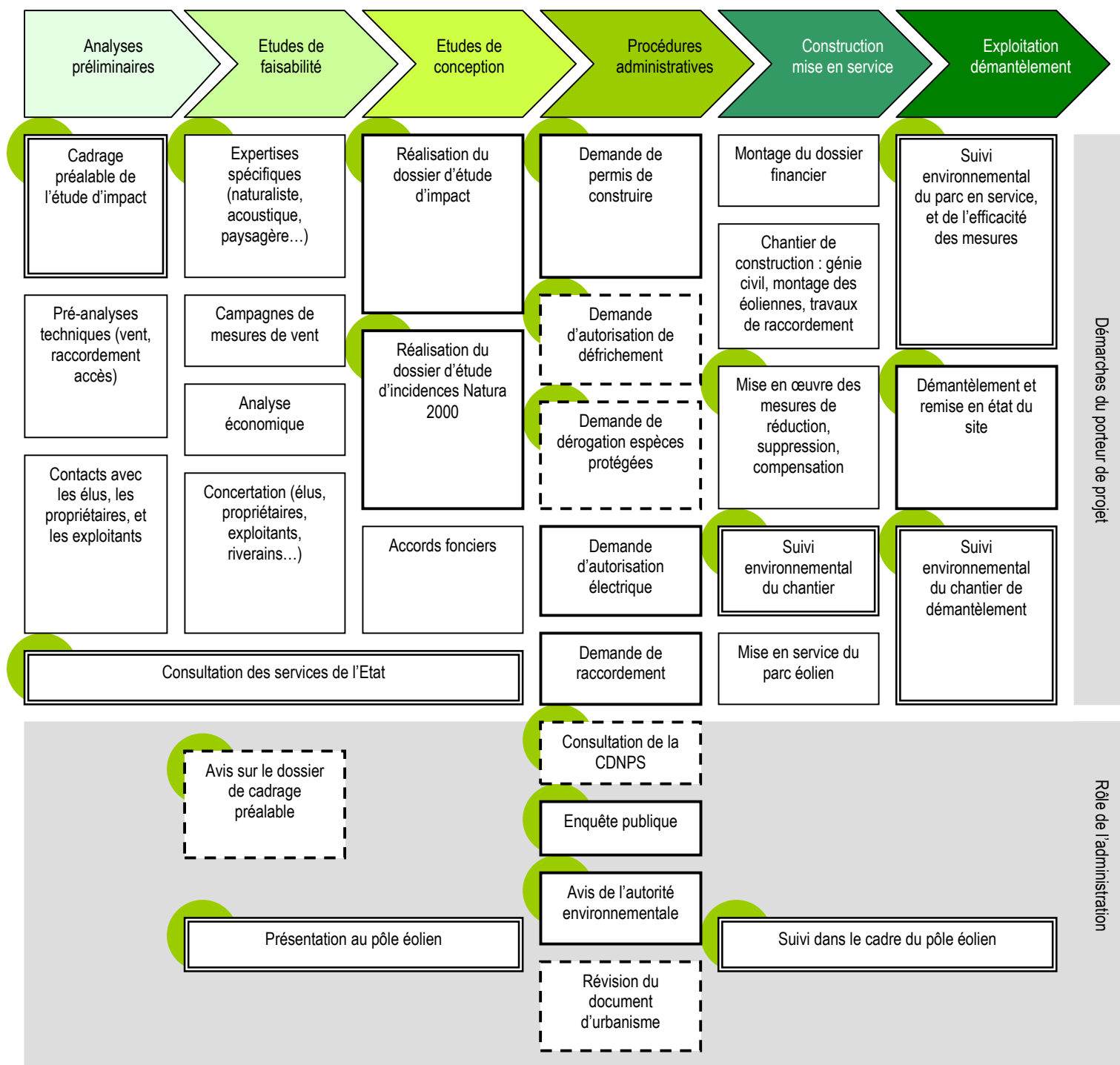
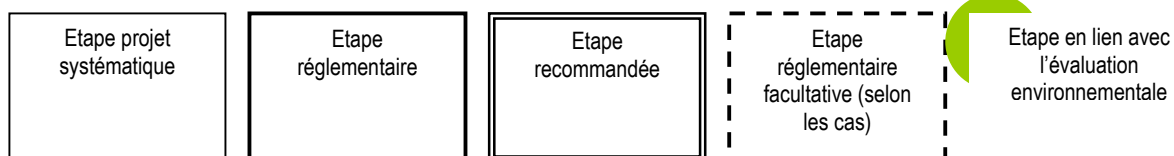


Figure 5 - Les étapes d'un projet éolien terrestre

Légende



1.3.3 L'augmentation de puissance et l'extension de parcs existants

Un parc éolien est susceptible d'évoluer une fois construit. La diminution des sites disponibles et l'évolution technologique des éoliennes peuvent conduire les opérateurs à optimiser les sites ou les parcs. Ce phénomène se rencontre à terre mais pourrait, à terme, concerner également les parcs éoliens en mer.

L'augmentation de puissance (le « repowering »)

L'augmentation de puissance (ou « repowering ») consiste à optimiser les parcs existants en produisant plus d'énergie avec moins d'éoliennes. Il s'agit de remplacer les éoliennes de première génération par d'autres, plus performantes.

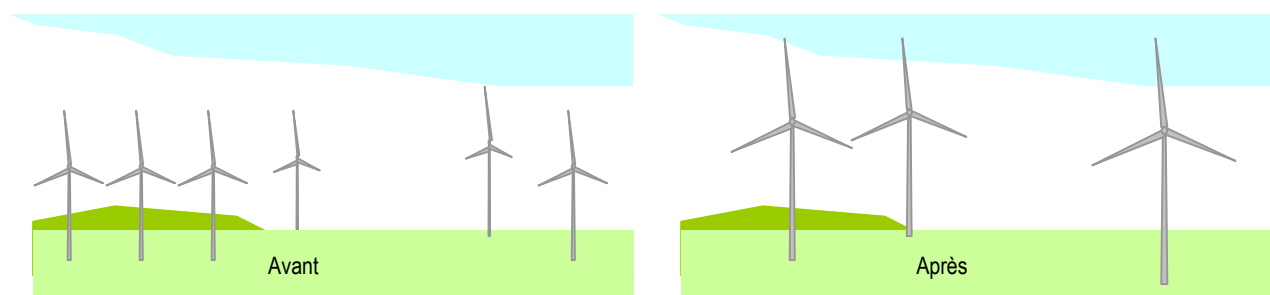


Figure 6 - Exemple de « repowering »

Un tel projet d'augmentation de la puissance d'un parc donne lieu à une nouvelle procédure d'autorisation, et implique dès lors la réalisation d'une nouvelle étude d'impact sur l'environnement du projet. La première étude d'impact constituera une base pour l'évaluation, mais il conviendra pour la deuxième procédure de prendre en compte l'évolution du milieu (l'état initial peut avoir évolué, des suivis peuvent avoir démontré des impacts qui n'avaient pas été identifiés lors de la première demande, etc.), et l'évolution technique du projet (les éoliennes sont généralement plus grandes, leur implantation est modifiée puisque leur nombre diminue, etc.).

L'extension des parcs existants

Le plan énergies renouvelables présenté dans le cadre du Grenelle de l'environnement prévoit pour 2020 la densification de la puissance éolienne sur le territoire : il sera donc « *nécessaire de privilégier la construction de parcs de taille plus importante qu'actuellement* »⁶. Cela peut se réaliser, par exemple, par l'extension de parcs existants.

L'extension d'un parc éolien consiste à ajouter de nouvelles éoliennes à proximité d'un parc déjà construit, de manière à augmenter la puissance éolienne installée sans utiliser un nouveau site non équipé. On considère que les éoliennes font partie d'un même parc lorsqu'elles sont suffisamment proches pour former une même entité visuelle.

Une nouvelle demande d'autorisation sera sollicitée pour ces éoliennes. Le dossier comprendra une nouvelle étude d'impact dont les aires d'étude seront définies sur la base de cette extension. L'état initial prendra en compte le parc existant, mais ce dernier sera également utilisé pour analyser les impacts cumulés. L'étude devra s'attacher à justifier le choix de la variante la plus appropriée vis-à-vis de la continuité avec le parc existant.

⁶ Dossier de presse « Grenelle environnement : réussir la transition énergétique – 50 mesures pour un développement des énergies renouvelables à haute qualité environnementale – 17 novembre 2008 ». Disponible sur : <http://www.developpement-durable.gouv.fr>

1.4 Les principaux effets des parcs éoliens et les mesures associées

Les parcs éoliens sont à l'origine d'effets positifs par exemple sur le milieu physique et sur le milieu humain (création d'emplois directs et indirects, émissions de CO₂ évitées). Les effets négatifs des installations elles-mêmes peuvent être temporaires ou permanents. Par exemple, la phase de chantier peut induire des dérangements de la faune volante ou terrestre, une augmentation de la turbidité de l'eau lors des travaux en mer, une perturbation du trafic routier (lors de l'acheminement des éoliennes). Le fonctionnement de l'installation peut être à l'origine de collisions ou d'effets barrières lors des déplacements d'oiseaux ou de chauves-souris, d'émissions sonores, ou encore de perturbations du fonctionnement des radars. Dans la plupart des cas, des mesures peuvent être prises pour éviter, réduire voire compenser les effets négatifs des installations sur les différentes composantes de l'environnement. Ces mesures sont étudiées et définies aussi précisément que possible dans le cadre de l'étude d'impact, en fonction des enjeux locaux. Elles peuvent être complétées par des mesures d'accompagnement.

Les effets et mesures présentés ci-après (☞ pour les items spécifiques à l'éolien en mer) ne sont ni exhaustifs, ni applicables à l'ensemble des projets.

1.4.1 Les effets temporaires

	Exemples d'effets temporaires	Exemples de mesures
Milieu humain		
Sécurité des personnes	Risques d'accidents de tiers liés au chantier, au transport et à la manutention des éléments constitutifs des éoliennes	Interdiction du chantier au public Signalétique et information Plan de circulation Formation du personnel au risque électrique
Nuisances du voisinage	Bruit du chantier Emissions de poussières	Evacuation des déchets Information des riverains Stabilisation des pistes de chantier et entretien selon les conditions climatiques Durée des travaux limitée
Activités locales	Perturbation des activités cynégétiques, agricoles et sylvicoles	Durée des travaux limitée
Trafic routier	Perturbation du trafic routier lors de l'acheminement des éoliennes	Information des riverains
☞ Activités	Perturbation des usages de la mer Report des activités de pêche sur d'autres zones avec des effets cumulatifs sur la ressource Modification des routes navigables	Compensation financière des autres usagers de la mer lorsque leur activité se révèle incompatible avec les travaux.
☞ Bathymétrie, stabilité des fonds marins	Modification des fonds marins (excavation, forage, nettoyage)	Limitation des emprises de chantier.
☞ Qualité des eaux	Augmentation de la turbidité Accumulation de déchets de chantier	Absence de rejets directs Evacuation des déchets Fixation de valeurs seuils acceptables pour le dragage et la dispersion de matériaux dans la colonne d'eau
Milieu naturel		
Habitats et flore	Piétinement et destruction des habitats	Protection (balisage, clôture) des espèces ou stations animales ou végétales à protéger Limitation des emprises Suivi environnemental du chantier
Faune terrestre	Dérangement de la faune terrestre	Limitation des emprises de chantier
Avifaune et chauves-souris	Dérangement de la faune volante Modifications comportementales	Choix de l'implantation Planification du chantier hors période de reproduction des espèces sensibles Suivi environnemental du chantier
☞ Habitats et flore marine et côtière	Augmentation de la turbidité de l'eau, modification de la photosynthèse	Choix du site Limitation des emprises de chantier
☞ Faune	Dérangement de la faune Perturbation des déplacements des oiseaux due à l'éclairage du chantier	Limitation des emprises de chantier Suivis acoustiques (si présence de mammifères marins) Réduction du niveau sonore lors du battage des fondations par des barrières physiques (ex. rideau de bulles) Détournement des animaux de la zone de travaux (ex. ligne flottante, soft start, répulsifs acoustiques)

Tableau 2 - Exemples d'effets temporaires d'un parc éolien et mesures associées

1.4.2 Les effets permanents

	Exemples d'effets permanents	Exemples de mesures
Milieu physique		
Hydraulique, qualité des eaux	Erosion le long des pistes, perturbations hydrauliques Pollutions accidentelles	Entretien des ouvrages de transparence hydraulique, entretien des pistes Kits « anti-pollution »
Risques naturels	Risque d'incendie	Mise en place de paratonnerres sur les éoliennes
 Bathymétrie, stabilité des fonds marins	Modification de la dynamique sédimentaire, des conditions hydrodynamiques	Choix du site en évitant les zones sensibles Enfouissement des câbles
 Qualité de l'eau	Altération de la qualité de l'eau due à la corrosion des structures	Choix des structures Choix du revêtement anti-fouling ⁷
Milieu naturel		
Habitats et flore	Atteinte à des stations d'espèces patrimoniales Coupe d'arbres, défrichement Introduction accidentelle d'espèces invasives Piétinement des habitats proches par les visiteurs (effet indirect)	Choix du site Vérification préalable aux travaux de l'absence d'espèces patrimoniales Absence d'apport de terre externe au site Remise en place de la terre végétale décapée après travaux Maintien définitif de la zone de grutage Protection d'habitats fortement sensibles au piétinement, information du public Gestion de milieux naturels menacés, restauration de milieux dégradés
Avifaune	Destruction, perte ou dégradations des habitats (nicheurs, hivernants) Collisions périodiques avec les éoliennes Effet « barrière » Dérangements divers (ex. échec ou baisse de la reproduction)	Choix du site et de la hauteur des éoliennes Positionnement des éoliennes : hors zones sensibles, parallèles aux voies de déplacement de l'avifaune, ouverture des lignes pour favoriser les passages Maintien des habitats périphériques du parc éolien par une gestion de l'assolement Protection des nichées
Chiroptères	Destruction de gîtes Collision (trajet chasse, migration) Effet « barrière »	Choix du site en évitant les zones sensibles Eloignement des éoliennes par rapport aux lisières très fréquentées par les chauves-souris Régulation adaptée du fonctionnement des éoliennes
Faune non volante	Destruction, perte ou dégradations des habitats Destruction de spécimens peu mobiles	Choix du site en évitant les zones sensibles. Vérification préalable aux travaux de l'absence d'espèces patrimoniales Réhabilitation ou création de mares de substitution
 Habitats et flore marine et côtière	Perturbation des habitats sensibles, d'une espèce protégée ou patrimoniale Modification des peuplements benthiques Création de nouveaux biotopes par la colonisation des structures	Choix du site en évitant les zones sensibles Restauration des milieux fragiles Création de récifs artificiels favorables à la faune
 Faune marine (poissons, mammifères marins, cétacés)	Perturbation des zones de reproduction Effet « barrière » Perturbation de la faune marine, (champs électromagnétiques, chaleur des câbles, bruit, vibrations, projection d'ombres) Perturbation des chaînes alimentaires	Choix du site en évitant les zones sensibles Enfouissement des câbles
 Avifaune	Risque de collision Effet « barrière » (déviation des trajectoires migratoires) Perte d'habitats	Choix du site en évitant les voies de passages migratoires Positionnement des éoliennes parallèlement aux voies de déplacement de l'avifaune Ouverture des lignes d'éoliennes pour favoriser les passages
 Chiroptères	Risque de collision Effet « barrière »	Choix du site en évitant les voies de passages migratoires Choix de la hauteur des éoliennes Régulation adaptée du fonctionnement des éoliennes
Milieu humain		
Sécurité des personnes santé publique	Risque de bris et projection de pales, projection de glace Production d' infrasons Effets d'ombre portée	Choix du site (éloignement des habitations riveraines) Système de détection du gel Information du public
Nuisances du voisinage	Bruit des éoliennes Emissions lumineuses Perturbations de la réception hertzienne	Choix du site (éloignement des riverains) Optimisation acoustique du parc éolien Rétablissement de la qualité de la réception Bridage des éoliennes en cas de dépassement acoustique

⁷ Le fouling est le processus de colonisation par les organismes vivants animaux et végétaux de structures immergées en mer.

	Exemples d'effets permanents	Exemples de mesures
Milieu humain		
Radars	Risque de perturbation du fonctionnement des radars	Choix du site Mise en place de transpondeurs sur les éoliennes Mesures de réduction d'impact (opérateurs radars)
Economie locale	Perte de production agricole sylvicole Retombées fiscales Retombées touristiques	Choix du site Aide au fonctionnement de structures locales (agricole, associative, touristique...)
Activités de loisirs	Perturbation des activités de loisirs	Choix du site
 Radars	Risque de perturbation du fonctionnement des radars	Choix du site Dispositifs d'atténuation d'impact (transpondeurs)
 Activités, économie locale	Perturbation des usages de la mer Report des activités de pêche sur d'autres zones avec des effets cumulatifs sur la ressource Modification des routes navigables	Compensation financière des autres usagers de la mer lorsque leur activité se révèle incompatible avec les travaux.
 Sécurité des personnes (usagers de la mer) Santé et salubrité publique	Risque de collision (fondations, mâts), d'accrochage (bas des pales, câbles)	Hauteur sous pale adaptée au trafic maritime sur la zone Implantation des éoliennes dans le sens du courant et espacement des machines Signalisation sonore
Paysage et patrimoine		
Patrimoine	Co-visibilité avec les monuments ou sites protégés et/ou remarquables.	Choix du site et de la variante d'implantation
Paysage	Modification de l'organisation de l'espace, introduction de rapports d'échelle Interactions avec l'environnement paysager (rural, urbain, industriel), et avec les éléments du paysage	Projet paysager Choix du site et de la variante d'implantation Limitation de la visibilité du site Opérations de remise en état spécifiques
 Patrimoine	Co-visibilité avec les monuments ou sites protégés et/ou remarquables.	Choix du site et de la variante d'implantation
 Paysage (depuis la terre, ou depuis la mer)	Fermeture du paysage du « grand large » Modification de l'identité des paysages Modification de la perception des paysages littoraux	Choix du site et de la variante d'implantation Projet paysager Aide au financement pour la remise en état et/ou la mise en valeur du petit patrimoine local

Tableau 3 - Exemples d'effets permanents d'un parc éolien et mesures associées

1.4.3 Les effets positifs

	Exemples d'effets positifs
Milieu physique	
Climat	Participation à la lutte contre l'effet de serre
Milieu naturel	
Biodiversité	Préservation de la biodiversité (par la participation à la lutte contre l'effet de serre) Amélioration des connaissances sur la biodiversité et sa protection Amélioration des connaissances sur l'intégration écologique des activités humaines
Milieu humain	
Economie locale et développement durable	Retombées fiscales pour les collectivités Dynamisation de l'emploi local Retombées touristiques Création d'une dynamique locale de développement durable
Macro-économie	Contribution à la diversification de la production d'électricité Réduction du taux de dépendance énergétique de la France Création d'emplois directs dans la filière des énergies renouvelables Création d'emplois indirects (bureaux d'études, maintenance, fabrication des éléments, BTP,...)
Santé, sécurité, salubrité publiques	Energie sans production de déchets Emissions de CO ₂ évitées Installations réversibles

Tableau 4 - Exemples d'effets positifs d'un parc éolien et mesures associées

Légende des tableaux



: items spécifiques à l'éolien en mer.

2 CADRE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE

Ce chapitre présente les procédures auxquelles est soumis un parc éolien du point de vue de l'évaluation, et détaille le cadre réglementaire de l'étude d'impact, son contenu et ses objectifs, ainsi que son rôle dans la participation du public.

2.1 L'étude d'impact

Les « projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements publics et privés, qui par leur nature, leurs dimensions ou leur localisation, sont susceptibles d'avoir des incidences notables sur l'environnement ou la santé humaine » sont précédés d'une étude d'impact » (article L.122-1 du code de l'environnement - modifié par l'article 230 de la loi portant engagement national pour l'environnement). Ce texte confie la responsabilité de l'étude d'impact au maître d'ouvrage du projet.

2.1.1 Les projets soumis à étude d'impact et à notice d'impact

Les projets éoliens sont soumis à plusieurs autorisations : autorisation d'urbanisme, autorisation de produire de l'électricité et, dans le cas des projets en mer, concession d'utilisation du domaine public maritime. Ils ont l'obligation de réaliser une évaluation environnementale préalable.

Les projets terrestres dont la hauteur du mât est supérieure à 50 mètres font l'objet d'une étude d'impact (article R. 122-8 du code de l'environnement) et d'une enquête publique (article R. 123-1 du code de l'environnement). Les projets dont la hauteur du mât est inférieure ou égale à 50 mètres font l'objet, non pas d'une étude d'impact (article R. 122-5 du code de l'environnement), mais d'une notice d'impact (article R. 122-9 du code de l'environnement, 13°).

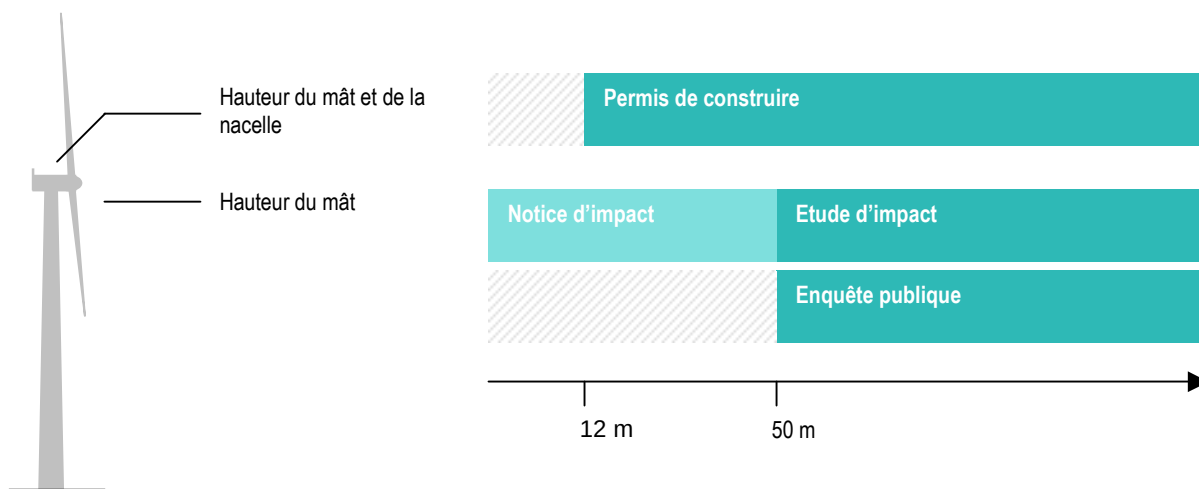


Figure 7 - Seuils de procédure auxquels est soumis un parc éolien terrestre

Pour les parcs en mer, la procédure de demande de concession d'utilisation du domaine public maritime nécessite également la production d'une étude d'impact (décret n°2004-308).

La notice d'impact obéit aux mêmes règles générales que l'étude d'impact, tant au niveau de son contenu et de ses objectifs que de la démarche d'étude. Cependant, son contenu est fonction de l'ampleur réduite des projets. Ainsi, la notice n'exige pas forcément des études aussi approfondies que l'étude d'impact, et concerne généralement une aire d'étude moins vaste. C'est aussi la sensibilité du territoire sur lequel un projet est envisagé qui doit guider le porteur de projet dans l'élaboration de la notice d'impact : un petit projet dans un site sensible requiert des études qui peuvent être plus délicates, plus longues et plus onéreuses qu'un projet plus important dans un site peu sensible.

L'ensemble des recommandations pour les études d'impact s'appliquent donc également pour les notices d'impact.

2.1.2 Les évolutions du droit des études d'impact

La loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement (ou loi ENE) modifie les dispositions du code de l'environnement jugées non conformes par la Commission européenne (articles L. 122-1 à L. 122-3 du code de l'environnement). La loi précise ainsi le champ d'application de l'étude d'impact en faisant référence aux critères de « nature », de « dimension » et de « localisation » des projets et en passant d'une liste négative de projets non soumis à études d'impact à une liste positive de projets soumis. Afin de prendre en compte la sensibilité des milieux, la loi crée une procédure de soumission de certains projets à une étude d'impact par un examen « au cas par cas » et supprime la procédure de notice d'impact.

La loi ENE (article 230) vise également à garantir une meilleure prise en considération des études d'impact dans les procédures d'autorisation, d'approbation ou d'exécution des projets, pour appliquer pleinement la directive n° 85/337/CE. Ainsi, la décision de l'autorité compétente pour autoriser le projet « *prend en considération l'étude d'impact, l'avis de l'autorité administrative d'Etat compétente en matière d'environnement, et le résultat de la consultation du public* » (article L.122-1). Cette décision précise notamment « *les conditions dont la décision est éventuellement assortie* », et « *les mesures destinées à éviter, réduire et, lorsque c'est possible, compenser les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine.* »

Un décret d'application fixera les nouvelles rubriques de la liste positive et les catégories de seuils d'étude d'impact systématique ou au « cas par cas », et complètera le contenu des études d'impact. L'ensemble des dispositions s'appliqueront aux projets dont le dossier de demande d'autorisation est déposé six mois après la publication du décret.

2.1.3 L'autorité environnementale

La loi n° 2005-1319 du 26 octobre 2005 portant diverses dispositions d'adaptation au droit communautaire dans le domaine de l'environnement, a complété le dispositif des études d'impact en introduisant la production d'un **avis de l'autorité de l'Etat compétente en matière d'environnement** pour les projets soumis à étude d'impact.

Le décret n° 2009-496 du 30 avril 2009⁸ fixe le rôle de l'autorité administrative de l'Etat compétente en matière d'environnement appelée aussi **autorité environnementale**⁹. Pour les projets éoliens, où la décision est de niveau local, cette autorité est le préfet de région.

L'autorité environnementale émet un avis sur l'étude d'impact des projets. Elle se prononce sur la qualité du document, et sur la manière dont l'environnement est pris en compte dans le projet. L'avis de l'autorité environnementale comporte : une analyse du contexte du projet, une analyse du caractère complet de l'étude d'impact, de sa qualité et du caractère approprié des informations qu'il contient, et une analyse de la prise en compte de l'environnement dans le projet, notamment la pertinence et la suffisance des mesures de suppression, de réduction, voire de compensation des impacts.

L'avis vise à éclairer le public sur la manière dont le pétitionnaire a pris en compte les enjeux environnementaux. Il est joint le cas échéant à l'enquête publique. Il constitue l'un des éléments dont dispose l'autorité compétente pour prendre la décision d'autorisation ou d'approbation. L'avis est également transmis au maître d'ouvrage, en réponse à son obligation de transparence et de justification de ses choix.

L'avis de l'autorité environnementale intervient lors de la procédure d'autorisation, mais cette autorité peut être sollicitée en amont lors du cadrage préalable. Ainsi, selon les termes de l'article L.122-1-2 (article 230 de la loi ENE), « *si le maître d'ouvrage le requiert avant de présenter une demande d'autorisation, l'autorité compétente pour prendre la décision rend un avis sur le degré de précision des informations à fournir dans l'étude d'impact* », « *ainsi que les zonages, schémas et inventaires relatifs au lieu du projet* ». L'autorité environnementale est consultée pour rendre cet avis.

⁸ Décret n° 2009-496 du 30 avril 2009 relatif à l'autorité administrative de l'Etat compétente en matière d'environnement prévue aux articles L. 122-1 et L. 122-7 du code de l'environnement.

⁹ Voir la circulaire du 3 septembre 2009 relative à la préparation de l'avis de l'autorité environnementale.

2.1.4 Les objectifs de l'étude d'impact sur l'environnement

L'étude d'impact constitue la pièce maîtresse du dossier de demande d'autorisation. Elle permet :

- **de concevoir le projet de moindre impact environnemental** : pour le maître d'ouvrage, elle constitue le moyen de (dé)montrer comment les préoccupations environnementales ont fait évoluer son projet ;
- **d'éclairer l'autorité administrative sur la décision à prendre** : l'étude d'impact contribue à informer l'autorité administrative compétente pour autoriser les travaux, à la guider pour définir les conditions dans lesquelles cette autorisation est donnée, et à définir les conditions de respect des engagements pris par le maître d'ouvrage ;
- **d'informer le public et le faire participer à la prise de décision** : la participation active et continue du public est essentielle pour la définition des alternatives et des variantes du projet étudié, et la détermination des mesures à mettre en œuvre pour l'environnement.

2.1.5 Le contenu de l'étude d'impact

L'étude d'impact (article. L. 122-3 – modifié par l'article 230 de la loi portant engagement national pour l'environnement) comprend au minimum « *une description du projet, une analyse de l'état initial de la zone susceptible d'être affectée et de son environnement, l'étude des effets du projet sur l'environnement ou la santé humaine, y compris les effets cumulés avec d'autres projets connus, les mesures proportionnées pour éviter, réduire, et lorsque c'est possible, compenser les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine ainsi qu'une présentation des principales modalités de suivi de ces mesures et du suivi de leurs effets sur l'environnement ou la santé humaine.* »

« *L'étude d'impact expose également une esquisse des principales solutions de substitution qui ont été examinées par le maître d'ouvrage et les raisons de son choix, eu égard aux effets sur l'environnement ou la santé humaine.* »

Le code de l'environnement (art. R.122-3 dans sa rédaction actuelle¹⁰) définit le contenu de l'étude d'impact, qui doit présenter obligatoirement les éléments suivants :

- **une analyse de l'état initial** du site et de son environnement, portant notamment sur les richesses naturelles et les espaces naturels agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs, affectés par les aménagements ou ouvrages ;
- **une analyse des effets** directs et indirects, temporaires et permanents du projet sur l'environnement, et en particulier sur la faune et la flore, les sites et paysages, le sol, l'eau, l'air, le climat, les milieux naturels et les équilibres biologiques, sur la protection des biens et du patrimoine culturel et, le cas échéant, sur la commodité du voisinage (bruits, vibrations, odeurs, émissions lumineuses) ou sur l'hygiène, la santé, la sécurité et la salubrité publique ;
- **les raisons** pour lesquelles, notamment du point de vue des préoccupations d'environnement, parmi les partis envisagés qui feront l'objet d'une description, le projet présenté a été retenu ;
- **les mesures envisagées** par le maître de l'ouvrage ou le pétitionnaire pour supprimer, réduire et, si possible, compenser les conséquences dommageables du projet sur l'environnement et la santé, ainsi que l'estimation des dépenses correspondantes ;
- **une analyse des méthodes** utilisées pour évaluer les effets du projet sur l'environnement mentionnant les difficultés éventuelles de nature technique ou scientifique rencontrées pour établir cette évaluation.
- Afin de faciliter la prise de connaissance par le public des informations contenues dans l'étude, celle-ci doit faire l'objet d'un **résumé non technique**.

La circulaire du 27 septembre 1993 invite l'étude d'impact à faire apparaître « **le nom des participants aux études préparatoires qui ont servi de support au document final, celui des éventuels consultants ou experts auxquels il aura été fait appel, et celui des rédacteurs du document final.** Cette disposition peut largement contribuer à renforcer la crédibilité du document final aux yeux du public et à assurer la transparence de la décision. »

Enfin, le code de l'environnement précise que le contenu de l'étude d'impact doit être en relation avec l'importance des travaux et aménagements projetés, et avec leurs incidences prévisibles sur l'environnement.

¹⁰ Cet article sera modifié par le décret d'application de l'article 230 de la loi portant engagement national pour l'environnement.

Lorsque les projets sont soumis aux dispositions relatives aux installations classées pour l'environnement, le contenu de l'étude d'impact est défini par l'article R.512-8, par dérogation à l'article R.122-3. En particulier, l'étude d'impact doit présenter les conditions de remise en état du site après exploitation. **Le présent guide se fonde sur le contenu de l'étude d'impact tel que défini par l'article R. 122-3.**

2.1.6 Recommandations pour la démarche d'étude d'impact

Le chapitre 3 détaille plus particulièrement la conduite de l'étude d'impact. Elle doit être engagée en amont du projet, dans une démarche continue, progressive, sélective et itérative, et fait appel à un ensemble de méthodes d'analyse qui seront exposées dans le guide. Plusieurs recommandations générales peuvent d'ores et déjà être formulées :

- un **cadrage préalable** est fortement recommandé. Il permet d'identifier l'aire d'étude et les thèmes environnementaux à enjeux et qui seront à approfondir ultérieurement ;
- l'étude d'impact doit être élaborée par des **spécialistes de l'évaluation**. Elle est rédigée sous la responsabilité du maître d'ouvrage du projet. S'il ne dispose pas des compétences en interne, il lui est recommandé de faire appel à des consultants spécialisés, dont les noms devront être explicitement mentionnés dans l'étude d'impact (circulaire du 27 septembre 1993).

Plusieurs principes doivent guider la conduite de l'étude d'impact. Elle porte en priorité sur **l'ensemble des installations temporaires et définitives** du parc éolien, c'est-à-dire les éoliennes et leurs fondations, les chemins d'accès, les plates-formes de montage, les aires de chantier, le poste de livraison ainsi que les équipements annexes (mât de mesure, locaux techniques, lieux d'information,...).

Elle analyse aussi le **raccordement** au réseau électrique de transport. Cependant, le tracé envisagé pour ce raccordement n'est pas encore connu avec précision lors de la demande d'autorisation. L'étude d'impact doit alors présenter une ou plusieurs solutions de raccordement et une appréciation générale des impacts de ces travaux.

L'étude d'impact doit aussi traiter des **impacts cumulés** du projet d'installation d'éoliennes avec les parcs en activité, les projets en construction, autorisés, ainsi que les projets d'autre nature¹¹. Ces données sont disponibles auprès des services de l'Etat et peuvent être obtenues lors du cadrage préalable de l'étude d'impact.

2.2 L'étude d'impact et la participation du public

La concertation, en particulier dans la phase amont de développement d'un projet éolien, est une des clés de réussite de l'intégration d'un parc éolien tant dans son environnement naturel que humain.

Si le code de l'environnement impose la réalisation d'une enquête publique pour les éoliennes dont la hauteur du mât est supérieure à 50 mètres, une concertation avec le public plus en amont est souvent recommandée. Il est en effet nécessaire d'associer le plus tôt possible l'ensemble des acteurs liés au projet de parc éolien : la population locale, ses représentants, les services de l'Etat, les usagers du sol, les associations, etc.

Visite d'un parc éolien



¹¹ La définition des effets cumulés sera précisée par le décret d'application de l'article 230 de la loi ENE.

Étape du projet	Public ciblé	Moyens de participation
Conception du projet	Collectivités locales, riverains, associations, acteurs économiques locaux et usagers du territoire	Délibération du conseil municipal, mise en place d'un comité de suivi, d'un comité local d'information, article dans le bulletin municipal, réunion publique, exposition, plaquette informative, visites de parcs éoliens, site Internet, etc.
Projet finalisé et en cours d'instruction	Riverains, associations, acteurs économiques locaux	Enquête publique (obligatoire) : mise à disposition du dossier en mairie, recueil sur un registre et synthèse des remarques du public par le commissaire enquêteur
Construction du parc éolien	Riverains, collectivités locales, presse	Pose de la « première pierre », information sur l'avancement du chantier, visites de chantier, inauguration officielle, etc.
Exploitation du parc éolien	Riverains, collectivités locales	Informations sur le fonctionnement du parc éolien, présentation du suivi environnemental, organisation de visites techniques, panneaux d'information sur le site, etc.

Tableau 5 - Exemples de moyens de participation du public

Dans ce cadre, **l'étude d'impact est un instrument de communication et de dialogue** entre les différents partenaires concernés, d'où l'importance d'un document clair et précis, compréhensible par tous. Cette clarté est d'autant plus requise que l'étude d'impact constitue la pièce maîtresse du dossier d'enquête publique. Celle-ci interviendra lors de la procédure administrative d'autorisation et concerne donc un projet finalisé et détaillé.

La concertation doit être considérée comme un **outil de réussite du projet**. Les échanges avec les acteurs du territoire permettront au porteur de projet de mieux cerner les enjeux et sensibilités du site, ses particularités, les attentes des riverains et usagers, et de construire un projet adapté.

La participation du public doit être continue tout au long de l'élaboration du projet. A chacune de ces étapes, une information de qualité, objective et vérifiable doit ainsi être transmise au public. Il convient que celle-ci traite des principaux sujets de préoccupation des habitants et des associations, replace l'éolien dans les grands enjeux du développement durable et apporte une méthodologie de concertation.

A RETENIR

Une étude d'impact contient des éléments obligatoires définis par le code de l'environnement.

L'étude d'impact doit être proportionnée à l'importance des travaux et des incidences, concerner l'ensemble du projet et être élaborée par des spécialistes.

Le cadrage préalable est fortement recommandé.

Un résumé non technique permet de faciliter la prise de connaissance par le public.

La participation du public ne se résume pas à l'enquête publique mais accompagne toutes les phases du projet.

3 CONDUITE DE L'ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

Ce chapitre décrit la démarche générale de l'étude d'impact appliquée aux projets éoliens, avec ses différentes étapes : du cadrage préalable à la définition des mesures. Ce chapitre présente également la démarche d'évaluation des incidences Natura 2000.

3.1 Préambule

Deux approches sont à dissocier dans la conduite de l'étude d'impact sur l'environnement.

La **phase d'étude** accompagne l'élaboration du projet. Elle conduit le porteur du projet à faire des aller-retour entre localisation, évaluation des impacts et conception technique du projet et suppose donc une démarche itérative afin d'éviter un cloisonnement entre les différentes disciplines. L'expérience montre en effet que les remarques formulées dans un cadre précis (par exemple pour la faune ou le paysage) apportent un éclairage nouveau pour d'autres disciplines, entraînant une réelle amélioration des diagnostics et une optimisation des mesures de traitement des impacts.

La **phase rédactionnelle**, qui est l'aboutissement du processus d'étude, doit retranscrire de manière à la fois technique et pédagogique la prise en compte de l'ensemble des problématiques environnementales telles que visées à l'article R.122-3 du code de l'environnement, et montrer au lecteur la démarche d'analyse et de conception du projet.

3.1.1 La démarche générale de l'étude d'impact

La prise en compte des facteurs environnementaux doit intervenir dès les études préalables à un projet éolien. C'est la méthode la plus performante pour parvenir à un projet minimisant ses impacts sur l'environnement. Mais c'est également la méthode la plus rapide car elle permet d'éviter des retards au cours du projet liés à la nécessité de réaliser ultérieurement des investigations omises au départ. L'ANNEXE 1 propose une grille d'analyse de la démarche de projet.

Le choix du site ne doit obéir ni aux seuls critères techniques garantissant la présence d'un vent suffisant et des possibilités d'accès routier et de raccordement électrique, ni uniquement aux opportunités foncières et financières. Le site doit être sélectionné à partir des enjeux environnementaux et techniques locaux. L'ANNEXE 2 présente les principaux éléments à considérer pour le choix du site.

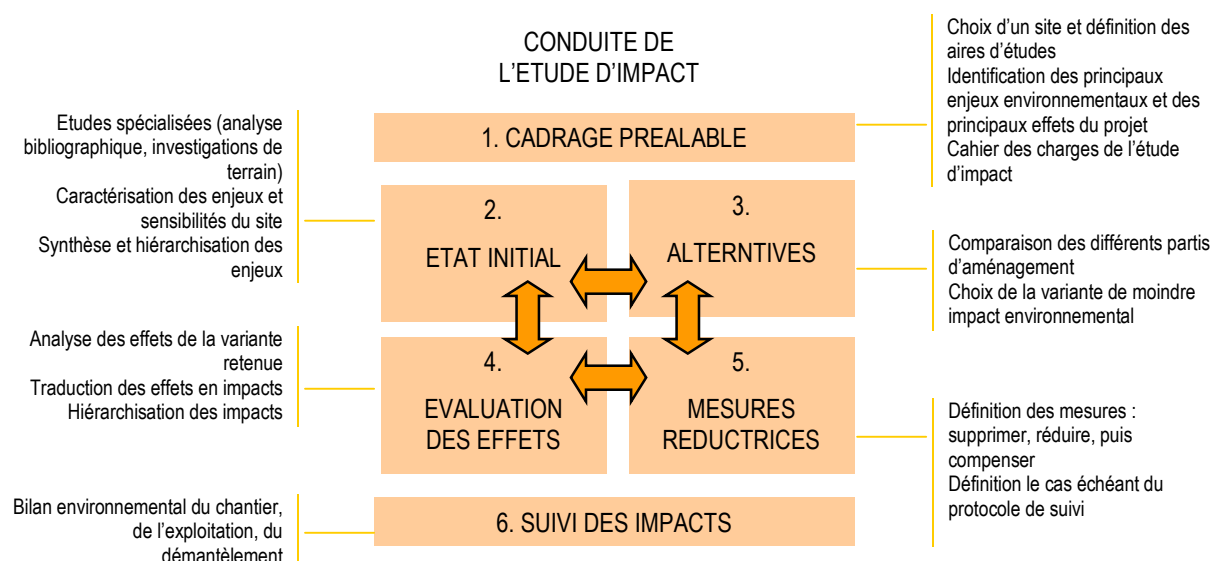


Figure 8 - Démarche générale de la conduite de l'étude d'impact

La démarche générale est la suivante :

- cadrage préalable, identification, définition des enjeux environnementaux à partir d'études préalables sur un territoire relativement large permettant l'identification des impacts majeurs potentiels et laissant le choix entre plusieurs sites possibles ;
- comparaison des différents sites potentiels d'implantation et **identification du site** offrant le plus d'avantages vis-à-vis des critères environnementaux, techniques, économiques et sociaux ;
- sur le site retenu, **conduite d'études plus approfondies** pour la caractérisation de l'environnement, des impacts potentiels et des mesures réductrices nécessaires ; poursuite du développement du projet, si le site ne révèle pas de contrainte majeure. Dans le cas contraire, un autre site devra être identifié ;
- **rédaction de l'étude d'impact** soumise ensuite à l'autorité administrative dans le cadre de l'instruction du dossier de demande d'autorisation et au public lors de l'enquête publique.

Le présent chapitre détaille les principales étapes de ce processus d'étude. Les différentes phases ne sont pas toujours conduites selon un ordre chronologique. L'état initial, par exemple, n'est pas analysé une fois pour toutes : des éléments sont nécessaires pour réaliser le cadrage préalable, mais des approfondissements sont indispensables lorsque des alternatives sont envisagées. Il y a donc des allers-retours réguliers entre le porteur de projet et les rédacteurs des études pour faire évoluer le projet en fonction des enjeux et des sensibilités identifiés tout au long du processus.

A RETENIR

Une étude d'impact de qualité est réalisée selon un processus itératif. L'étude est proportionnelle aux enjeux du territoire et du projet. La démarche d'étude est objective et transparente.

3.2 Le cadrage préalable

3.2.1 Objectifs et intérêts

Le cadrage préalable est un exercice qui consiste à identifier parmi le vaste champ des problèmes environnementaux potentiels, un nombre restreint d'enjeux devant être traités de manière approfondie dans l'étude d'impact. Il permet de définir le cahier des charges et le contenu de l'étude d'impact qui sera réalisée par la suite.

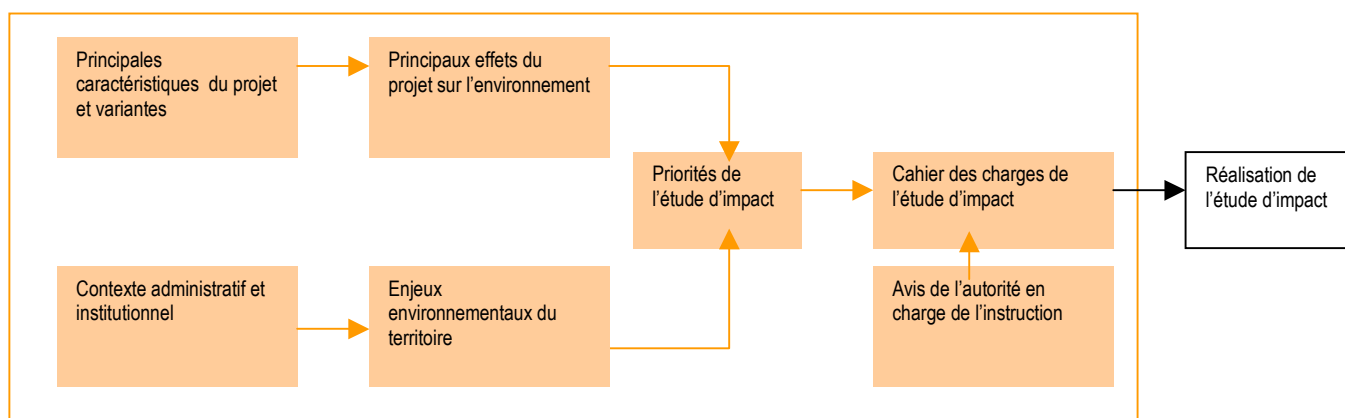


Figure 9 - Rôle du cadrage préalable dans la démarche de l'étude d'impact (d'après MEDD, 2004)

Le cadrage préalable est aussi une étape administrative facultative définie à l'article R.122-2 du Code de l'environnement : le pétitionnaire peut obtenir de l'autorité compétente pour autoriser le projet de lui préciser les informations qui devront figurer dans l'étude d'impact. Les précisions apportées par l'autorité compétente n'empêchent pas celles-ci de faire, le cas échéant, compléter le dossier de demande

d'autorisation et ne préjugent pas de la décision qui sera prise à l'issue de la procédure d'instruction. Pour cela, l'autorité compétente pour approuver le projet s'appuie sur l'autorité environnementale (article L.122-1-2¹²).

Cette démarche s'engage soit lors de la comparaison de plusieurs partis d'aménagement, soit au moment où les caractéristiques principales d'un projet sont connues, c'est-à-dire dès son esquisse technique.

Le maître d'ouvrage peut élaborer un **dossier de cadrage préalable**, afin de solliciter l'avis de l'autorité compétente sur les informations qu'il se propose de recueillir. Ce dossier présente :

- les principales caractéristiques du projet et de ses variantes, voire les différents partis d'aménagement envisagés (sites) ;
- le contexte administratif et institutionnel dans lequel se situe ce projet ;
- les enjeux environnementaux du territoire concerné ;
- les effets potentiels du projet, exposés à partir de cas semblables.

Le travail doit demeurer proportionnel aux enjeux du projet : s'il se limite à un recueil et à l'analyse de données aisément accessibles pour les projets les plus simples, il implique en revanche une véritable étude pour les cas les plus complexes. Le processus itératif de l'étude peut également amener à considérer au cours de l'étude d'autres variantes que celles identifiées lors du cadrage préalable.

La concrétisation pratique de ce cadrage préalable est la finalisation du cahier des charges de l'étude d'impact qui définit les études à conduire et peut servir de base pour choisir un prestataire de service ou s'organiser en interne pour conduire ce travail. Le guide décrit pour chaque thématique de l'étude d'impact la démarche pour établir ce cadrage préalable, que le maître d'ouvrage choisisse ou non de solliciter officiellement les autorités compétentes.

3.2.2 Éléments à recueillir lors du cadrage préalable

La phase de cadrage préalable consiste en une recherche documentaire et s'appuie sur la consultation des organismes compétents en matière d'environnement (voir ANNEXE 2). La consultation d'experts locaux est recommandée.

Cadrage préalable pour un parc éolien terrestre

Le cadrage préalable doit tout d'abord déterminer si le projet est compatible avec une zone jugée favorable au développement de l'éolien. A ce titre, il convient de consulter en priorité les schémas régionaux du climat de l'air et de l'énergie (SRCAE¹³) ou les schémas régionaux éoliens (si les SRCAE ne sont pas encore publiés), ainsi que les documents infra régionaux (atlas départementaux éoliens, chartes départementales, etc.). Les plans climat énergie territoriaux ainsi que les agendas 21 fournissent des informations utiles pour appréhender la politique climatique régionale.

Le cadrage préalable s'attache ensuite à recenser les principales contraintes techniques et juridiques à l'implantation des parcs éoliens sur la zone considérée, à savoir les servitudes radioélectriques, aéronautiques, les couloirs aériens, les zones et périmètres de protection, les canalisations de transports d'hydrocarbures, etc. Concernant les radars, l'implantation est interdite dans la zone de protection radioélectrique si elle fait l'objet d'une déclaration d'utilité publique. Il convient de se reporter aux recommandations de la circulaire du 12 mars 2008 pour déterminer, en fonction du radar concerné, si le projet est susceptible de se situer dans une zone de « protection » ou de « coordination » au sens de la circulaire.

La connaissance du contexte urbain et de la destination de la zone permet de prévoir s'il sera nécessaire de modifier les documents d'urbanisme. Il convient également de tenir compte de la proximité des habitations.

Le recensement des zonages et inventaires concernant les milieux naturels permet de mettre en évidence les sensibilités écologiques et les mesures et outils de protection des milieux. Des informations pourront être recueillies à ce stade sur les enjeux potentiels (couloirs migratoires, espèces protégées).

Le cadrage préalable est également l'occasion d'effectuer un premier recensement des zones de protection du patrimoine, des monuments historiques, des sites classés inscrits et emblématiques.

¹² Loi ENE.

¹³ Les SRCAE sont prévus par l'article 68 de la loi ENE.

Parc éolien en mer

La démarche de cadrage préalable pour un parc éolien en mer est sensiblement identique à celle d'un parc éolien terrestre. Cependant, les parcs éoliens en mer s'inscrivent dans le contexte de développement des énergies marines, aussi il conviendra de porter attention aux documents de planification spécifiques au milieu marin. Il existe par ailleurs des zonages spécifiques, comme les zones maritimes réglementées, les parcs naturels marins, etc. Il convient de porter également une attention particulière aux activités humaines afin d'anticiper les possibles conflits d'usage.

3.3 La définition des aires d'étude

Le dossier d'étude d'impact présente la démarche qui a abouti à la sélection d'un site précis au sein duquel plusieurs variantes d'implantation sont possibles. Le maître d'ouvrage présente les aires de l'étude d'impact en rapport avec ce site. En pratique, le choix des aires d'étude peut avoir été modifié ou affiné au cours de l'étude, pour tenir compte des résultats des différentes évaluations des impacts (démarche itérative). Pour des raisons de lisibilité du document, le guide présentera le choix des aires d'étude comme une étape préliminaire.

Les limites d'aire d'étude sont définies par l'impact potentiel ayant les répercussions notables les plus lointaines. L'impact visuel est le plus souvent pris en compte à cet effet. Toutefois, ceci n'implique pas d'étudier chacun des thèmes avec le même degré de précision sur la totalité de l'aire d'étude. Il est donc utile de définir plusieurs aires d'étude.

Ces aires d'études varient en fonction des thématiques à étudier, de la réalité du terrain et des principales caractéristiques du projet. Ainsi, la présence d'un couloir visuel de grande profondeur, d'un élément inscrit au patrimoine mondial de l'UNESCO, de couloirs migratoires des oiseaux, d'établissements sensibles aux nuisances sonores fait varier considérablement le périmètre.

Il est proposé ci-après une définition des aires d'études pour les projets terrestres et en mer, à adapter en fonction des différents thèmes abordés dans l'étude d'impact, et de la nature des projets. Les contours des aires d'étude sont affinés au fur et à mesure de l'avancement de la démarche d'étude d'impact.

3.3.1 Eolien terrestre

La méthode de calcul de l'aire d'étude basée sur la hauteur des éoliennes et leur nombre se révèle difficile à mettre en œuvre lorsque ces valeurs précises ne sont pas connues au début des études. On distinguera plutôt qualitativement quatre aires d'étude dont les contours seront précisés au cas par cas. Si le projet se situe dans une ZDE, les limites de celles-ci ne constituent pas obligatoirement un périmètre d'étude et ne se confondent pas nécessairement avec celles de l'aire d'étude rapprochée.

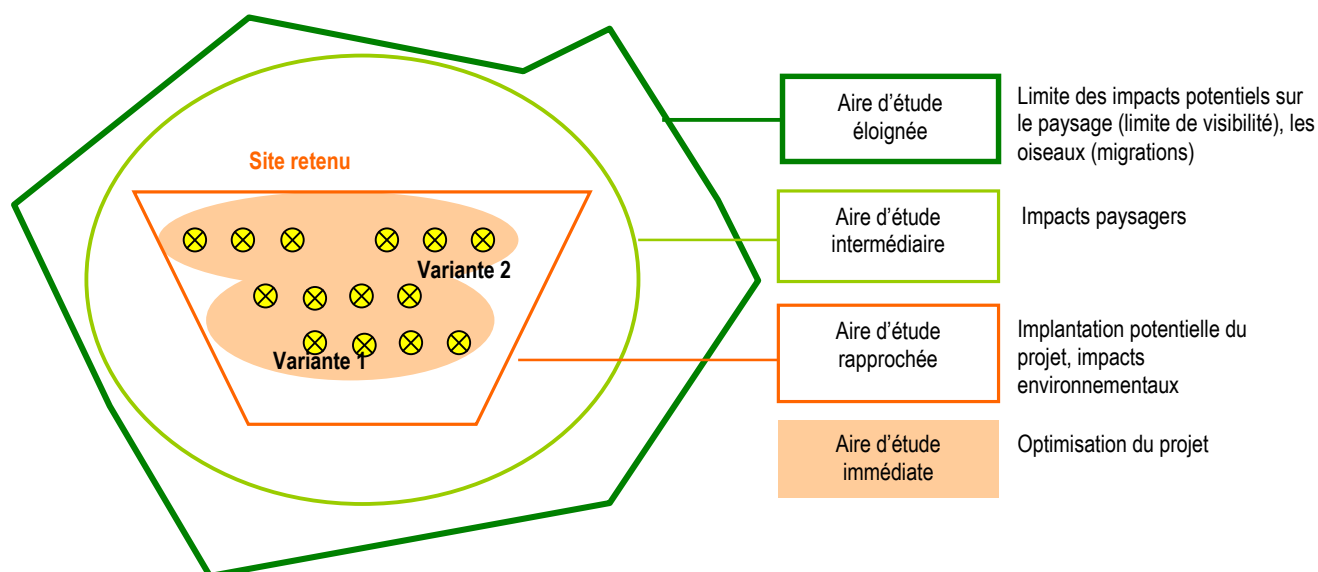


Figure 10 - Aires d'études pour un projet éolien terrestre (échelle non représentative)

L'aire d'étude éloignée est la zone qui englobe tous les impacts potentiels. Elle est définie sur la base des éléments physiques du territoire facilement identifiables ou remarquables (ligne de crête, falaise, vallée, etc.) qui le délimitent, ou sur les frontières biogéographiques (types de milieux, territoires de chasse de rapaces, zones d'hivernage, etc.) ou encore sur des éléments humains ou patrimoniaux remarquables (monument historique de forte reconnaissance sociale, ville, site reconnu au patrimoine mondial de l'UNESCO, etc.).

L'aire d'étude intermédiaire correspond à la zone de composition paysagère, utile pour définir la configuration du parc et en étudier les impacts paysagers. Sa délimitation repose donc sur la localisation des lieux de vie des riverains et des points de visibilité du projet.

L'aire d'étude rapprochée est la zone des études environnementales et correspond à la zone d'implantation potentielle du parc éolien où pourront être envisagées plusieurs variantes. Elle repose sur la localisation des habitations les plus proches, des infrastructures existantes, des habitats naturels. C'est la zone où sont menées notamment les investigations environnementales les plus poussées et l'analyse acoustique.

L'aire d'étude immédiate n'intervient que pour une analyse fine des emprises du projet retenu et une optimisation environnementale de celui-ci. On y étudie les conditions géotechniques, les espèces patrimoniales et/ou protégées, le patrimoine archéologique, etc.

3.3.2 Eolien en mer

Les thèmes à analyser dans le cas d'un projet de parc éolien en mer concernent à la fois le milieu marin et le milieu terrestre. Cinq aires d'études peuvent être identifiées dont les contours sont déterminés au cas par cas. On distingue dans l'aire d'étude éloignée la partie du littoral située immédiatement sur la côte («rétro-littoral») car elle concentre une grande partie des impacts socio-économiques.

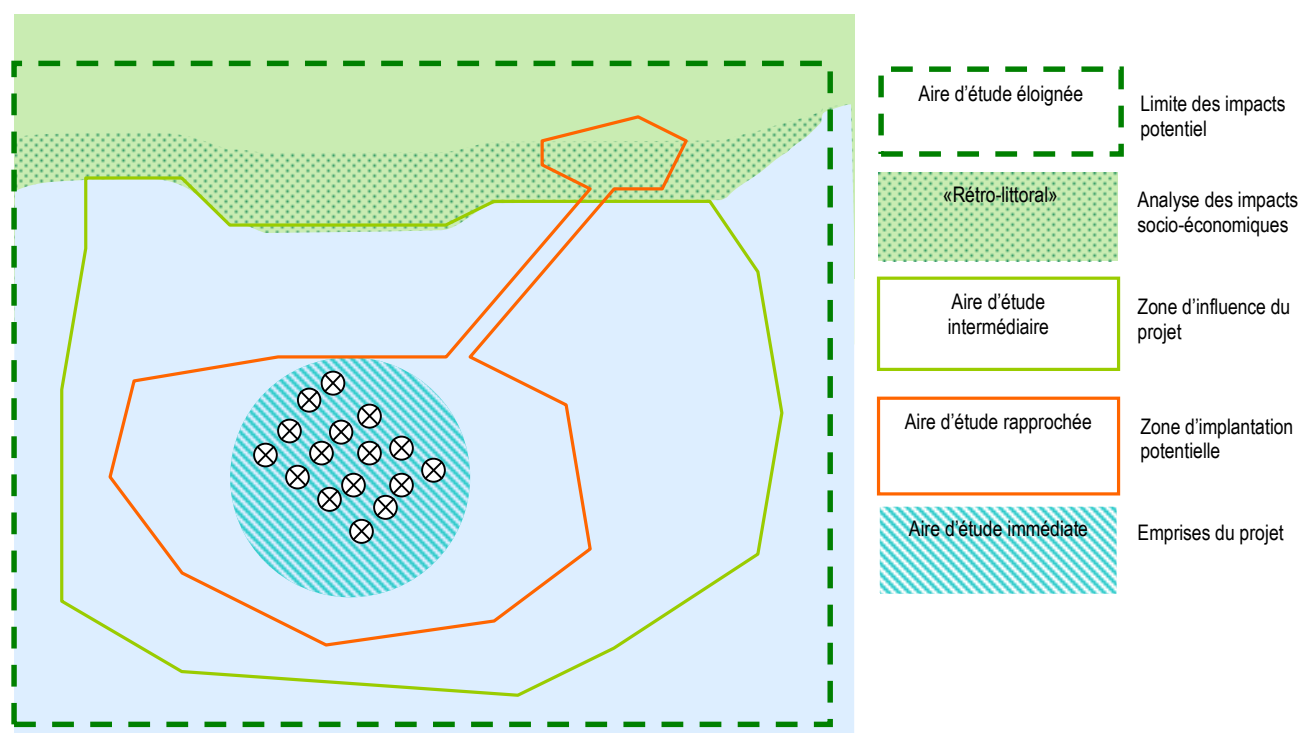


Figure 11 - Aires d'études pour un projet éolien en mer (échelle non représentative)

L'aire d'étude éloignée englobe tous les impacts potentiels, y compris ceux relatifs à l'arrière-pays. Elle est définie sur la base des mêmes éléments que pour les parcs terrestres. Elle comprend également une bande de territoire côtier correspondant au «**rétro-littoral**», qui trouve ses limites aux communes côtières. C'est le territoire privilégié pour l'analyse socio-économique et culturelle du projet. Il faut également considérer la faune (et notamment les oiseaux) sur cette aire mais de manière moins détaillée que pour l'aire d'étude rapprochée.

L'aire d'étude intermédiaire permet d'analyser l'influence du projet sur son environnement direct. Sa délimitation est basée sur la distance entre le projet et la ligne de côte. On y étudie la faune (en particulier les transits terre-mer des oiseaux), les impacts paysagers, les interférences avec les voies navigables, etc.

L'aire d'étude rapprochée est la zone des études environnementales plus poussées et correspond à la zone d'implantation potentielle du parc éolien. Elle permet de s'intéresser également aux voies de navigations, aux servitudes, aux radars et aux activités. Elle intègre un corridor correspondant aux câbles jusqu'au point de livraison et le cas échéant la zone d'atterrissage.

L'aire d'étude immédiate intervient pour une analyse fine des emprises du projet. On y étudie la sédimentologie, les espèces sensibles, le patrimoine archéologique, les épaves, etc.

A RETENIR

Il est recommandé de ne pas utiliser de distance fixe pour déterminer les aires d'études d'un parc éolien mais de définir chacune de ces aires en fonction de chaque site étudié et en justifiant les choix.

Dès le début des études, des aires communes pour toutes les investigations thématiques doivent être définies, prenant en compte les enjeux identifiés lors du cadrage préalable, afin de faciliter la lecture de l'étude d'impact et la compréhension par le public.

Il est également recommandé d'utiliser le même vocabulaire tout au long de l'étude, de ne pas confondre « aire », « périmètre » et « zone ».

3.4 Analyse de l'état initial

3.4.1 Objectifs

L'objectif de l'analyse de l'état initial d'un site est de disposer d'un **état de référence « E₀ » de l'environnement physique, naturel, paysager et humain du site** avant que le projet ne soit implanté. Il doit fournir des données suffisantes pour identifier, évaluer et hiérarchiser les effets possibles du parc éolien.

L'analyse de l'état initial décrit de façon précise et détaillée le contexte géographique, les caractères spécifiques (aspect remarquable, originalité, rareté) et significatifs (qualité des milieux, niveau de protection) des composantes de l'environnement, et apprécie les tendances d'évolution afin d'évaluer la capacité du site à intégrer des changements ou des interventions.

L'analyse de l'état initial de l'environnement constitue le document de référence pour apprécier les conséquences du projet une fois mis en service sur l'environnement et la remise en état du site à la fin de l'exploitation. Elle est réalisée par des spécialistes, sur la base de données scientifiques et d'observations de terrain. Pour ces dernières, la mise en œuvre de méthodes reconnues est recommandée.

Cet « état initial » doit :

- fournir les données bibliographiques et les résultats des investigations de terrain relatives à l'état local de l'environnement ;
- mettre en perspective ces caractéristiques à l'aide de références locales, nationales, voire internationales pour en apprécier la rareté ou l'abondance. A ce titre, les politiques locales à l'œuvre doivent être prises en compte. Par exemple, l'existence d'une volonté politique de réhabiliter un site dégradé donne à celui-ci une « valeur » qui doit être considérée pour déterminer les enjeux environnementaux.

3.4.2 Méthodes d'étude et d'analyse

La réalisation de l'analyse de l'état initial mobilise à la fois l'analyse bibliographique et les études de terrain. Elle porte sur quatre grands thèmes :

- milieu physique ;
- milieu naturel ;

- milieu humain ;
- patrimoine et paysage.

Les tableaux en ANNEXE 3 listent les données et présentent les principaux moyens de recueil d'information bibliographique pour établir l'état initial. Il s'agit d'approfondir le recueil d'information effectué lors du cadrage préalable.

Les études de terrain mettent en œuvre les techniques suivantes qui sont développées dans les chapitres 4 à 9 de ce guide :

- observations de terrain ;
- prélèvements et mesures sur site ;
- rencontre avec la population, les acteurs locaux et les administrations.

L'état initial est souvent illustré par des cartes. Celles-ci peuvent présenter plusieurs thèmes lorsque leur rapprochement est judicieux (tourisme et patrimoine, infrastructures, servitudes et projets d'aménagements) ou lorsque la quantité d'information le permet.

Le travail du rédacteur de l'étude d'impact consiste à présenter une synthèse de ces différentes études pour en faire ressortir les principales conclusions, en indiquant à quel titre elles ont permis de faire évoluer le projet vers une solution de moindre impact environnemental. Les expertises spécifiques sont jointes en annexe de l'étude d'impact.

3.4.3 Synthèse des enjeux environnementaux

L'analyse de l'état initial se conclut par une appréciation de la sensibilité et de la vulnérabilité du site et une identification de ses enjeux environnementaux. Il convient de relativiser les différents enjeux par une évaluation qualitative de leur importance en fonction notamment de leur emprise spatiale et temporelle. Cette évaluation s'appuie sur une présentation claire des critères utilisés. Il s'agit ici de traduire en sensibilités les données brutes recueillies lors de l'étape précédente.

L'enjeu représente pour une portion du territoire, compte tenu de son état actuel ou prévisible, une valeur au regard de préoccupations patrimoniales, esthétiques, culturelles, de cadre de vie ou économiques. Les enjeux sont appréciés par rapport à des critères tels que la qualité, la rareté, l'originalité, la diversité, la richesse, etc. L'appréciation des enjeux est indépendante du projet : ils ont une existence en dehors de l'idée même d'un projet.

La sensibilité exprime le risque que l'on a de perdre tout ou partie de la valeur de l'enjeu du fait de la réalisation du projet. Il s'agit de qualifier et quantifier le niveau d'impact potentiel du parc éolien sur l'enjeu étudié.

La synthèse des enjeux peut être présentée sous la forme d'un tableau croisant les caractéristiques de l'aire d'étude avec le niveau de sensibilité, afin de mieux hiérarchiser les enjeux environnementaux. Elle peut également être présentée sous forme de documents cartographiques. Une carte de synthèse des sensibilités de l'état initial permettra de visualiser, sur le site retenu, les secteurs pouvant ou non accueillir les éoliennes.

A RETENIR

L'analyse de l'état initial constitue le document de référence pour caractériser l'environnement et apprécier les conséquences du projet. Elle vise à identifier et hiérarchiser les enjeux environnementaux de l'aire d'étude.

L'analyse de l'état initial n'est pas un simple inventaire de données mais une analyse éclairée d'un territoire.

Cette analyse est réalisée par des spécialistes, selon des méthodes reconnues.

3.5 Evaluation des effets sur l'environnement

L'étude d'impact présente « une analyse des effets directs et indirects, temporaires et permanents du projet sur l'environnement, et en particulier sur la faune et la flore, les sites et paysages, le sol, l'eau, l'air, le climat, les milieux naturels et les équilibres biologiques, sur la protection des biens et du patrimoine culturel et, le cas échéant, sur la commodité du voisinage (bruits, vibrations, odeurs, émissions lumineuses) ou sur l'hygiène, la santé, la sécurité et la salubrité publique » (article R.122-3). L'analyse des effets nécessite de s'intéresser aux fonctionnalités écologiques.

Les termes « effet » et « impact » n'ont pas la même signification. **L'effet** décrit la conséquence objective du projet sur l'environnement : par exemple, une éolienne émettra un niveau sonore de 36 dB(A) à une distance de 500 mètres. **L'impact** est la transposition de cette conséquence sur une échelle de valeurs : l'impact sonore de l'éolienne sera fort si des riverains se situent à proximité immédiate des éoliennes, il sera faible si les riverains sont éloignés.

L'évaluation des effets sur l'environnement consiste à prévoir et déterminer l'importance des différents effets (positifs ou négatifs) en distinguant : les effets dans le temps, les effets directs ou indirects, les effets temporaires ou permanents, ainsi que les effets cumulés. Certains effets sont réductibles, c'est-à-dire que des dispositions appropriées ou mesures les limiteront dans le temps ou dans l'espace, d'autres ne peuvent être réduits.

3.5.1 Les différents types d'effets

Effets directs/ indirects

L'étude d'impact ne doit pas se limiter aux seuls effets directement attribuables aux aménagements projetés. Elle doit aussi tenir compte des effets indirects, notamment ceux qui résultent d'autres interventions induites par la réalisation des aménagements. Ces effets indirects sont généralement différés dans le temps et peuvent être éloignés du lieu d'implantation de l'éolienne.

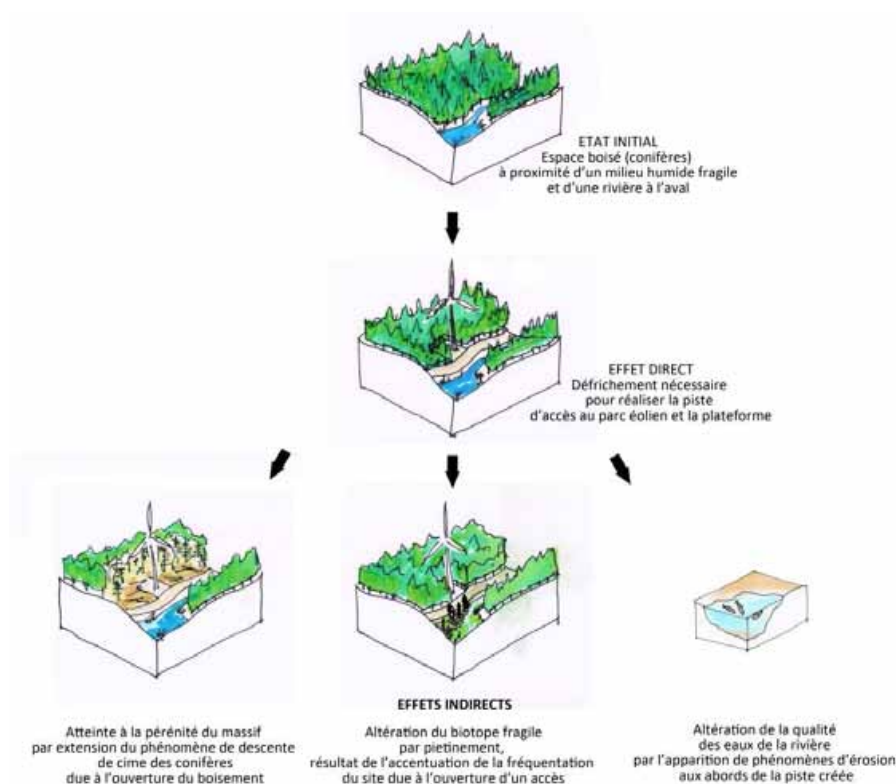


Figure 12 - Illustration de la notion d'effets indirects

Effets temporaires/permanents

Les **effets temporaires** disparaissent dans le temps et sont pour leur plus grande part liés à la phase de réalisation de travaux de construction et de démantèlement : nuisances de chantier, circulation des camions, bruit, poussières, odeurs, pollutions, vibrations, dérangement de la faune, destruction de la flore sous une zone de stockage provisoire du matériel et des engins, etc.

Les **effets permanents** ne disparaissent pas tout au long de la vie du projet, par exemple la visibilité, les effets sur l'avifaune ou les chiroptères, le bruit, les effets d'ombre portée, etc. Il s'agit également d'effets de longue durée dus au changement de destination du site : compactage du sol, démolition de murets ou talus, abattage d'arbres ou de haies bocagères, apparition de plantes adventices, etc.

Effets induits

Les effets induits sont ceux qui ne sont pas liés directement au projet mais en découlent : il s'agit par exemple de l'augmentation de la fréquentation du site par le public qui engendre un dérangement de la faune ou un piétinement accru des milieux naturels remarquables alentours, et ce même si la conception du projet les a préservés.

Effets positifs

Les projets sont à l'origine d'effets positifs sur la pollution globale (émissions de gaz à effet de serre évitées, déchets radioactifs évités), ou encore sur le développement local. L'étude d'impact qui vise à informer le public peut mentionner ces effets positifs globaux de l'énergie éolienne tout en veillant à centrer le propos sur le projet en cours.

Effets cumulés

L'évolution de la législation et de la réglementation¹⁴ des études d'impact impose la prise en compte des effets cumulés. Ces effets sont définis par la Commission européenne (« cumulative effects ») comme des « *changements subis par l'environnement en raison d'une action combinée avec d'autres actions humaines passées, présentes et futures* ». Le terme « cumulé » fait donc référence à l'évaluation de la somme des effets d'au moins deux projets différents.

Il est nécessaire de distinguer les effets d'un même projet qui peuvent s'ajouter et les effets cumulés liés à l'interaction entre deux projets distincts.

Les effets cumulés à étudier concernent particulièrement le paysage et les écosystèmes. Par exemple, plusieurs sites éoliens implantés dans une même unité de paysage peuvent provoquer une rupture de la continuité paysagère. En revanche, s'ils sont bien conçus ils peuvent contribuer à la création d'un « bassin éolien » harmonieux. Un effet cumulé peut être induit par la proximité d'une ligne électrique constituant un second obstacle aux déplacements des oiseaux. Afin d'analyser les effets cumulés il est nécessaire de croiser les impacts des projets connus (on se réfèrera à leurs études d'impact si elles sont disponibles ou aux impacts généralement attendus par type de projet) avec les impacts du projet éolien et de vérifier que leur somme reste compatible avec l'environnement qui les accueille.

Il ne s'agit pas de mener une analyse exhaustive mais de se baser sur les « projets connus » à la date de dépôt de la demande d'autorisation du projet éolien, à savoir les projets soumis à une procédure d'autorisation et à la législation sur les études d'impact, qui ont fait l'objet d'un dépôt de dossier auprès de l'administration compétente pour autoriser ou approuver le projet, qu'ils soient de même nature ou de nature différente. L'aire d'étude à considérer est l'aire éloignée pour les grands projets (autoroutes, lignes grande vitesse, lignes haute tension, parcs éoliens) et l'aire d'étude rapprochée dans les autres cas.

Effets transfrontaliers

L'environnement d'un projet n'a pas de frontière. Les effets du projet doivent donc aussi être analysés sur les territoires frontaliers, qu'il s'agisse d'effets sur le paysage, le milieu naturel ou humain. Il revient aux autorités françaises l'initiative de saisir le pays frontalier concerné et de lui fournir, si celui-ci le souhaite, tous les éléments lui permettant de consulter son public sur les impacts du projet. D'une manière générale, les éléments de dossier fournis aux autorités doivent être suffisants pour apprécier si l'impact est notable et le cas échéant pour assurer l'organisation de l'enquête publique.

¹⁴ Loi ENE et décrets d'application.

Le code de l'environnement prévoit une consultation de l'Etat membre de l'Union Européenne (ou de l'Etat signataire de la convention d'Espoo¹⁵) susceptible d'être impacté. Si le préfet constate que le projet est susceptible d'avoir des incidences notables, il notifie l'arrêté d'ouverture de l'enquête publique et transmet un exemplaire du dossier d'enquête. Le résumé non technique de l'étude d'impact et l'indication de la façon dont l'enquête publique s'insère dans la procédure administrative sont traduits, si nécessaire, dans la langue de l'Etat intéressé, les frais de traduction étant à la charge du pétitionnaire ou du maître d'ouvrage. La notification de l'arrêté d'ouverture d'enquête fixe le délai dont disposent les autorités de l'Etat frontalier pour manifester leur intention de participer à l'enquête publique. L'enquête publique ne peut commencer avant l'expiration de ce délai.

L'article R.122-11 du code de l'environnement précise le déroulement de cette procédure. Il est important de noter que les délais prévus peuvent être augmentés pour tenir compte du délai de consultation des autorités étrangères.

3.5.2 Appréciation de l'importance des effets et définition des impacts

L'identification des effets est réalisée dans un premier temps de manière globale, puis sur le parti d'aménagement retenu pour les différentes étapes du projet : travaux préalables, construction des installations et des équipements connexes, exploitation, démantèlement. A ce stade, il est souhaitable de parler d'impacts car ils répondent à la compréhension que les acteurs peuvent avoir des effets localisés sur les différentes composantes de l'environnement.

Pour chacun des effets envisagés, une appréciation de leur importance est nécessaire. Différentes méthodologies permettent d'arriver à ce résultat. Elles reposent toutes sur le croisement des effets positifs ou négatifs liés à l'installation des éoliennes avec la sensibilité du milieu. Parmi ces méthodes on distingue :

- les expertises ou études spécifiques, et les méthodes et outils qui leur sont associées (photo-montages, vidéo-montages, définition des zones d'influence visuelle, coupes topographiques, utilisation de modèles acoustiques, etc.) ;
- l'étude de la bibliographie disponible sur les parcs éoliens et leurs impacts (MEEDDM, ADEME, Programme national « éolien-biodiversité », Ifremer, etc.), les analyses économiques et statistiques de la filière menées par le SER, l'ADEME, les CCI, etc.

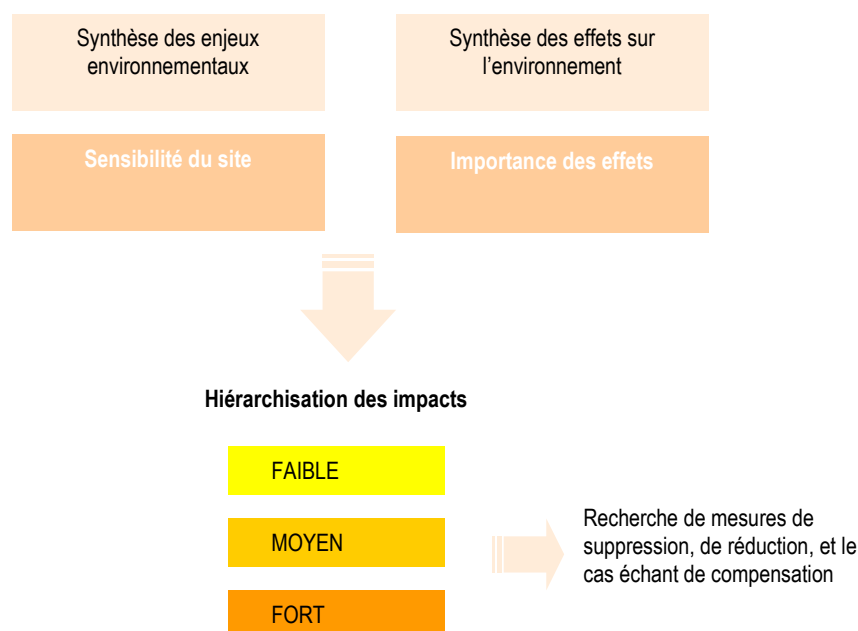


Figure 13 - Des effets aux impacts

Pour évaluer les impacts, soit on attribue une valeur aux niveaux d'impacts afin de les agréger pour déterminer un impact global, soit on utilise une approche plus qualitative avec une visualisation graphique des résultats. Quelle que soit la méthode retenue, il convient de tenir compte des critères suivants pour apprécier le niveau d'impact :

¹⁵ Convention du 25 février 1991 sur l'évaluation de l'impact sur l'environnement dans un contexte transfrontière.

- le risque encouru (perte d'habitats, nuisances) ;
- la réalité de l'impact (au regard des expériences acquises sur des projets similaires et de taille comparable, dans des environnements de qualité semblable) ;
- l'importance de l'impact (quantification, extension spatiale) ;
- les conséquences de cet impact sur les milieux affectés (espèces protégées), le caractère réversible ou non du changement, sa nature (positif, neutre ou négatif) ;
- la durée de l'impact (changement permanent ou temporaire des caractéristiques du site).

CRITERES D'APPRECIATION DE L'IMPORTANCE DES EFFETS
Caractéristiques des effets L'effet est-il de longue durée ? irréversible ? important quantitativement ? Le nombre de personnes touchées est-il « important » ? La probabilité d'occurrence est-elle élevée ? Y a-t-il possibilité d'incidences transfrontalières ?
Environnement affecté La zone affectée est-elle de qualité ? La zone affectée est-elle de grande dimension ? La zone affectée est-elle sensible à l'impact ? (existence d'un arrêté de biotope, sites remarquables, co-visibilité avec un patrimoine emblématique...) Les personnes affectées sont-elles sensibles à l'impact ? (nuisance sonore, modification de l'attractivité touristique...)
Aspects réglementaires et politique locale Quelle est la réglementation environnementale sur la zone affectée ? Quelles sont les orientations d'aménagement du territoire et d'utilisation du sol sur la zone affectée ? (existence de zone naturelle, loi « littoral », loi « Montagne », etc.) Quelles sont les politiques environnementales locales ? (Parcs Naturels Régionaux, proximité de Parcs Nationaux, Zone Natura 2000, réserves naturelles, propriétés du Conservatoire du littoral...)
Perception du public La population locale est-elle fortement concernée ? La population locale présente-t-elle une sensibilité particulière ? (densité de population, proximité d'habitations ou d'établissements de soins...) Comment a-t-elle été associée ? Les élus locaux sont-ils mobilisés ? Quel est leur positionnement ?
Incertitudes L'ampleur ou l'importance des effets sont-ils incertains en raison d'une méconnaissance sur un thème précis ou d'informations non communiquées (période d'étude trop courte, aire d'étude mal définie géographiquement, absence de concertation...)? Des méthodes ou des moyens sont-ils disponibles pour réduire ou supprimer les incertitudes ? La réduction ou la compensation seront-elles impossibles ou difficiles ?

Tableau 6 - Exemples de critères d'analyse de l'importance des effets

3.5.3 Synthèse des impacts

La synthèse des impacts du projet sur l'environnement est utile pour apprécier simultanément les résultats de l'analyse. Elle est présentée dans un tableau croisant le niveau de sensibilité des aires d'études avec les effets pressentis du projet éolien, et proposant une hiérarchisation des impacts environnementaux du site (impacts permanents ou temporaires, impacts positifs, impacts négatifs faibles, moyens ou forts). Elle est utilement complétée par une représentation cartographique.

Les tableaux 2, 3 et 4 présentent les principaux effets des parcs éoliens et les mesures habituellement mises en œuvre.

A RETENIR

L'évaluation environnementale doit prendre en compte tous les types d'effets y compris les effets cumulés. Elle doit également analyser les impacts positifs et négatifs, ainsi que les risques d'accident.

L'appréciation des effets c'est-à-dire leur traduction en impacts repose sur une confrontation des sensibilités mises en évidence lors de l'état initial avec la nature des effets attendus.

3.6 Choix du projet

L'article R122-3 du Code de l'Environnement prévoit que l'étude d'impact présente « *les raisons pour lesquelles, notamment du point de vue des préoccupations d'environnement, parmi les partis envisagés, le projet présenté a été retenu* ». Ce chapitre relatif au choix du projet montre l'articulation entre les études environnementales et les études techniques, économiques et financières. Il reflète la démarche menée en amont de l'étude d'impact et présente sur quels critères les partis d'aménagements et les variantes ont été évalués. Ceux-ci ne doivent pas être présentés en détail dans l'étude d'impact mais seulement esquissés.

3.6.1 Définition des partis d'aménagement et des variantes envisagés

Lors de l'élaboration du projet et de la réalisation des études environnementales, plusieurs sites envisagés sur un territoire sont comparés en fonction de critères techniques, économiques et environnementaux. Ces différents sites envisagés sont autant de **partis d'aménagement** possibles. Au terme de cette analyse, l'un d'entre eux est sélectionné et donne lieu à l'analyse de variantes d'aménagement. Au cours de la démarche, plusieurs variantes peuvent ainsi être considérées et étudiées. C'est la variante retenue qui est présentée en détail dans le dossier d'étude d'impact.

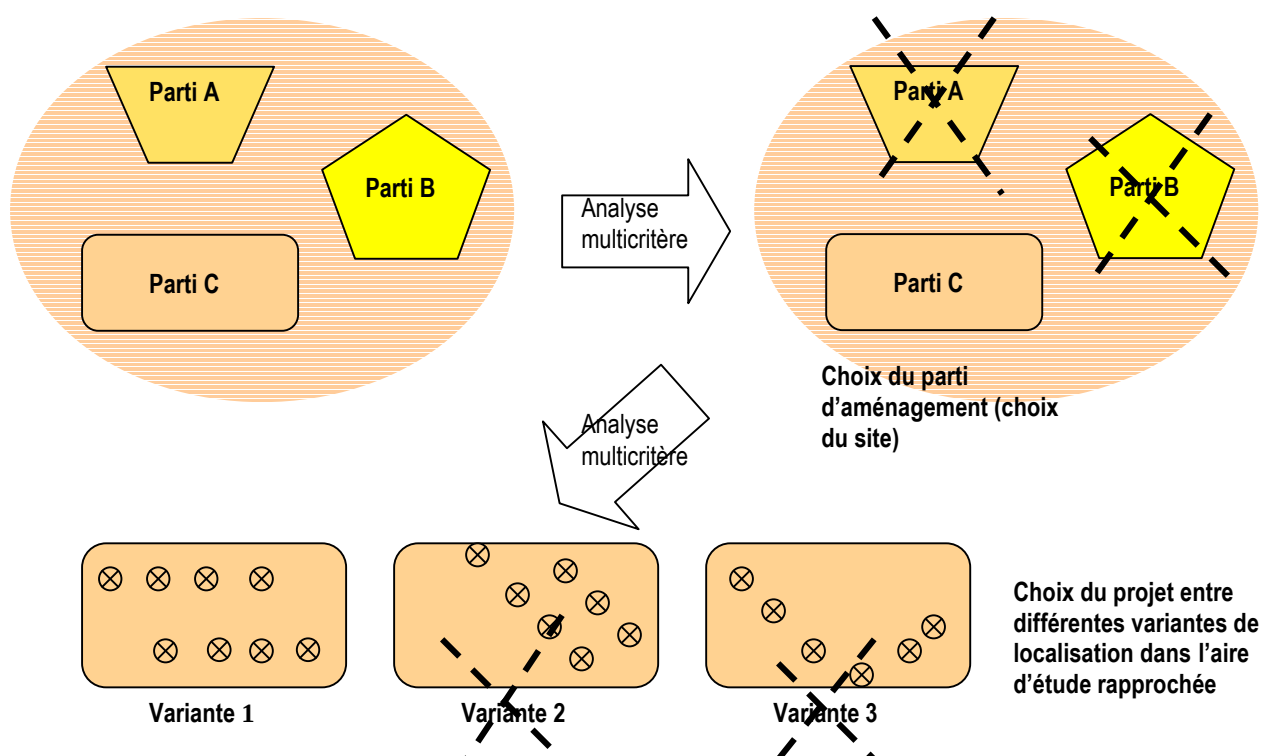


Figure 14 - Analyse des partis, des variantes d'aménagement et choix du projet

Le dossier d'étude d'impact doit présenter l'analyse des variantes qui a été menée, en considérant plusieurs possibilités :

- variantes de nombre et de localisation des éoliennes sur un même site ;
- variantes sur les infrastructures liées au projet : localisation, type de raccordement et tracé du réseau électrique, localisation des accès pour l'acheminement des éoliennes, etc. ;
- variantes techniques : type d'éolienne, fondation, raccordement au réseau, etc.

Les partis et variantes d'aménagement présentés doivent être réalistes. Cette démarche d'étude ainsi présentée dans le dossier d'étude d'impact apporte un regard critique sur le projet, en présentant les différentes pistes explorées au cours de sa conception. Elle facilite la compréhension des choix faits par le porteur de projet et la justification de l'alternative retenue. Le dossier d'étude d'impact présente par la suite une analyse détaillée de la variante retenue.

3.6.2 Evaluation des partis d'aménagement et de leurs variantes

Une analyse multicritères permet de synthétiser les différentes possibilités d'aménagement. Une telle analyse intervient lors du choix du site (étude des partis d'aménagement) ou du choix de la variante d'implantation. Cette analyse fait appel à l'examen de plusieurs critères :

- **des critères techniques** : potentiel éolien, aménagements nécessaires, raccordements aux réseaux électrique et routier, etc. ;
- **des critères environnementaux** : richesse du patrimoine naturel, niveau de rareté, de menace ou de sensibilité des milieux naturels, caractéristiques du paysage, proximité de l'habitat riverain, etc. ;
- **des critères socio-économiques** : usages actuels du site, projet de développement local, retombées économiques, etc.

Un tableau de synthèse des différents partis d'aménagement et de leurs variantes peut constituer un outil d'aide à la décision en offrant une vision globale. Ce tableau présenté conjointement à une carte présentant les différents partis ou variantes analysés, doit permettre de hiérarchiser les impacts attendus.

	Impacts des partis ou des variantes d'aménagement				
	Parti A			Parti B	Parti C
	Variante 1	Variante 2	Variante 3		
Critères techniques					
Production d'énergie					
Facilité d'accès, pistes à créer					
Raccordement au réseau EDF					
Disponibilité foncière					
Appréciation technique					
Critères environnementaux naturels et humains					
Impacts floristiques					
Impacts sur l'avifaune					
Impacts sur les chiroptères					
Autres impacts sur les milieux naturels					
Impacts sur le patrimoine architectural					
Impacts paysagers					
Proximité de riverains					
Appréciation environnementale					
Critères socio-économiques					
Concurrence avec les usages actuels du site					
Retombées économiques locales					
Appréciation socio-économique					
Appréciation globale					
Rang					

Tableau 7 - Exemple de tableau d'analyse multicritères des variantes ou des partis

La variante (ou le parti) retenue n'est pas nécessairement celle qui présente le moins d'impact sur l'environnement. En effet, l'ensemble des contraintes techniques, économiques et environnementales doit être pris en compte. Cela suppose une concertation entre les différents intervenants de l'étude d'impact (experts paysagistes, acousticiens ou naturalistes) afin de trouver le meilleur compromis possible et d'aider l'opérateur dans ses choix.

3.6.3 Présentation du projet retenu

Cette partie du dossier fait la synthèse de l'analyse des partis et des variantes afin d'explicitier les critères environnementaux du choix du projet. Le projet est alors présenté de manière précise en fournissant au lecteur des informations à caractère technique : description générale du projet et chronologie de la vie du parc éolien, de la construction, à l'exploitation et au démantèlement.

3.7 Définition des mesures

Le projet retenu doit être accompagné des « *mesures envisagées par le maître d'ouvrage ou le pétitionnaire pour supprimer, réduire et, si possible, compenser les conséquences dommageables du projet sur l'environnement et la santé, ainsi que l'estimation des dépenses correspondantes* » (article R.122-3 du code de l'environnement). Ces mesures ont pour objectifs d'assurer l'équilibre environnemental du projet et l'absence de perte globale de biodiversité. Elles doivent être proportionnées aux impacts identifiés.

3.7.1 Les différents types de mesures

Les mesures de suppression permettent d'éviter l'impact dès la conception du projet (par exemple le changement d'implantation pour éviter un milieu sensible). Elles reflètent les choix du maître d'ouvrage dans la conception d'un projet de moindre impact.

Les mesures de réduction ou réductrices visent à réduire l'impact. Il s'agit par exemple de la diminution ou de l'augmentation du nombre d'éoliennes, de la modification de l'espacement entre éoliennes, de la création d'ouvertures dans la ligne d'éoliennes, de l'éloignement des habitations, de la régulation du fonctionnement des éoliennes, etc.

Les mesures de compensation ou compensatoires visent à conserver globalement la valeur initiale des milieux, par exemple en reboisant des parcelles pour maintenir la qualité du boisement lorsque des défrichements sont nécessaires, en achetant des parcelles pour assurer une gestion du patrimoine naturel, en mettant en œuvre des mesures de sauvegarde d'espèces ou de milieux naturels, etc. Elles interviennent sur l'impact résiduel une fois les autres types de mesures mises en œuvre. Une mesure de compensation doit être en relation avec la nature de l'impact. Elle est mise en œuvre en dehors du site projet. Les mesures compensatoires au titre de Natura 2000 présentent des caractéristiques particulières (voir le paragraphe 3.11).

Ces différents types de mesures, clairement identifiées par la réglementation, doivent être distinguées des **mesures d'accompagnement du projet**, souvent d'ordre économique ou contractuel et visant à faciliter son acceptation ou son insertion telles que la mise en œuvre d'un projet touristique ou d'un projet d'information sur les énergies. Elles visent aussi à apprécier les impacts réels du projet (suivis naturalistes, suivis sociaux, etc.) et l'efficacité des mesures.



Parc éolien dans la Beauce

3.7.2 Analyse et proposition de mesures

Pour définir ces mesures, le maître d'ouvrage peut s'appuyer sur :

- l'analyse des mesures adoptées sur des projets existants (études de cas) ;
- l'expérience acquise par son entreprise ;
- l'exploitation des données bibliographiques (françaises et étrangères) ;
- les entretiens avec les partenaires (services administratifs, collectivités territoriales, associations).

Les mesures sont définies selon le principe chronologique qui consiste à supprimer les impacts le plus en amont possible, puis à réduire les impacts du projet retenu et enfin compenser les conséquences dommageables qui n'auront pu être évitées.

A chacune de ces mesures, il doit être associé :

- des objectifs de résultat précis ;
- le responsable de leur mise en œuvre (s'il est connu) ;
- une spécification des moyens ;
- le délai et les conditions techniques de leur mise en œuvre ;
- une estimation de la faisabilité administrative (par exemple on ne peut pas proposer de restaurer une parcelle sans avoir obtenu préalablement l'autorisation de son propriétaire) ;
- une évaluation de leur coût¹⁶ qui permet au pétitionnaire de vérifier qu'il peut s'engager dans leur réalisation sans que cela ne pénalise le projet, et aux instances administratives de vérifier la validité du montant présenté.

Les mesures proposées doivent être réalistes car elles représentent un engagement de la part du pétitionnaire. Adaptées aux impacts attendus et proportionnelles aux enjeux identifiés, elles s'appuient sur des expériences réussies et des protocoles pertinents. Elles sont présentées dans un tableau de synthèse.

SYNTHÈSE DES MESURES						
Mesure proposée	Risque d'impact identifié	Type de mesure	Résultat attendu	Coût	Délai de mise en œuvre	Maîtrise d'ouvrage
1						
2						

Tableau 8 - Exemple de tableau de synthèse des mesures proposées

Dans tous les cas, des clauses environnementales peuvent être introduites dans un « cahier des charges » définissant la conduite du chantier et l'exploitation des installations. Ces clauses peuvent être intégrées dans le dossier d'information mis à disposition du public, en application de l'article 147 de la loi n°2002-276 du 27 février 2002, relative à la démocratie de proximité. Il est en effet prévu que *"lorsqu'une décision d'octroi ou de refus de l'autorisation concernant le projet soumis à étude d'impact a été prise, l'autorité compétente en informe le public et (...) met à disposition (...) les principales mesures destinées à éviter, réduire et si possible compenser les effets négatifs importants du projet"*.

Par ailleurs, les mesures sont reprises dans le contenu de la décision d'autorisation du projet (article L.122-1 du code de l'environnement – modifié par l'article 230 de la loi ENE). En effet, la décision précise notamment *«les mesures destinées à éviter, réduire et, lorsque c'est possible, compenser les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine »*.

A RETENIR

L'étude d'impact doit utiliser les termes prévus par la réglementation : suppression, réduction, compensation.

Le maître d'ouvrage doit privilégier les mesures de suppression, puis celles de réduction et en dernier recours proposer des mesures de compensation.

Il est recommandé d'exprimer précisément dans l'étude d'impact la faisabilité de la mise en œuvre des mesures.

¹⁶ Les mesures de suppression, qui relèvent de la conception du projet, ne sont pas toujours chiffrables.

3.8 Suivi du site

L'objectif de l'étude d'impact est de mener une évaluation la plus précise possible. Or il n'est pas toujours possible d'évaluer avec exactitude toutes les conséquences de la mise en œuvre du projet sur l'environnement. Dans certains cas, les propositions du maître d'ouvrage ne peuvent être validées qu'après l'installation des éoliennes, voire après plusieurs années de fonctionnement (évolution du niveau sonore, comportement et évolution des populations d'oiseaux, etc.). Il est alors utile de proposer un dispositif de suivi au titre des mesures d'accompagnement ou de la réduction des impacts (si les résultats provoquent la mise en œuvre de mesures correctrices).

Le suivi consiste en l'ensemble des moyens d'analyse et des mesures nécessaires au contrôle du fonctionnement des ouvrages et des installations et à la surveillance de leurs impacts sur l'environnement. Le suivi permet de vérifier le respect des engagements pris dans le domaine de l'environnement, par une confrontation d'un bilan aux engagements initiaux. Il suppose donc un état initial de qualité.

Le suivi peut être réalisé lors des phases de chantier de construction et de démantèlement en y associant des professionnels de l'environnement, ou en phase d'exploitation pour vérifier et affiner la connaissance des impacts et l'efficacité des mesures réductrices.

Lorsqu'un dispositif de suivi est proposé dans l'étude d'impact doivent alors être définis :

- le protocole à mettre en œuvre ;
- les organismes et les experts à mandater pour réaliser les études complémentaires ;
- la manière dont le maître d'ouvrage met en œuvre les mesures réductrices qu'il a proposées et les finance ;
- les modalités de réévaluation de ces engagements.

Les résultats de suivis sont mis à disposition de l'autorité administrative ainsi que les bilans réalisés à des échéances prédéfinies. La réalisation de suivis vise l'amélioration des projets futurs et la vérification de l'efficacité des mesures de suppression, de réduction ou de compensation.

Les suivis rentrent dans le champ d'application de la loi du 1^{er} août 2008 sur la responsabilité environnementale.

La responsabilité environnementale

La loi n°2008-757 relative à la responsabilité environnementale du 1^{er} août 2008 définit les conditions dans lesquelles sont prévenus ou réparés les dommages causés à l'environnement : il s'agit des détériorations directes, ou indirectes mesurables qui affectent les sols, l'eau, les habitats et espèces, ainsi que les services écologiques. L'exploitant est responsable de ces dommages, y compris en l'absence de faute ou de négligence de sa part, si son activité figure sur une liste établie par décret (n° 2009-468 du 23 avril 2009). La loi définit deux types de mesures. En cas de menace imminente ou de dommage, l'exploitant prend sans délai et à ses frais des mesures de prévention afin d'en empêcher la réalisation ou d'en limiter les effets. Le préfet procède à l'évaluation de la nature des conséquences du dommage (il peut demander à l'exploitant d'effectuer sa propre évaluation), puis prescrit les mesures de réparation. Pour les activités ne figurant pas sur cette liste (dont les éoliennes), le régime de responsabilité est restreint aux cas de faute ou de négligence.

3.9 Démantèlement et remise en état du site

L'exploitant d'une éolienne est responsable de son démantèlement et de la remise en état du site à la fin de l'exploitation. Le démantèlement nécessite le démontage et l'évacuation des superstructures et des machines, y compris les fondations et le poste de livraison. La phase de démantèlement induit les mêmes types d'impact que la phase de construction avec la présence d'engins de chantier. La remise en état consiste à rendre le site éolien apte à retrouver sa destination antérieure.

Ces opérations de démantèlement et de remise en état concernent l'ensemble des équipements qui ont été nécessaires à la mise en place et au fonctionnement des éoliennes, notamment :

- les voies d'accès, les pistes, les aires de stationnement et de travaux ;
- les ouvrages et équipements de sécurité ;

- les fondations de l'éolienne ;
- les lignes et les câbles enterrés ou aériens ;
- et d'une manière générale tout équipement ou aménagement lié à l'exploitation de l'éolienne comme les installations techniques et d'accueil du public.

La remise en état consiste à réaliser des travaux destinés à effacer les traces de l'exploitation et à favoriser la réinsertion des terrains dans leur site, et plus généralement dans l'environnement. Dans la mesure du possible, le retour à la vocation initiale des terrains (tout particulièrement en milieu rural) est à privilégier. La remise en état des accès et des emplacements des fondations doit faire l'objet d'une analyse détaillée en terme de revégétalisation.

Afin de définir l'état final du site, il convient de s'appuyer sur les données collectées pour l'état initial du site et de son environnement, en prenant en compte l'évolution prévisible des milieux et de l'occupation des sols. Il s'agit également de prendre en compte les impacts attendus des travaux de démantèlement, et de dresser le bilan avantages/inconvénients de l'enlèvement de la totalité ou non des fondations (pouvant constituer une seconde phase de perturbation du milieu naturel).

Lorsque le retour des terrains à leur vocation initiale n'est pas souhaitée, l'exploitant doit justifier son choix :

- la remise en état doit proposer une nouvelle vocation des terrains qui correspond à des besoins réels, le plus souvent locaux ;
- l'exploitant doit indiquer clairement le nouvel utilisateur de ces terrains ;
- la crédibilité technique du projet et son équilibre financier doivent être démontrés, en termes d'investissements initiaux comme en termes d'entretien du site, lorsque celui-ci est nécessaire.

Le projet de remise en état du site doit préciser, à chaque étape, le contenu technique de chaque poste et évaluer le coût de chaque intervention.

Les résultats du suivi et les bilans périodiques des impacts sur l'environnement de la construction et de l'exploitation du projet seront à prendre en compte pour définir la remise en état du site. Concernant l'éolien en mer, l'état écologique autour des fondations sera également à considérer.

A RETENIR

Démantèlement et remise en état du site sont des obligations réglementaires.

Le retour à la vocation initiale des terrains doit être privilégié.

Le projet de remise en état présente les opérations techniques et le coût des interventions.

3.10 Rédaction de l'étude d'impact et présentation du dossier

3.10.1 Objectifs

Le dossier d'étude d'impact présente la démarche d'évaluation environnementale au public et à l'autorité administrative. Il privilégie la clarté, la précision, la transparence et la lisibilité car c'est à travers lui que le maître d'ouvrage fait comprendre ses choix aux différents acteurs qui doivent se prononcer sur l'acceptabilité environnementale du projet. Le dossier répond aux critères suivants :

- critères stratégiques liés à la planification et la compréhension (objectifs, public, limites des méthodes, distinction entre faits établis et jugements de valeur, entre engagements formels et possibilités, etc.) ;
- critères structurels impliquant une organisation et une articulation logique des différents éléments du rapport pour en faciliter la lecture (plan de rédaction, uniformisation des styles d'écriture, choix du niveau de langage, lexique des termes techniques, liste des acronymes, documents techniques en annexe, etc.) ;

- critères rédactionnels liés à la communication des résultats (utilisation des termes justes et précis, cartes et figures simples, lisibles et compréhensibles accompagnées des légendes et des échelles appropriées, etc.).

3.10.2 Recommandations pour la rédaction

Pour faciliter l'instruction de la demande d'autorisation, il est souhaitable de présenter le dossier sous le titre des rubriques énoncées dans le code de l'environnement, de préférence dans l'ordre de leur énumération dans ce texte. L'étude d'impact présente ainsi, de manière simple et lisible, l'essentiel de la démarche d'analyse et des conclusions. Les études techniques sont renvoyées en annexe.

Un soin tout particulier doit être apporté à la rédaction du **résumé non technique**. Ce résumé facilite la lecture de l'étude d'impact lors de l'enquête publique. Le terme « résumé » signifie qu'il s'agit d'un chapitre qui doit faire l'objet d'une rédaction spécifique et non pas être produit par une accumulation de copié-collé de parties de l'étude d'impact. Le terme « non technique » indique qu'il doit permettre à un public non averti de comprendre immédiatement les enjeux du site, la nature de l'aménagement et les effets du projet présenté. Ce résumé reprend le plan de l'étude (description de l'état initial, caractéristiques du projet, effets sur l'environnement, mesures mises en œuvre, etc.) et rappelle les conclusions de chacune des parties de l'étude d'impact.

Le chapitre relatif à l'**analyse des méthodes** a également pour objectif de faciliter la compréhension par le public du contenu de l'étude d'impact. Ce chapitre consiste en une description détaillée des méthodes employées pour les investigations relatives à l'état initial du site et de son environnement, pour la prévision des impacts, les outils utilisés, et les difficultés rencontrées. Ce chapitre doit permettre une lecture critique de l'étude d'impact et mettre en évidence la rigueur et la neutralité de l'étude. Cela est tout particulièrement important pour les thèmes qui risqueraient d'être traités de manière subjective tels que le paysage ou la gêne sonore.

Enfin, pour renforcer la crédibilité du dossier aux yeux du public et assurer la transparence de la décision, le maître d'ouvrage doit indiquer la dénomination précise et complète du ou des auteurs de l'étude, qu'il fasse appel ou non à des consultants spécialisés dans le domaine des études d'impact.

3.11. Etude d'incidences Natura 2000

3.11.1. Cadre général

La politique européenne de préservation de la biodiversité s'appuie sur l'application des directives européennes « Oiseaux » (79/409, version consolidée 2009/147 du 30 novembre 2009) et « Habitats-faune-flore » (92/43) adoptées respectivement en 1979 et 1992. Les deux piliers de la mise en œuvre de ces directives sont :

- la protection stricte de certaines espèces et habitats sur l'ensemble du territoire national ;
- la mise en place d'un réseau de sites représentatifs gérés durablement, **le réseau Natura 2000**.

Le réseau Natura 2000 représente un véritable enjeu de développement durable pour des espaces remarquables dans le sens où il permet de concilier sauvegarde de la biodiversité et maintien des activités humaines dans le cadre d'une réflexion locale animée par tous les acteurs concernés par la vie du site.

L'objectif spécifique de Natura 2000 est de créer un réseau de sites qui contribue à assurer le maintien ou la restauration en bon état de conservation des habitats et des espèces des directives « Oiseaux » et « Habitats-faune-flore ».

La directive « Habitats-faune-flore » n'interdit pas à priori les nouvelles activités sur un site Natura 2000. Néanmoins, les articles 6-3 et 6-4 imposent de soumettre les plans et projets dont l'exécution pourrait avoir des répercussions significatives sur le site, à une **évaluation de leurs incidences sur les habitats et espèces d'intérêt communautaire**¹⁷.

¹⁷ Voir le document de la Commission Européenne « Wind energy developments and Natura 2000 » (à paraître) et la circulaire du 15 avril 2010 du MEEDDM relative à l'évaluation des incidences Natura 2000.

Selon ces articles, les autorités ne peuvent autoriser un plan ou un projet que si, au regard de l'évaluation de ses incidences, le plan ou projet ne porte pas atteinte à l'intégrité du site considéré. Cependant, si l'évaluation des incidences aboutit à des conclusions négatives, un plan ou un projet peut toutefois être autorisé à condition :

- qu'il n'existe aucune solution alternative de moindre incidence ;
- que le plan ou le projet soit motivé par des raisons impératives d'intérêt public majeur ;
- que l'Etat membre prenne toute mesure compensatoire nécessaire pour garantir la cohérence globale du réseau Natura 2000, ces mesures devant être notifiées à la Commission européenne ;
- d'avoir recueilli l'avis de la Commission européenne lorsque le site abrite un habitat naturel ou une espèce prioritaire et que le plan/projet est motivé par une raison impérative d'intérêt public majeur autre que la santé de l'homme, la sécurité publique ou des conséquences bénéfiques primordiales pour l'environnement. Les mesures compensatoires revêtent ainsi un caractère très exceptionnel.



Zone Natura 2000

Les articles 6-3 et 6-4 de la directive habitats sont transposés, dans le droit national, à l'article L. 414-4 du code de l'environnement. Ainsi les documents de planification, les programmes ou projets d'activités, de travaux, d'aménagements, d'ouvrages ou d'installations ainsi que les manifestations et interventions dans le milieu naturel ou le paysage doivent faire l'objet d'une évaluation de leurs incidences au regard des objectifs de conservation du site « lorsqu'ils sont susceptibles d'affecter de manière significative un site Natura 2000, individuellement ou en raison de leurs effets cumulés ».

Lorsqu'ils sont soumis à un régime administratif d'autorisation, d'approbation ou de déclaration au titre d'une législation ou d'une réglementation distincte de Natura 2000, ils ne font l'objet d'une évaluation des incidences Natura 2000 que s'ils figurent sur une liste positive nationale ou sur une liste positive locale arrêtée par l'autorité administrative compétente. Lorsqu'ils ne relèvent pas d'un régime administratif d'autorisation, d'approbation ou de déclaration au titre d'une législation ou d'une réglementation distincte de Natura 2000 ils peuvent être soumis à une régime d'autorisation propre à Natura 2000 et conduire une évaluation des incidences, s'ils figurent sur une autre liste positive locale.

En conséquence, le pétitionnaire devra prendre connaissance du contenu desdites listes, la liste nationale étant prévue à l'article R.414-19 du code de l'environnement et les listes locales étant consultables auprès des services de l'Etat compétents (DREAL ou préfecture). L'évaluation des incidences au regard de la conservation des sites Natura 2000 s'applique aux projets situés à l'intérieur de la délimitation d'un site Natura 2000, mais aussi, dans certains cas, aux projets situés à l'extérieur des sites.

Le tableau ci-après synthétise l'état actuel de la réglementation applicable aux projets éoliens, selon la procédure administrative à laquelle ils sont soumis tel que défini à l'article R.414-19 du code de l'environnement). Tous les projets éoliens, terrestres ou en mer, doivent produire une évaluation des incidences.

Article R.414-19 du code de l'environnement	Champ d'application du dispositif d'évaluation des incidences Natura 2000
« 3. Les travaux et projets devant faire l'objet d'une étude ou d'une notice d'impact au titre des articles L. 122-1 à L. 122-3 et des articles R. 122-1 à R. 122-16 »	• Eoliennes terrestres ou en mer soumises à étude d'impact (hauteur du mât et de la nacelle au-dessus du sol est supérieure à 50m) ou à notice d'impact (autres cas) • Evaluation obligatoire à l'intérieur et en dehors des sites Natura 2000
« 4. Les installations, ouvrages, travaux et activités soumis à autorisation ou déclaration au titre des articles L. 214-1 à L. 214-11 »	• Eoliennes en mer soumises à autorisation relevant de la nomenclature « loi sur l'eau » (rubrique 4.1.2.0. de l'article R. 214-1 du code de l'environnement) • Evaluation obligatoire à l'intérieur et en dehors des sites Natura 2000
« 11. Les coupes soumises à autorisation par l'article L. 10 du code forestier pour les forêts localisées en site Natura 2000 et par l'article L. 411-2 du code forestier pour les forêts localisées en site Natura 2000 »	• Opérations de défrichement (selon la superficie concernée) • Evaluation obligatoire à l'intérieur des sites Natura 2000
« 21. L'occupation d'une dépendance du domaine public d'une personne publique soumise à autorisation au titre de l'article L. 2122-1 du code général de la propriété des personnes publiques lorsque la dépendance occupée est localisée, en tout ou partie, en site Natura 2000 »	• Eoliennes en mer soumises à autorisation d'occupation temporaire du domaine public maritime (concession – décret n° 2004-308) • Evaluation obligatoire lorsque la dépendance occupée est localisée en tout ou partie, en site Natura 2000

Tableau 9 - Champ d'application de l'évaluation des incidences Natura 2000

Le champ d'application du dispositif d'évaluation des incidences présenté dans ce tableau n'est pas exhaustif puisqu'il ne présente que les projets soumis évaluation des incidences en application de la liste nationale prévue à l'article R.414-19. Les projets d'éoliennes n'entrant pas dans le champ d'application de la liste nationale sont soumis à évaluation des incidences Natura 2000 s'ils figurent sur une liste locale.

3.11.2. Contenu de l'évaluation des incidences et articulation avec l'étude d'impact

L'évaluation des incidences est une étude ciblée sur l'analyse des incidences sur la conservation d'un site au regard de ses objectifs de conservation, c'est-à-dire de l'ensemble des mesures requises pour maintenir ou rétablir les habitats naturels et les populations d'espèces de faune et de flore sauvages dans un état favorable à leur maintien à long terme. Ce régime spécifique a pour objet d'évaluer l'incidence sur les habitats naturels et espèces d'intérêt communautaire ayant justifié la désignation en site Natura 2000.

La composition du dossier d'évaluation des incidences Natura 2000 au regard la conservation est donnée par l'article R.414-23 du code de l'environnement. Cette évaluation est proportionnée à l'importance de l'opération et aux enjeux de conservation des habitats et des espèces en présence.

Il est opportun que les études au regard de Natura 2000 soient réalisées dans le cadre de la démarche globale de l'étude d'impact. Cependant, les différentes étapes de l'évaluation des incidences Natura 2000 ainsi que ses conclusions doivent être aisément identifiables dans le rapport final de l'étude d'impact ou constituer un document séparé et annexé à l'étude d'impact.

L'évaluation des incidences comprend les éléments suivants (pour faciliter la lecture, il est fait référence dans les paragraphes suivants uniquement aux « projets »).

1. Le dossier comprend dans tous les cas :
 - une présentation simplifiée du projet, accompagnée d'une carte permettant de localiser l'espace terrestre ou marin sur lequel le projet peut avoir des effets et les sites Natura 2000 susceptibles d'être concernés par ces effets. Lorsque l'ouvrage est à réaliser dans le périmètre d'un site Natura 2000, un plan de situation détaillé est fourni ;
 - un exposé sommaire des raisons pour lesquelles le projet est ou non susceptible d'avoir une incidence sur un ou plusieurs sites Natura 2000. Dans l'affirmative, cet exposé précise la liste des sites Natura 2000 susceptibles d'être affectés, compte tenu de la nature et de l'importance du projet, de sa localisation dans un site Natura 2000 ou de la distance qui le sépare du ou des sites Natura 2000, de la topographie, de l'hydrographie, du fonctionnement des écosystèmes, des caractéristiques du ou des sites Natura 2000 et de leurs objectifs de conservation.
2. Dans l'hypothèse où un ou plusieurs sites Natura 2000 sont susceptibles d'être affectés, le dossier comprend également une analyse des effets temporaires ou permanents, directs ou indirects, que le projet peut avoir, individuellement ou en raison de ses effets cumulés avec d'autres projets dont est responsable le maître d'ouvrage, sur l'état de conservation des habitats naturels et des espèces qui ont justifié la désignation du ou des sites.

3. S'il résulte de cette analyse que le projet peut avoir des effets significatifs dommageables, pendant ou après sa réalisation, le dossier comprend un exposé des mesures qui seront prises pour supprimer ou réduire ces effets dommageables.
4. Lorsque malgré ces mesures des effets significatifs dommageables subsistent, le dossier d'évaluation expose en outre :
 - la description des solutions alternatives envisageables, les raisons pour lesquelles il n'existe pas d'autre solution que celle retenue et les éléments qui permettent de justifier la réalisation du projet ;
 - la description des mesures envisagées pour compenser les effets dommageables que les mesures prévues ne peuvent supprimer. Les mesures compensatoires permettent une compensation efficace et proportionnée au regard de l'atteinte portée aux objectifs de conservation du ou des sites Natura 2000 concernés et du maintien de la cohérence globale du réseau Natura 2000. Ces mesures compensatoires sont mises en place selon un calendrier permettant d'assurer une continuité dans les capacités du réseau Natura 2000 à assurer la conservation des habitats naturels et des espèces. Lorsque ces mesures compensatoires sont fractionnées dans le temps et dans l'espace, elles résultent d'une approche d'ensemble, permettant d'assurer cette continuité ;
 - l'estimation des dépenses correspondantes et les modalités de prise en charge des mesures compensatoires, qui sont assumées pour les projets par le maître d'ouvrage.

La **circulaire MEEDDM du 15 avril 2010** relative à l'évaluation des incidences Natura 2000 fournit une présentation générale du dispositif, décrit la procédure d'évaluation et précise les notions d'atteinte aux objectifs de conservation, d'intérêt public majeur et d'effets cumulés au sens de Natura 2000.

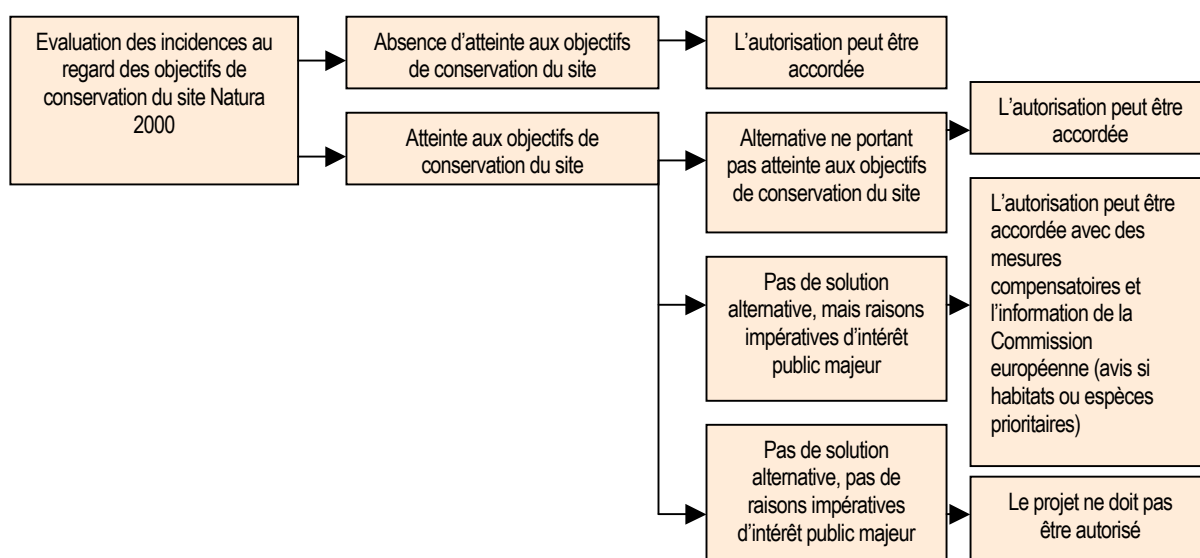


Figure 15 - Schéma simplifié de l'évaluation des incidences Natura 2000 (d'après la circulaire du 15 avril 2010)

4 ETUDE DES MILIEUX NATURELS

- généralités -

Ce chapitre présente la démarche générale de réalisation des études sur le milieu naturel et la biodiversité : les principes généraux du déroulement de l'étude écologique et la réalisation du suivi écologique. Il est complété par deux chapitres (5 et 6) qui détaillent les méthodes d'étude dans le cas des projets éoliens terrestres et en mer.

4.1 Préambule

L'étude des milieux naturels nécessite des compétences naturalistes et scientifiques spécialisées en écologie. Si l'étude d'impact est réalisée par un bureau d'études généraliste, le renfort d'experts écologues ou d'organismes compétents est souhaitable pour mener à bien cette partie de l'étude.

L'étude des milieux naturels doit s'appuyer sur la notion d'éco-complexe (un ensemble de plusieurs écosystèmes) et donc relier entre elles les différentes études naturalistes. Elle doit adopter une démarche scientifique, car les connaissances dans ce domaine sont encore en évolution. Elle doit aider à choisir la solution qui concilie au mieux le projet et le milieu naturel. Son contenu consiste à :

- recenser et localiser précisément les zones naturelles sensibles dans le secteur concerné ;
- réaliser un inventaire de terrain des espèces animales et végétales que ces zones abritent à des périodes propices à leur observation ;
- analyser les fonctionnalités écologiques du secteur concerné ;
- préciser les espaces vitaux nécessaires au maintien des espèces rares et/ou protégées au plan local, national, ou international, ainsi que le fonctionnement écologique des écosystèmes associés.

La démarche générale s'inscrit dans celle de l'étude d'impact :

4. Etude des milieux naturels -généralités-

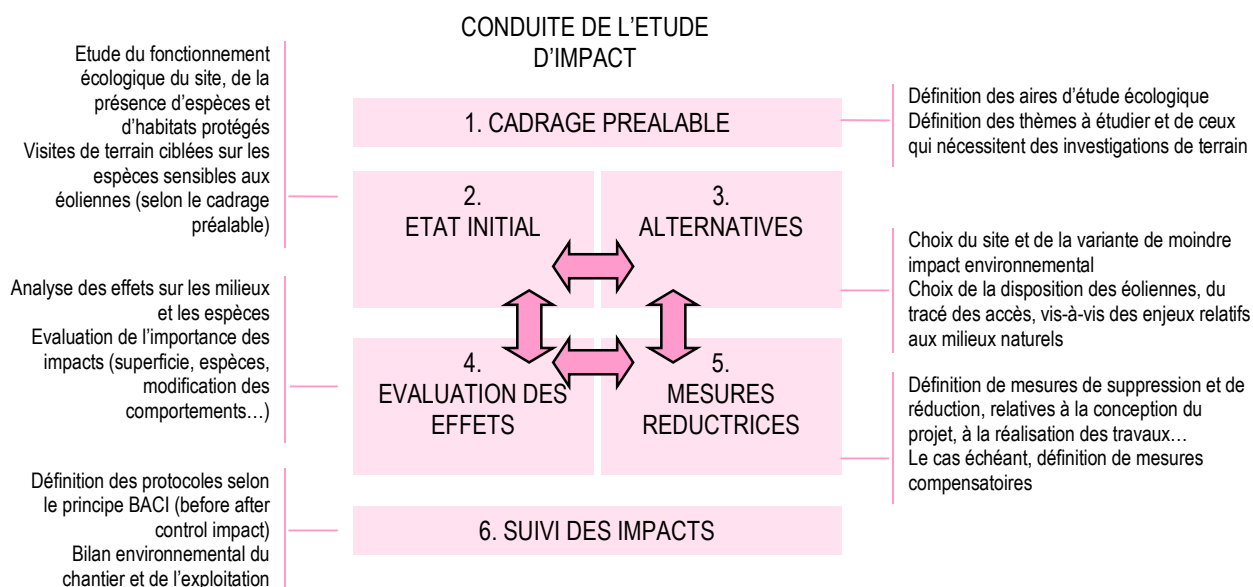


Figure 16 - Articulation de l'étude écologique avec la démarche d'étude d'impact

Les principaux thèmes à étudier (flore, oiseaux, chauves-souris, amphibiens, reptiles, mammifères, invertébrés) seront présentés dans les chapitres 5 et 6. L'ANNEXE 4 présente les différents statuts de protection des milieux et des espèces.

4.2 Déroulement de l'étude écologique

Une étude d'impact de qualité doit produire la meilleure définition possible de l'état initial au regard des impacts prévisionnels d'un parc éolien. Pour ce faire, il est indispensable de compléter les données documentaires par des investigations de terrain. L'étude de la flore et de la faune (espèces hivernantes, migratrices et nicheuses) nécessite des expertises de terrain pendant les phases appropriées du cycle biologique des espèces.

La durée et la complexité de l'étude dépendent des caractéristiques du site (sensibilité particulière, enjeux spécifiques en terme de biodiversité...) identifiées lors du cadrage préalable. Par conséquent, certains inventaires s'avèrent facultatifs comme celui relatif aux batraciens sur un site ne présentant aucune zone humide. En revanche, il est fortement recommandé de réaliser des prospections sur le terrain pour certains thèmes, à savoir la flore, les oiseaux nicheurs, migrateurs (et hivernants), ainsi que les chauves-souris.

Le choix de la période d'étude dépend de la phénologie des espèces, c'est-à-dire des événements périodiques de leur cycle biologique, selon le climat et les saisons. Le schéma phénologique ci-dessous varie en fonction de la région dans laquelle se trouve le site (il existe de fortes différences entre le Nord et le Sud de la France, entre la montagne et la plaine) et des conditions météorologiques locales (de fortes fluctuations interannuelles sont possibles).

	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Flore												
Oiseaux nicheurs												
Oiseaux migrateurs												
Oiseaux hivernants												
Chauves-souris												
Amphibiens												
Reptiles												
Mammifères terrestres												
Invertébrés terrestres												

Période favorable

Période optimale

Tableau 10 - Calendrier indicatif des périodes favorables aux inventaires de terrain

4.2.1 Cadrage préalable de l'étude des milieux naturels

Le cadrage préalable est l'occasion de définir les thèmes à étudier, et notamment ceux qui nécessitent des investigations de terrain, ainsi que les aires d'étude appropriées.

Aire d'étude écologique	Caractéristiques
Aire d'étude éloignée	Analyse de la fonctionnalité écologique de la zone d'implantation au sein de la dynamique d'un territoire, analyse des effets cumulés
Aire d'étude intermédiaire (zone potentiellement affectée par le projet)	Inventaires ponctuels sur les espèces animales protégées ou les habitats les plus sensibles, les zones de concentration de la faune et les principaux noyaux de biodiversité Inventaires approfondis en présence d'une espèce protégée menacée, d'un habitat ou un site naturel protégé
Aire d'étude rapprochée (zone d'implantation des variantes)	Analyse exhaustive de l'état initial, en particulier : - inventaire des espèces animales et végétales protégées (mammifères, oiseaux, espèces végétales protégées et patrimoniales ...) - cartographie des habitats
Aire d'étude immédiate (emprises du projet)	Insertion fine du projet (positionnement des éoliennes vis à vis des enjeux lié aux milieux) Etude des impacts du chantier

Tableau 11 - Aires d'études pour l'analyse du milieu naturel

La définition des aires d'étude écologique est l'une des clefs de la réussite de l'analyse des milieux naturels. Il convient de considérer l'ensemble de la zone géographique concernée par le projet. Ainsi, les différentes unités écologiques présentes autour du site éolien sont à prendre en compte, qu'il s'agisse des zones de chasse de l'avifaune, des aires de repos des oiseaux migrateurs, des zones de transit de la faune, des gîtes de mise bas des chiroptères, etc.

Cette approche est primordiale pour établir le fonctionnement écologique du site et de sa dynamique. En effet, une perturbation sur l'une des composantes de l'écosystème, même si celle-ci n'est pas

directement concernée par l'implantation des éoliennes, peut avoir des conséquences sur l'ensemble du fonctionnement de l'écosystème local.

Dès lors, on ne parle plus de l'aire d'étude mais **des** aires d'étude. L'ampleur de ces aires d'étude reste à définir au cas par cas en fonction des sensibilités et des caractéristiques du site. Le tableau 12 indique les caractéristiques des aires d'études écologiques. Il conviendra, pour les préciser, d'effectuer une visite de la zone et de se rapprocher des experts naturalistes locaux.

4.2.2 Analyse de l'état initial des milieux naturels

L'analyse de l'état initial se fait à deux niveaux :

- elle porte, d'une part, sur le fonctionnement écologique du site : le rôle de chaque espèce, les interactions entre espèces, l'importance de la population au regard des populations locales, régionales, nationales ou européennes ;
- elle prend en compte d'autre part la réglementation et dresse la liste des habitats et des espèces protégées au niveau départemental, régional, national ou européen et/ou mondial.

Il est à noter que l'analyse de l'état initial n'a pas une vocation d'exhaustivité mais vise à comprendre et expliquer le fonctionnement des écosystèmes et notamment les modalités d'occupation du site par la biocénose au long d'un cycle biologique. Une attention particulière doit être portée aux espèces sensibles aux éoliennes.

Les investigations spécialisées doivent être adaptées :

- aux taxons concernés (oiseaux, chiroptères, mammifères, amphibiens, reptiles, insectes...) ;
- aux différentes phases et comportements du cycle biologique des espèces (reproduction, migrations, hivernage, chasse, parades...) ;
- aux caractéristiques de l'aire d'étude (plaine, montagne, forêt, zone humide...) ;
- aux contraintes (techniques, économiques, climatiques) de mise en œuvre des différents outils d'investigation.

Le nombre de visites sur site nécessaires pour l'établissement de l'état initial est à adapter pour chaque cas, selon l'emprise du projet, les enjeux et sensibilités potentiels, les périodes « à risque » pour les espèces. Cet échantillon de visites est défini lors du cadrage préalable.

L'échantillon des visites de terrain doit retranscrire une diversité des conditions climatiques des plus favorables au plus défavorables. Par exemple, l'expérience montre que les risques de collision des oiseaux avec les pales d'éoliennes augmentent sensiblement lors des conditions par ailleurs défavorables aux suivis ornithologiques classiques (vent fort, brouillard...). Inversement l'activité des chauves-souris est réduite par vent fort, ce qui diminue les risques de collision.

Les chapitres 5 et 6 proposent des méthodes pour l'analyse de l'état initial selon les différents thèmes à étudier. Les **FICHES TECHNIQUES** proposent une clé d'analyse de la valeur patrimoniale des milieux naturels et de leurs composantes biologiques et un guide pour le choix des méthodes d'analyse à mettre en œuvre.



Prairie (Orchis à fleurs lâches et Lin à feuilles étroites)

Il est utile de faire figurer les études spécialisées en annexe du document d'étude d'impact, incluant les données brutes, afin de permettre un regard croisé sur l'analyse (pertinence de l'échantillon, de l'interprétation des données), ou d'établir un état de référence pour un éventuel suivi post-implantation. La méthode de collecte des données doit être précisée afin qu'elles soient réutilisables. Les données brutes peuvent être réutilisées, dès lors qu'elles figurent dans une étude d'impact présentée au public, à condition qu'il soit fait référence à leurs sources.

4.2.3 Analyse des effets sur les milieux naturels et définition des impacts

Les effets des parcs éoliens sont très variables selon les espèces, les milieux, les infrastructures aériennes existantes aux alentours, la topographie, les conditions météorologiques, etc. Les impacts qui en résultent sont fonction du degré de sensibilité du site retenu. Les effets sur les milieux naturels peuvent être de plusieurs types :

- destruction ou perturbation de milieux naturels, d'espèces végétales et animales ;
- perturbation du milieu physique (décaissement, arasement de talus, etc.).

De façon générale, si le site éolien a été sélectionné en évitant les zones sensibles pour l'avifaune, et le cas échéant les zones sensibles pour les chiroptères, et si les éoliennes ont été agencées en prenant en compte les sensibilités locales, l'implantation d'un parc éolien ne constitue pas une menace forte pour la faune et les milieux naturels. A titre d'exemple, les parcs éoliens sont potentiellement à l'origine des impacts suivants sur le milieu naturel et la biodiversité.

Type d'impact	Exemples d'impact
Impacts directs	Décapage de la zone de travaux Modifications des chemins d'accès et destruction de talus
Impacts indirects	Modification des voies de déplacements des oiseaux Installation d'espèces de plantes rudérales après les travaux
Impacts permanents	Risque de collision pour les oiseaux migrateurs Destruction de la végétation sur les sites d'implantation
Impacts temporaires	Dérangement de la faune pendant les travaux Zone de stockage provisoire du matériel et des engins
Impacts induits	Dérangements de la faune dus à l'augmentation de la fréquentation du site par les visiteurs

Tableau 12 - Exemples d'impacts sur les milieux naturels

Une fois les impacts identifiés, il s'agit par la suite de les hiérarchiser selon leur importance pour le projet considéré. Le tableau ci-après propose de renseigner la nature (permanent, temporaire, induit) puis l'importance des impacts (superficie, nombre d'espèces, etc.). Il sera utilement complété par une carte retranscrivant ces informations.

Impact sur...	Description de l'impact	Nature de l'impact	Importance de l'impact
Habitats naturels	Destruction d'habitats naturels	permanent	0,5 ha
Flore	Destruction d'une espèce protégée ou menacée située sur un chemin d'accès ou sur la zone d'implantation d'une éolienne		
Avifaune migratrice	Obstacles aux déplacements migratoires, risques de collisions		
Avifaune hivernante	Réduction de la superficie de stationnement		
Avifaune nicheuse	Dérangements des oiseaux nicheurs en période de nidification durant les travaux et en période de fonctionnement de l'installation		
	Dérangements des oiseaux nicheurs dus à une augmentation de la fréquentation du site (visiteurs)		
	Implantation sur une zone de chasse d'une espèce de rapaces menacée		
Chauves-souris	Implantation sur une zone de chasse, risques de collisions		
Amphibiens	Chemins d'accès situés sur un passage de migration		
	Risque de destruction d'une mare à proximité du poste de livraison		
Grands Mammifères	Obstacle aux déplacements (période de travaux + en fonctionnement du parc)		

Tableau 13 - Hiérarchisation des impacts

La législation et la réglementation des études d'impact¹⁸ imposent désormais de prendre en compte les **effets cumulés**, non seulement des parcs éoliens entre eux, mais également avec d'autres aménagements tels que les lignes électriques, les infrastructures routières, etc. susceptibles d'affecter les déplacements de la faune. En effet, si un seul parc éolien peut avoir un effet négatif relativement limité (sur l'avifaune migratrice par exemple), la multiplication des obstacles (à la migration par exemple) peut avoir des conséquences plus importantes.

¹⁸ Loi ENE et décret d'application.

4.2.4 Analyse et comparaison des partis d'aménagement et des variantes

Tout au long du diagnostic, le maître d'ouvrage est informé de l'état des investigations et des résultats (découverte d'une station de plantes protégées, utilisation du site par une espèce d'oiseau menacée), ce qui lui permet d'optimiser progressivement les paramètres du projet et ainsi réduire les effets négatifs sur les milieux naturels. Il est nécessaire de croiser les résultats de l'étude des milieux naturels avec ceux des expertises paysagères et acoustiques et avec les exigences techniques, économiques, ou encore foncières.

Le **choix du site** est le facteur principal qui permet de réduire ou de supprimer la majorité des incidences sur les milieux naturels. En effet, si de fortes contraintes sont apparues lors du diagnostic préalable, il est nécessaire de privilégier le développement d'un autre site plutôt que d'envisager des mesures importantes de réduction ou de compensation des impacts.

L'optimisation du projet doit également se faire en fonction des éventuelles stations d'espèces végétales ou animales d'intérêt patrimonial, en particulier les espèces protégées. Il convient donc d'éviter d'implanter des éoliennes au sein des habitats naturels d'intérêt communautaire identifiés. Le choix du lieu d'implantation d'un parc éolien doit se porter sur la zone de moindre enjeu environnemental caractérisée par :

- une absence d'habitat naturel et d'espèces rares ou protégées ;
- une absence de voies migratoires d'importance (concentration forte des oiseaux à certaines périodes de l'année).

La **disposition des éoliennes** au sein du parc peut influencer fortement les impacts sur les milieux naturels et notamment sur la faune.

Il faut éviter les effets de barrière ou d'entonnoir, qui peuvent constituer de véritables pièges pour les oiseaux. Une orientation des parcs parallèle aux axes migratoires réduit les effets négatifs sur l'avifaune migratrice. De même, l'aménagement de couloirs dépourvus d'éoliennes, soit au sein d'un long linéaire d'éoliennes, soit dans un « bassin éolien » est préconisé de manière à laisser des zones de passage pour l'avifaune. Cependant de telles mesures doivent être adaptées au cas par cas selon les projets.

Les déplacements d'oiseaux nicheurs ou hivernants doivent également être pris en compte et intégrés à la conception du projet pour le positionnement des éoliennes. En effet, des mouvements importants s'établissent parfois entre des dortoirs et des zones de recherche de nourriture. L'utilisation du site par les oiseaux en fonction des caractéristiques aérologiques locales est aussi un paramètre important. Par exemple l'utilisation de courants ascendants par les oiseaux planeurs peut être constatée.

Le **nombre** et la **taille des éoliennes** influencent les impacts. En fonction de la sensibilité du milieu naturel, il est parfois préférable d'installer un nombre réduit de machines de puissance importante plutôt que de nombreuses petites éoliennes. La hauteur du mât de l'éolienne au-dessus du sol ou de la végétation avoisinante peut avoir une influence sur le comportement des animaux ailés.

Le **choix des chemins d'accès** et l'**emplacement du poste de livraison** doivent être étudiés avec le même soin que celui apporté à l'emplacement des éoliennes elles-mêmes. Il convient pour les chemins de choisir des tracés présentant le moindre impact sur les milieux naturels, en respectant les principes suivants :

- évitement des stations animales ou végétales ;
- utilisation privilégiée des chemins existants ;
- implantation raisonnée du poste de livraison ;
- enfouissement du réseau de raccordement électrique, etc.

L'étude d'impact doit ainsi présenter les partis d'aménagement étudiés et les différentes variantes envisagées et expliciter les motifs du choix, qui résultent d'un compromis entre contraintes environnementales et considérations économiques et techniques.

4.2.5 Description des mesures relatives aux milieux naturels

La synthèse de l'analyse des effets du projet conduit le maître d'ouvrage à proposer des mesures de suppression ou de réduction des impacts ou, le cas échéant, des mesures de compensation des impacts résiduels. Dans tous les cas, les mesures de suppression ou de réduction des impacts sont préférables aux mesures de compensation. Les mesures sont proportionnées aux impacts identifiés.

Mesures de suppression des impacts

Des mesures telles que le changement de site d'implantation des éoliennes, le choix de la période des travaux, le déplacement d'une éolienne, l'enfouissement du réseau électrique ou le changement de chemins d'accès peuvent supprimer un impact bien défini et localisé. Elles sont examinées en fonction du choix du site.

Mesures de réduction des impacts

La réduction significative de certains impacts peut être obtenue par des aménagements ciblés. Dans tous les cas, il est impératif de respecter la structure des milieux en place avant le projet ainsi que leur fonctionnement écologique. Ainsi, la création de linéaires arbustifs ou arborescents doit être cohérente avec les réseaux existants : par exemple, on ne créera de nouvelles haies que si elles sont déjà présentes dans le paysage environnant.

Les mesures suivantes peuvent être citées à titre d'exemple :

- la planification du chantier en fonction du calendrier des espèces ;
- le balisage et la protection des stations de plantes protégées lors de la phase de chantier¹⁹ ;
- le suivi du chantier par un expert écologue ;
- la remise en état de la zone de travaux après le chantier (évacuation des matériaux de chantier, décompactage des merlons, évacuation des déchets) ;
- la réduction des aires de levage des éoliennes au minimum ;
- le positionnement des éoliennes parallèlement aux voies de déplacement de l'avifaune ;
- la création de haies basses et de bandes enherbées le long des chemins d'accès ;
- l'adaptation du fonctionnement des éoliennes aux enjeux décelés.

Mesures de compensation des impacts

Après réduction et suppression des effets dommageables, il revient au maître d'ouvrage de proposer des mesures visant à compenser les éventuels impacts résiduels notables du parc éolien sur le milieu naturel. Il s'agit de mesures « en dernier ressort », les efforts devant se porter en priorité sur les mesures de suppression à la source et de réduction.

Ces mesures peuvent concerner un autre lieu que le site éolien, et doivent dans la mesure du possible être mises en œuvre avant la survenance de l'impact résiduel. Ces mesures doivent être techniquement et économiquement réalisables. Elles doivent être proportionnées aux impacts résiduels.

A titre d'exemples, peuvent être cités :

- la gestion conservatoire de milieux naturels menacés ;
- la réhabilitation de mares ;
- l'aménagement de gîtes pour les chauves-souris ;

L'aide au fonctionnement de structures locales (agricole, associative, touristique...) constitue une mesure d'accompagnement.



L'ensemble de ces mesures doit faire l'objet d'une concertation entre le maître d'ouvrage, les experts concernés, les services de l'État, la commune et les utilisateurs du site (agriculteurs, chasseurs, naturalistes...).

Exemple de mesure compensatoire : création d'une mare et introduction d'espèces aquatiques

¹⁹ Il existe à ce sujet une norme suisse SN 640577b du 1^{er} mars 2003.

4.2.6 Suivi écologique

Caractéristiques générales du suivi écologique

Le suivi est à la charge du maître d'ouvrage du projet éolien. Il peut être engagé dans le cadre des mesures d'accompagnement lorsque l'étude d'impact a mis en évidence un risque d'impact important ou a présenté des limites dans l'appréciation des impacts. Le suivi doit répondre au principe de proportionnalité, c'est-à-dire être en relation avec les enjeux environnementaux propres au site. Il n'est donc pas à systématiser.

Pour réaliser le suivi, il est important d'utiliser des protocoles standardisés permettant la comparaison de résultats sur un même ou plusieurs parcs éoliens. Le suivi peut par ailleurs être mutualisé à plusieurs parcs éoliens proches.

Un comité de suivi local peut réunir annuellement le porteur de projet, l'administration (DREAL) et l'ingénieur écologue en charge du suivi, ainsi que les acteurs concernés par le parc éolien (collectivités, administrations, financeurs, partenaires scientifiques, associations). Les résultats du suivi sont remis aux autorités compétentes afin de déterminer la nécessité de poursuivre les études ou d'engager des mesures correctrices²⁰. La communication et la valorisation large des résultats permettent l'amélioration des projets futurs.

La réalisation du suivi écologique pour les parcs éoliens terrestres est présentée au chapitre 5.

Le principe BACI et le choix de la méthode

Les études de suivi doivent être réalisées selon le principe BACI (contrôle des impacts par comparaison avec l'état initial), ce qui signifie que les recensements annuels doivent se dérouler dans les mêmes conditions que lors des études préalables à l'implantation (mêmes points d'écoute ou d'observation, aux mêmes périodes d'observation), afin que les données obtenues soient comparables avec celles des années précédentes²¹. Des critères d'évaluation objectifs (nombre d'espèces présentes, flux migratoires, valeurs EPS/IPA²², distances minimales vis-à-vis d'une éolienne, etc.) permettent la comparaison des résultats d'une année sur l'autre.

Le choix de la méthode de suivi doit s'inspirer des bonnes pratiques en la matière. La littérature internationale s'étoffe progressivement (voir ANNEXE 11 ainsi que les références bibliographiques mentionnées dans les FICHES TECHNIQUES²³). Le Programme national « éolien-biodiversité »²⁴ propose également des retours d'expérience et des méthodes standardisées.

Il est essentiel **d'anticiper très en amont chaque suivi post-implantation, et de s'assurer que l'état initial est complet** pour une comparaison pertinente entre les situations pré et post-implantation. Par exemple, un suivi post-implantation des impacts du parc éolien sur la reproduction des rapaces nicheurs n'apportera que des résultats superflus si, lors de l'état initial, les localisations des aires de reproduction, d'alimentation et les voies de transit n'ont pas été déterminées de façon précise. Il peut être également judicieux de mener le suivi sur un site témoin en parallèle du site éolien.

La réalisation du suivi

Le choix de la durée du suivi et son organisation dépendent du ou des thèmes étudiés, des cycles biologiques, de l'amplitude des facteurs environnementaux susceptibles de faire évoluer la dynamique des populations, etc. D'une manière générale, une durée de 3 à 5 ans est suffisante pour révéler des tendances significatives. La durée totale de suivi peut être échelonnée dans le temps : par exemple un suivi d'une durée de 3 ans peut être réalisé sur 5 ans (T+1, T+3, T+5). Des suivis ponctuels, menés tous les 3 ou 5 ans permettent d'apprécier les tendances d'évolution des impacts sur le long terme, par exemple l'accoutumance progressive des comportements.

²⁰ Il ne s'agit pas d'une obligation réglementaire.

²¹ L'accès à toutes les informations relatives à la méthodologie utilisée lors de l'analyse de l'état initial (points d'observation, date, heures, durées des suivis, données climatiques,...), et à toutes les données brutes recueillies est essentiel pour adapter le suivi post-implantation, et établir des comparaisons spatio-temporelles pertinentes.

²² EPS : Echantillon Ponctuel Simple ; IPA : Indice Ponctuel d'Abondance (utilisés par des protocoles standardisés), voir chapitre 5.

²³ Les fiches techniques sont disponibles sur le site : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Energie-et-Climat,123-.html>

²⁴ <http://eolien-biodiversite.com>

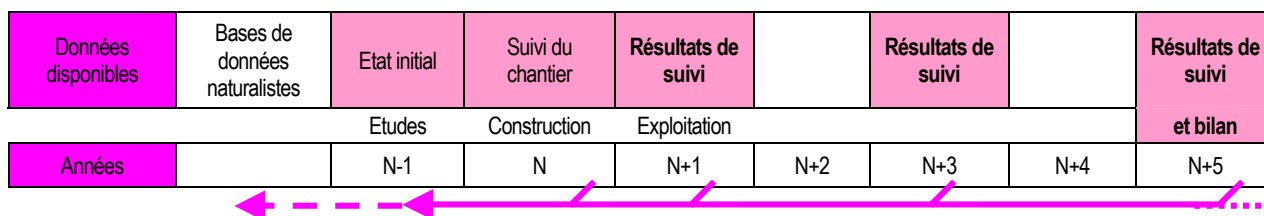


Figure 17 - Exemple de suivi d'un parc éolien

Les données recueillies au cours des visites de terrain doivent être traitées avec des outils statistiques et cartographiques (SIG). Les résultats et leurs interprétations sont présentés pour chacun des domaines du suivi sous forme de synthèses cartographiques établies sur support SIG, qui sont ainsi exploitables lors du bilan annuel, mais aussi a posteriori pour établir des comparaisons suite à plusieurs années de recueil de données. Les résultats sont alors triés selon différents critères comme les espèces, le climat, le cycle biologique, les secteurs géographiques, etc.

Le cas particulier du suivi de chantier

Le suivi de chantier vise à limiter les risques d'impact sur la faune sauvage. Il présente par exemple un intérêt en lorsque les travaux les plus importants ne peuvent éviter la période de reproduction des espèces les plus sensibles ou lorsque les délais entre l'analyse de l'état initial et le début de travaux sont très longs et qu'une évolution de la situation initiale est pressentie.

Le suivi doit idéalement débuter avant les travaux, avec le repérage des points sensibles identifiés lors de l'état initial (lieux de nidification, stations d'espèces protégées, etc.) et l'organisation des différentes étapes des travaux en collaboration avec l'équipe de chantier. Le suivi est facilité par le balisage des espèces (végétales) sur le site. Il se prolonge par des visites régulières et fait l'objet d'un compte-rendu.

A RETENIR

Les études de terrain doivent couvrir un cycle biologique complet.

Le cadrage préalable détermine les aires d'étude et les études spécialisées à mener. Pour certains thèmes, une analyse bibliographique est suffisante.

L'analyse de l'état initial est fondée sur un échantillon de visites de terrain représentatif de la phénologie des espèces et de la diversité des conditions environnementales.

La sélection du site, l'agencement général des éoliennes, leur nombre et leur type, le tracé des chemins d'accès et la localisation du poste de livraison déterminent les partis d'aménagement de moindre impact sur les milieux naturels.

Il convient de privilégier les mesures de suppression et de réduction qui respectent le fonctionnement écologique des milieux et de n'engager les mesures compensatoires qu'en dernier ressort.

5 ETUDE DES MILIEUX NATURELS

- parcs éoliens terrestres -

Ce chapitre présente le contenu des études écologiques pour les parcs terrestres et les méthodes recommandées pour l'étude de la végétation, des oiseaux, des chauves-souris et de la faune terrestre et aquatique. Une dernière partie détaille les modalités et l'intérêt d'un suivi écologique.

5.1 Etude de la végétation

L'analyse de l'état initial ne prétend pas à l'exhaustivité mais, par l'étude des habitats et de la flore, se donne pour objectif de comprendre et caractériser le fonctionnement écologique du site. La méthode à mettre en œuvre est définie lors du cadrage préalable : si certains milieux ne requièrent qu'une étude légère, d'autres (pelouses sèches par exemple) nécessitent une analyse plus approfondie du fait de leur caractère plus sensible.

5.1.1 Cadrage préalable

Le cadrage préalable établit un calendrier des investigations en fonction des sensibilités floristiques attendues. Ce calendrier est élaboré sur la base :

- d'une première analyse bibliographique qui permet d'identifier les habitats et les espèces à valeur patrimoniale susceptibles d'être présents dans l'aire d'étude ;
- de l'analyse des cartes existantes (topographique, géologique, etc.) afin de préciser les conditions écologiques dans lesquelles s'inscrit la zone d'étude, son contexte biogéographique et par conséquent les formations végétales qui lui seront potentiellement associées ;
- d'un travail de photo-interprétation à partir de photographie aérienne du territoire, pour ébaucher la cartographie des structures végétales.

5.1.2 Méthodes d'analyse de l'état initial

Les habitats et la flore protégée, patrimoniale ou caractéristique rencontrés lors des prospections sur le terrain font l'objet d'une description et d'une cartographie.

Il existe plusieurs méthodes d'inventaire : étude de placettes réparties sur un carroyage, étude de transects linéaires, étude de zones de végétation homogène. Cette dernière technique, aussi appelée **méthode de l'aire minimale** permet de connaître rapidement la composition floristique d'un milieu et de fournir une liste d'espèces caractéristiques (et compagnes) des habitats présents. La technique consiste à inventorier une surface dont la grandeur est fonction du type d'habitat.

Type d'habitat	Surface ou linéaire d'inventaire
Communautés de bryophytes, de lichens, de lentilles d'eau	< 1 m ²
Végétations fontinales, peuplements de petits joncs, zones piétinées, rochers et murs	< 5 m ²
Tourbières, marais à petits Carex, pâturages intensifs, pelouses pionnières, combes à neige	< 10 m ²
Prairies de fauche, pelouses maigres ou de montagne, landines à buissons nains, végétations aquatiques, roselières, megaphorbaies	10 à 25 m ²
Communautés de mauvaises herbes, végétations rudérales, végétations des éboulis, des coupes forestières, des bosquets	25 à 100 m ²
Strate herbacée des forêts	100 à 200 m ²
Strates ligneuses des forêts	100 à 1000 m ²
Ourllets et lisières herbacées	10 à 20 m
Végétations herbacées ripariales	10 à 50 m
Haies	30 à 50 m
Végétations des eaux courantes	30 à 100 m

Tableau 14 - Méthode de l'aire minimale (source : d'après Tela Botanica)

En présence d'un **habitat humide**, la méthodologie est définie par l'arrêté ministériel du 24 juin 2008 et la circulaire DGFAR du 25 juin 2008 relatifs à la délimitation des zones humides. Cet arrêté et notamment son annexe II, précise les espèces indicatrices et habitats caractéristiques des zones humides.

Lorsqu'une **espèce patrimoniale ou protégée** est identifiée, le nombre de stations ou de plants est localisé précisément. L'emploi d'un GPS portatif permet de reporter de manière fiable l'information sur les cartes et de repérer les contours des habitats jugés sensibles.

Les habitats naturels

La correspondance des habitats naturels présents sur le site avec la **nomenclature CORINE Biotope**²⁵ est réalisée. La transcription en codes Natura 2000 est précisée, afin de déterminer les habitats d'intérêt communautaire.

Selon le type de milieu, il convient de descendre plus ou moins finement dans le niveau de détermination des habitats. A titre d'exemple, pour les habitats fortement anthropiques on utilise CORINE Biotope niveau 3²⁶, de même que pour les habitats intermédiaires (espace agricole extensif, milieu naturel, ZNIEFF de type II, présence d'habitats ou d'espèces des listes rouges, zones humides). En revanche, pour les habitats sensibles (dans ou à proximité d'un site Natura 2000, ZNIEFF de type I, présence d'espèce protégée, habitat d'intérêt communautaire) on utilisera la nomenclature CORINE Biotope 4.



Prairie du Bocage normand

5. Etude des milieux
naturels
-parcs terrestres-

Niveau 1	Niveau 2	Niveaux 3 et 4
1. Habitats littoraux et halophile	31 Landes et fruticées	
2. Milieux aquatiques non marins	32 Fruticées sclérophylles	
3. Landes, fruticées et prairies	33 Phryganes	38.1 Pâtures mésophiles
4. Forêts	34 Steppes et prairies calcaires sèches	38.11 Pâturages continus
5. Tourbières et marais	35 Prairies siliceuses sèches	38.12 Pâturages interrompus par des fossés
6. Rochers continentaux, éboulis et sables	36 Pelouses alpines et subalpines	38.13 Pâturages densément enherbés
8. Terres agricoles et paysages artificiels	37 Prairies humides et mégaphorbiaies	38.2 Prairies à fourrage des plaines
	38 Prairies mésophiles	38.21 Prairies atlantiques à fourrages
		38.22 Prairies des plaines médio-européennes à fourrage
		38.23 Prairies submontagnardes médio-europ. à fourrage
		38.3 Prairies à fourrage des montagnes

Tableau 15 - Nomenclature CORINE Biotope : exemple des prairies mésophiles

²⁵ CORINE Biotope est une nomenclature européenne définissant en 6 niveaux hiérarchiques les habitats naturels français depuis les grands paysages naturels (niveau 1) jusqu'aux associations végétales (niveau 6). Chaque habitat y possède un nom et un code.

²⁶ Une attention particulière doit toutefois être portée aux espèces messicoles.

La flore

Pour la flore, il convient d'établir une liste des taxons végétaux recensés lors des inventaires dans l'aire d'étude. La liste des espèces recensées sera fournie en annexe de l'étude d'impact, dans un tableau de relevés floristiques. Pour chacune, il est nécessaire de préciser ses statuts de protection, de rareté et de menace. A cet effet, il est conseillé consulter les listes départementales, régionales, nationales et communautaires et de se reporter à la répartition en France et dans la région concernée de l'espèce observée sur le terrain.

Famille	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protection	Ecologie	Aire de répartition
Rosacée	<i>Rosa canina</i>	Eglantier	-	Ubiquiste des régions de plaine et de montagne	Toute la France et Corse
Liliacée	<i>Gagea bohemica</i>	Gagée de Bohême	Nationale I	Pelouses xérophiles, dalles rocheuses	Quart Sud-Est de la France, département du Nord et Pays-de-Loire

Tableau 16 - Exemple de présentation des données sur la flore

Synthèse et évaluation des sensibilités vis à vis d'un projet éolien

Sur la base des résultats des inventaires, une **cartographie des habitats et de la flore patrimoniale** est établie, accompagnée d'une **fiche descriptive par habitat** (superficie de l'habitat, rapport entre l'habitat et l'aire d'étude, caractéristiques écologiques de l'habitat, cortège floristique, lien avec les autres habitats recensés, etc.). Cette cartographie est présentée sur fond de photographie aérienne.

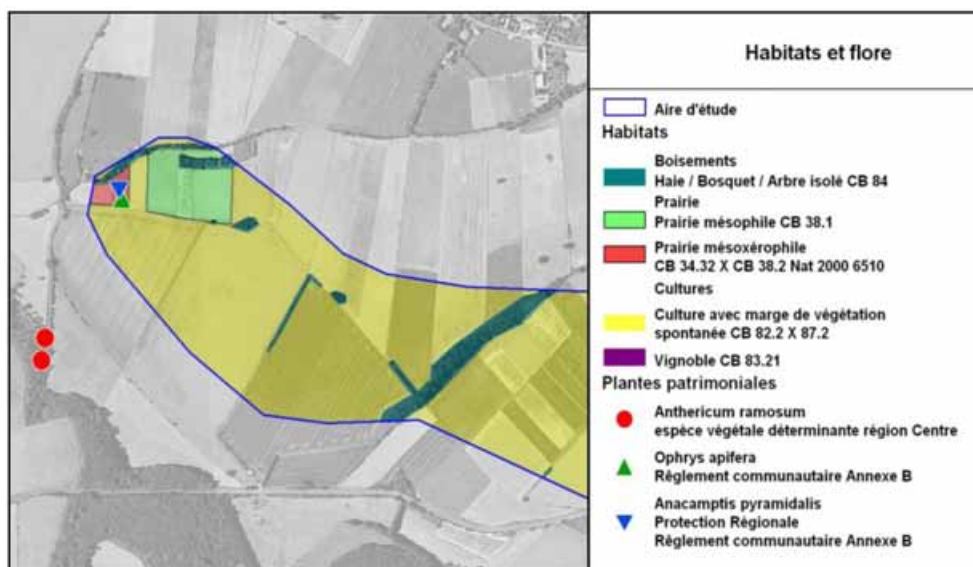


Figure 18 - Exemple de cartographie des habitats naturels (source : Corieaulys)

La **bio-évaluation** consiste en une analyse scientifique de la sensibilité et de la vulnérabilité des espèces et habitats concernés par le projet. Elle est établie en comparant les informations recueillies sur le site (importance des populations, fragmentation, tendances évolutives des habitats,...) avec les données générales sur un référentiel géographique.

Cette bio-évaluation doit respecter les principes suivants :

- considérer la rareté d'une espèce ou d'un habitat dans un référentiel géographique et caractériser cette notion de rareté (critères biogéographiques, nombre de stations connues, importance numérique des populations) ;
- mentionner l'état de conservation et les tendances évolutives de l'espèce ou de l'habitat concerné ;

- distinguer diversité écologique et valeur patrimoniale : un habitat qui n'est ni rare ni n'accueille d'espèce sensible peut présenter en revanche un excellent fonctionnement écologique et constituer ainsi un d'habitat à forte valeur écologique ;
- connaître les réactions des milieux et espèces aux agressions extérieures et les croiser avec l'ampleur du projet et ses effets potentiels.

Plusieurs méthodes sont utilisables pour cette bio-évaluation. Les FICHES TECHNIQUES²⁷ présentent une méthode d'analyse de la sensibilité des habitats et de la flore.

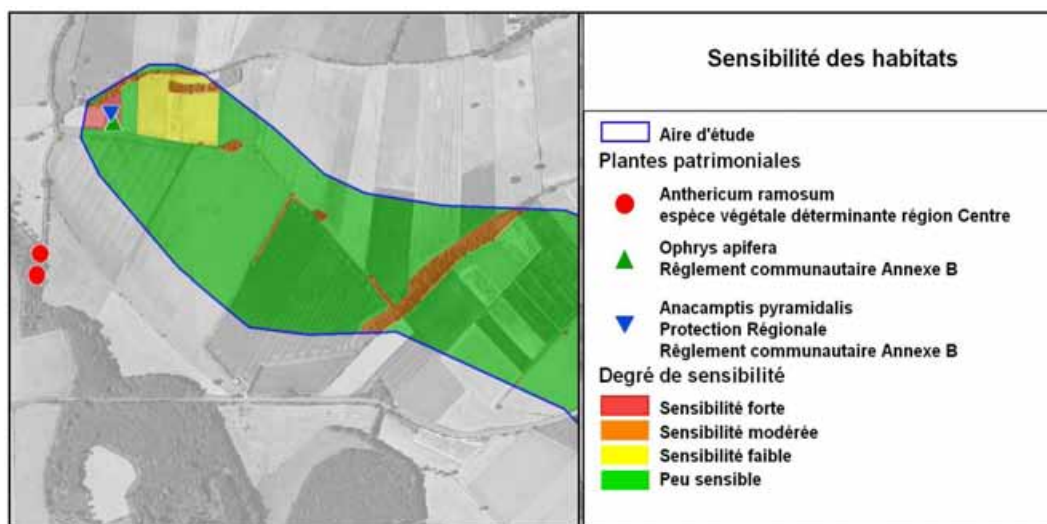


Figure 19 - Carte de sensibilité des habitats (source : Corieaulys)

5.1.3 Evaluation des impacts

Les **effets** d'un parc éolien sur les habitats et la flore peuvent être variés :

- dépôt de poussières lors des travaux ;
- emprise, consommation de surface ;
- défrichement (voir FICHES TECHNIQUES), coupe d'arbre isolé ;
- modification des habitats ;
- piétinements des habitats alentours (travaux, promeneurs) et sur-fréquentation des milieux ;
- risques accrus d'incendie ;
- apport d'espèces exogènes invasives ;
- destruction d'espèces protégée (dans ce cas, une demande de dérogation de destruction d'espèce protégée doit être élaborée – voir FICHES TECHNIQUES) ;
- atteinte à stations d'espèces patrimoniales et/ou déterminantes.

La traduction en **impacts** de ces effets dépend du contexte écologique local et des caractéristiques techniques du projet. L'analyse proportionnée des impacts du parc éolien sur les habitats et la flore se réalise par la confrontation de la sensibilité des habitats avec les données sur les milieux naturels alentours, les données concernant les espèces patrimoniales et les caractéristiques techniques du projet.

A titre d'exemple, une consommation de 100 m² de pelouse sèche lorsqu'elle appartient à un ensemble de plusieurs milliers de mètres carrés dans une région où cet habitat est courant, n'aura pas le même impact que si cette consommation concerne une pelouse sèche isolée de quelques centaines de mètres carrés. De même, la destruction d'une station d'espèce protégée n'aura pas le même impact si cette espèce présente de multiples stations dans un environnement proche ou si la station affectée est la seule connue dans ce secteur. Une telle destruction demeure toutefois peu envisageable et doit donner lieu, le cas échéant, à une procédure spécifique.

²⁷ Les fiches techniques sont disponibles sur le site : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Energie-et-Climat,123-.html>

5.1.4 Définition des mesures

Parmi les mesures envisageables pour supprimer, réduire et/ou compenser les effets d'un parc éolien sur les habitats et la flore, peuvent être citées :

- l'évitement dès la conception du projet des habitats et espèces sensibles. C'est le facteur principal qui permet de supprimer la majorité des incidences sur la végétation. Les habitats naturels²⁸ d'intérêt communautaire sont à éviter dans la mesure du possible. En effet, ces habitats (et a fortiori les habitats prioritaires), accueillent potentiellement une ou plusieurs espèces végétales ou animales protégées ;
- le maintien des plates-formes de grutage et de levage autour desquelles un nouvel équilibre biologique s'installera (l'exploitation des parcs peut conduire régulièrement à des interventions à l'aide de grues, la préparation successive de plates-formes dédiées multiplie alors les atteintes au milieu naturel) ;
- le balisage des espèces sensibles avant les travaux et le suivi écologique du chantier ;
- l'ouverture des milieux pour favoriser les espèces des milieux ouverts (si la zone est concernée par une dynamique de fermeture des milieux entraînant une diminution de la biodiversité) ;
- l'absence d'apports de terre végétale extérieure au site contenant des espèces invasives, et la réutilisation de la terre végétale extraite du chantier.

5.2 Etude des oiseaux

En raison de sa mobilité et de son omniprésence dans les espaces naturels, l'avifaune est l'un des groupes les plus sensibles aux effets de l'installation d'un parc éolien.

Selon les espèces, les effets sur les oiseaux sont de deux types :

- la mortalité directe par collision avec les pales d'éoliennes ;
- les perturbations et dérangements, qui se traduisent par un « effet barrière », un éloignement voire parfois dans les situations critiques une perte d'habitats.

La collision apparaît comme l'impact prépondérant, alors qu'elle est en réalité souvent ponctuelle et liée à des situations climatiques particulières. En revanche une perte d'habitat, qui présente un caractère permanent, constitue un enjeu plus fort en terme de dynamique des populations et donc de conservation des espèces.

S'il convient d'être prudent pour certains cas particuliers, les espèces d'oiseaux sensibles aux éoliennes se répartissent globalement en deux catégories :

- les espèces peu sensibles au dérangement, qui exploitent facilement le secteur des éoliennes et sont donc davantage concernées par le risque de collision. Il s'agit des rapaces, des laridés, etc. ;
- les espèces plus farouches qui gardent leurs distances vis-à-vis d'un parc éolien et réduisent ainsi le risque de collision mais augmentent celui de la perte d'habitat. C'est le cas des oies, pigeons, échassiers, oiseaux d'eau, etc.

L'étude de l'avifaune préalable à l'implantation d'un parc éolien s'intéresse d'une part, aux populations d'espèces d'oiseaux présentes ou utilisant le site, et d'autre part, au comportement de ces oiseaux et en particulier à leurs voies de déplacement, leur hauteur de vol. De façon générale, si le site éolien a été sélectionné en évitant les zones sensibles pour l'avifaune, et si les éoliennes ont été agencées en prenant en compte les sensibilités locales, l'implantation d'un parc éolien ne constitue pas une menace forte pour les oiseaux.

²⁸ Les habitats ne bénéficient pas d'une protection réglementaire.

Le risque de collision

Les chiffres de mortalité des oiseaux due à des collision avec les éoliennes diffèrent pour chaque site éolien, cependant les évaluations réalisées à l'étranger comptabilisent entre 0 et 50 oiseaux par éolienne et par an²⁹, les taux variant généralement entre 0 et 10 oiseaux par éolienne et par an. Il faut reconnaître une forte variabilité des résultats, avec des possibilités de taux de mortalité élevés pour des parcs installés sur des sites fréquentés par des espèces sensibles et en forte densité (vautours en Espagne, rapaces en Californiens, laridés en Vendée...) et/ou contenant un grand nombre d'éoliennes. Inversement, à l'échelle d'un parc, un faible taux de mortalité est parfois synonyme d'incidences écologiques notables, notamment pour les espèces en péril localement, à forte valeur patrimoniale ou pour les espèces de grande taille à maturité lente et à faible productivité annuelle telles que les rapaces³⁰. La mortalité liée aux éoliennes reste globalement faible au regard des autres activités humaines. Le tableau ci-dessous présente, en l'absence d'étude exhaustive ou de synthèse exploitable à l'échelle de la France, un ordre de grandeur extrapolé des causes de mortalité aviaire, à partir d'études en France et à l'étranger³¹.

Cause de mortalité	Commentaires
Ligne électrique haute tension (> 63 kV)	80 à 120 oiseaux/km/an (en zone sensible) ; réseau aérien de 100 000 km
Ligne moyenne tension (20 à 63 kV)	40 à 100 oiseaux/km/an (en zone sensible) ; réseau aérien de 460 000 km
Autoroute, route	Autoroute : 30 à 100 oiseaux/km/an ; réseau terrestre de 10 000 km
Chasse (et braconnage)	Plusieurs millions d'oiseaux chaque année
Agriculture	Evolution des pratiques agricoles, pesticides, drainage des zones humides.
Urbanisation	Collision avec les bâtiments (baies vitrées), les tours et les émetteurs.
Eoliennes	0 à 10 oiseaux / éolienne / an ; 2456 éoliennes en 2008, environ 10000 en 2020

Tableau 17 - Mortalité des oiseaux et activités humaines (source : à partir de données LPO, AMBE)

Plusieurs facteurs principaux jouent sur le risque de collision. Il s'agit de la densité des oiseaux qui fréquentent le site éolien³², des caractéristiques du site éolien (topographie, végétation, habitats, ou encore exposition favorisent certaines voies de passages, l'utilisation d'ascendances thermiques, ou la réduction des hauteurs de vols)³³, des conditions météorologiques défavorables (brouillard, brumes, plafond nuageux bas, vent fort, etc.), de la densité des éoliennes ou de leur implantation dans des zones d'ascendance thermique.

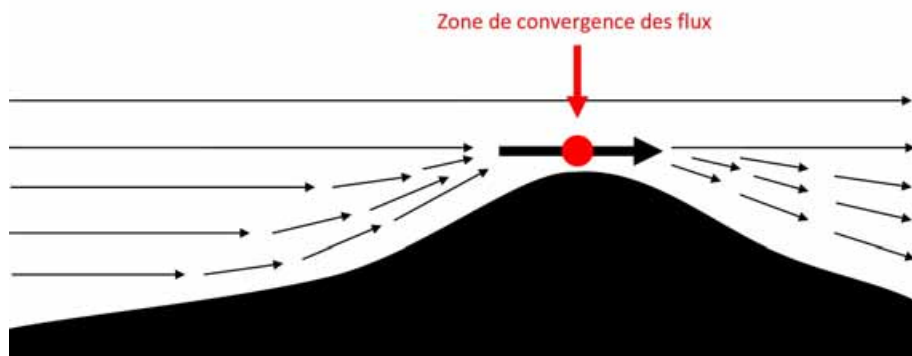


Figure 20 - Concentration altimétrique des passages migratoires lors des franchissements de reliefs (source : d'après GREET ing.)

Les collisions avec les pales d'éoliennes peuvent être soit régulières tout au long de l'année, dans le cas d'un site exploité par une espèce sensible sur l'ensemble de son cycle biologique, soit saisonnières (lors de migrations actives par exemple) ou encore ponctuelles (en raison de conditions climatiques exceptionnelles par exemple). Ce dernier cas suppose des vols migratoires de masse, nocturnes et anormalement proches du sol, lors de conditions météorologiques particulières (plafond nuageux bas, mauvaise visibilité, vent de face, etc.). Un balisage lumineux nocturne inapproprié pourrait favoriser les collisions (un cas relevé en Suède, pour des passereaux).

²⁹ HÖTTKER et al., 2006 (voir bibliographie).

³⁰ HÖTTKER, 2006.

³¹ La LPO s'est fondée sur une étude du National Wind Coordinating Committee (voir bibliographie), et l'AMBE a recensé sept études de cas (publication de RAEVEL P. et TOMBAL J-C., voir bibliographie).

³² EVERAERT (2003) a établi une relation directe entre le nombre d'oiseaux dans une région et les taux de collision.

³³ En zone de montagne par exemple, les migrateurs nocturnes volent plus bas, voire à la hauteur des éoliennes (RICHARDSON, 2000 ; EVANS, 2000 ; WILLIAMS & al., 2001).

Le risque de dérangement

Le risque de dérangement ou de perturbation revêt deux formes principales : la perte d'habitat et l'effet « barrière ».

La **perte d'habitat** résulte d'un comportement d'éloignement des oiseaux des éoliennes en raison soit du mouvement des pales ou de leurs ombres portées, soit des sources d'émissions sonores des éoliennes, qui pourraient parfois couvrir les chants territoriaux des mâles reproducteurs (par exemple les cailles³⁴). Cet éloignement varie, en l'état actuel des connaissances, de quelques dizaines de mètres du mât de l'éolienne en fonctionnement jusqu'à 400 ou 500m³⁵. Certains auteurs témoignent de distances maximales avoisinant les 800 mètres³⁶. De telles distances varient selon les espèces et la période du cycle biologique considérée.

Les animaux les plus sensibles sont les oiseaux nicheurs, mais la perte d'habitat affecte également la période d'hivernage, ou de haltes migratoires, en réduisant la disponibilité des zones de dortoirs ou d'alimentation. Les comportements sont variables selon les espèces : si les passereaux et certains rapaces ont peu de réactions d'évitement à l'approche des éoliennes, l'éloignement est fréquemment constaté pour les canards et limicoles.

Certaines espèces peuvent faire preuve d'accoutumance, en réduisant progressivement les distances d'éloignement³⁷. L'accoutumance pourrait ainsi s'étaler sur plusieurs années, et profiterait d'abord aux espèces sédentaires qui exploitent le secteur en permanence.

L'**effet « barrière »** est une variante des dérangements et perturbations dans la mesure où il concerne les oiseaux en vol. Il s'exprime généralement par des réactions de contournement en vol des éoliennes à des distances variables. Pour les grues, on a pu ainsi observer des distances d'évitement de l'ordre de 300 à 1000 m³⁸. Les anatidés et les pigeons sont également généralement assez sensibles à l'effet barrière, alors que les laridés et les passereaux le sont beaucoup moins. L'effet barrière est plus ou moins marqué selon les conditions de visibilité, le relief et la configuration du parc, qui permettent d'anticiper les réactions.

Ce comportement d'évitement présente l'avantage de réduire les risques de collision pour les espèces concernées. En revanche, il peut avoir des conséquences notables si l'obstacle ainsi créé fragmente un habitat en séparant par exemple une zone de reproduction d'une zone principale d'alimentation. Il est possible que certaines espèces développent une accoutumance progressive³⁹, mais les données sont encore lacunaires à ce sujet. L'effet barrière peut aussi générer une dépense énergétique supplémentaire lors de vols migratoires, lorsque le contournement prend des proportions importantes avec l'effet cumulatif de plusieurs obstacles successifs, ou lorsque pour diverses raisons (mouvements de panique, demi-tours, éclatement des groupes) la réaction est trop tardive à l'approche des éoliennes.



Rapace en vol à proximité d'une éolienne

Le **risque de dérangement en phase chantier** constitue un cas particulier. Les travaux de terrassement ou d'installation des éoliennes, s'ils ont lieu pendant la phase critique que constitue la reproduction, peuvent remettre en question son succès. En effet, durant cette période, les couvées et les jeunes sont vulnérables et les parents présentent une plus forte activité de déplacement. Il convient de rappeler cependant que les perturbations liées à la phase de travaux sont temporaires, et que leurs incidences dépendent là encore du niveau de sensibilité des espèces et des autres pressions anthropiques sur la zone.

³⁴ BERGEN, 2001 (voir bibliographie).

³⁵ HÖTTKER, 2006.

³⁶ PEDERSEN et POULSEN, 1991, cités par PERCIVAL, 2003.

³⁷ HINSCH, 1996.

³⁸ REICHEINBACH, 2002 et BRAUNEIS, 2000.

³⁹ PERCIVAL, 2003.

5.2.1 Cadrage préalable

L'analyse des paysages et des milieux est la « clé d'entrée » pour l'organisation des visites de terrain dédiées à l'avifaune. Une recherche bibliographique est recommandée à ce stade, ainsi qu'une première analyse de la sensibilité des milieux et des fonctionnalités écologiques. Le cadrage préalable vise à :

- supposer l'importance des activités migratoires sur le site afin de couvrir par les visites de terrain la diversité des comportements migratoires successifs ;
- apprécier une utilisation possible par des rapaces diurnes arboricoles, notamment les espèces sensibles ou remarquables, et les rapaces nicheurs au sol (par exemple les busards) ;
- supposer la présence d'espèces nocturnes sensibles, qui nécessite des visites nocturnes aux périodes de reproduction adaptées (fin d'hiver, début de printemps pour les rapaces nocturnes, plus tard pour les engoulevents et les œdicnèmes, etc.) ;
- localiser les zones de stationnement des migrants et les transits quotidiens d'hivernants (par exemple repérer les zones d'alimentation et de repos des vanneaux, pluviers, grues) ;
- localiser les zones humides susceptibles d'attirer des espèces aquatiques.

La consultation des associations naturalistes est utile pour obtenir des données historiques.

5.2.2 Méthodes d'analyse de l'état initial

Les prospections de terrain s'étendent sur un cycle biologique complet (sauf en période hivernale si le cadrage préalable n'en montre pas l'intérêt), de manière à pouvoir étudier les oiseaux nicheurs, les stationnements d'hivernants et les passages des migrants. Pour un projet ne présentant pas d'enjeu ornithologique majeur, une douzaine de visites de terrain par an suffisent en général. Ce nombre peut augmenter considérablement sur les sites à enjeux.

Les FICHES TECHNIQUES proposent une synthèse des principales investigations à envisager par grands types de milieux continentaux.

Afin de faciliter un éventuel suivi post-implantation, il convient de privilégier les méthodes d'étude standardisées, qui sont de deux types.

Les **méthodes absolues** (par exemple les plans quadrillés ou quadrats) sont les plus exhaustives. Elles nécessitent un investissement important en temps qui se justifie en présence d'espèces rares ou protégées ou de milieux remarquables. La méthode des plans quadrillés consiste à parcourir, tout au long d'une période, un terrain de quelques dizaines d'hectares et à cartographier précisément tous les contacts avec les oiseaux. Les méthodes absolues sont à employer en particulier lorsqu'un suivi post-implantation de type BACI est prévu.

Les **méthodes relatives** (par exemple les IPA ou Indices Ponctuels d'Abondance) apportent des résultats standardisés, donc comparables dans l'espace et dans le temps, mais avec une période d'investigation plus réduite. Ces méthodes sont plus simples à mettre en œuvre, mais ne visent pas particulièrement les espèces les plus remarquables ou les plus sensibles aux éoliennes. Elles présentent un intérêt sur des aires d'étude de grande taille.

La combinaison de ces deux méthodes est utile pour caractériser le fonctionnement de l'écosystème local et identifier des enjeux spécifiques liés à des espèces d'oiseaux sensibles.



Aire de Balbuzard pêcheur à 200 mètres d'une éolienne en Allemagne

Etude des migrations

La compréhension du phénomène migratoire est relativement complexe, car dépendant d'une multitude de facteurs tels que les conditions météorologiques, le relief, les sources de dérangements, etc. Dans le cadre des études relatives aux parcs éoliens, l'objectif est d'appréhender le fonctionnement local de la migration sur la base de quelques journées « test ». Les informations suivantes sont recherchées :

- la localisation des voies et micro-voies de passage ;
- les flux migratoires (nombre d'oiseaux par unité de temps) ;
- les hauteurs des vols ;
- les zones de haltes possibles, et notamment celles qui présentent des regroupements importants (œdicnèmes, vanneaux, pluviers, grues...) ;
- la diversité des comportements migratoires (par exemple l'utilisation des ascendances thermiques par les rapaces et grands voiliers, l'utilisation des combes et paravents naturels pour les passereaux, les voies de passage des oiseaux d'eau, les vols des groupes de pigeons, les haltes des vanneaux, etc.).

L'échantillon de visites doit idéalement comprendre des conditions météorologiques diversifiées (direction et vitesse du vent) incluant celles qui correspondent à un risque potentiel pour l'avifaune. Il doit couvrir les périodes de passages des différents groupes d'espèces (février à mai pour la migration pré-nuptiale, août à novembre pour la migration post-nuptiale). Ces périodes de visites doivent être définies sur la base du cadrage préalable.

L'observation directe de la migration (œil nu, jumelles, lunettes ornithologiques) est le principal moyen de qualifier le phénomène migratoire. Le choix des points d'observation est fonction du relief, de la position du soleil, du champ de vision et de la période de migration. Les points fixes qui offrent une visibilité lointaine sont à favoriser.

Les migrations nocturnes, même si elles peuvent concerner les deux tiers des effectifs migrants, présentent généralement moins de risque de collision car elles s'effectuent à des altitudes plus élevées que la hauteur des éoliennes. Des méthodes plus adaptées à ces migrations peuvent être envisagées le cas échéant.

L'utilisation de lunettes de vision nocturne ou de radars présente des coûts importants liés au matériel et à l'interprétation des données et n'est recommandée que dans certains cas :

- projets perpendiculaires à la migration, ou projets de très grande taille ;
- évaluation des flux migratoires nocturnes (notamment en zone de montagne pour envisager les risques de concentration des passages en fonction de l'altimétrie) ;
- proximité de zones de rassemblements importants (zones humides avec transits crépusculaires et nocturnes d'oiseaux d'eau).

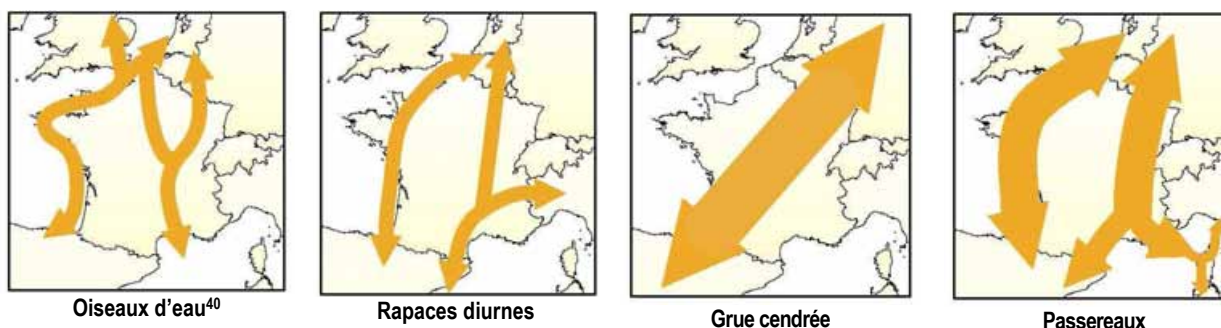


Figure 21 – Principales voies migratoires

⁴⁰ Voir également le site <http://www.migraction.net>

Etude de l'avifaune nicheuse

Le suivi de l'avifaune nicheuse a pour objectif d'apprécier l'importance du site comme zone de reproduction, d'alimentation, ou de transit pour les populations d'oiseaux.

Les protocoles standardisés IPA (Indice Ponctuel d'Abondance) ou STOC EPS (Suivi Temporel des Oiseaux Communs – Echantillon Ponctuel Simple), largement utilisés dans le cadre des études d'impacts de parcs éoliens, permettent la comparaison avec d'autres sites témoins. La technique des IPA semble particulièrement adaptée pour l'avifaune nicheuse. Elle consiste en un recensement ponctuel des oiseaux vus ou entendus en un point donné pendant une durée définie. Les points d'écoute doivent être répartis sur la zone d'implantation possible des éoliennes (aire d'étude rapprochée), c'est-à-dire à l'intérieur, à l'extérieur et en bordure de cette zone, et être représentatifs de la diversité des milieux rencontrés sur le site. La méthodologie STOC EPS est dérivée de la méthode des IPA. Elle permet de mettre en relation des oiseaux nicheurs avec les habitats naturels et de comparer les résultats obtenus avec l'ensemble de la France et de l'Europe. Enfin, pour obtenir des informations précises sur la densité des oiseaux nicheurs dans un secteur, des méthodes absolues sont appropriées.

Les méthodes ci-dessus sont pertinentes pour l'étude des passereaux nicheurs et communs, mais le sont beaucoup moins pour d'autres espèces plus mobiles (risque de double comptage) et/ou non chanteuses. C'est notamment le cas des rapaces ou des oiseaux d'eau qui sont des familles particulièrement sensibles à la présence d'éoliennes. Des investigations complémentaires sont alors nécessaires.

Etude de l'avifaune hivernante

Il est nécessaire de réaliser une étude de l'avifaune hivernante en cas de proximité du site éolien par rapport aux zones d'hivernage connues, par exemple lorsqu'il est proche de zones humides, de dortoirs, ou en plaine et plateau largement ouverts fréquentés par les cortèges d'espèces nordiques. Il est conseillé de réaliser les investigations de décembre à janvier au cœur de la période d'hivernage. L'observation directe à partir de points stratégiques permet alors d'identifier les espèces présentes et d'évaluer la densité de fréquentation et l'utilisation de l'aire d'étude par ces espèces.

Synthèse

Après recueil des données brutes à l'aide de tableurs et de systèmes d'information géographique, le traitement cartographique et statistique permet la réalisation d'une ou plusieurs cartes de synthèse : elles présentent les voies de passages par familles d'espèces (rapaces diurnes, grues, passereaux, pigeons, oiseaux d'eau...) et l'importance du site pour les oiseaux (reproduction, alimentation, transit, etc.).

5.2.3 Evaluation des impacts

Les effets des parcs éoliens sur les oiseaux, bien que très variés (destruction d'habitats, mortalité, effet « barrière », dérangement...), ne se traduisent en impacts qu'à certaines conditions qui sont liées à :

- la configuration de la zone d'étude et les modalités d'occupation par l'avifaune ;
- la sensibilité des espèces ;
- l'existence d'autres contraintes environnementales (autres infrastructures aériennes à proximité, conditions météorologiques, pressions diverses...) ;
- aux caractéristiques du ou des parc(s) éolien(s).

La méthode pour apprécier ces risques d'impacts consiste à confronter les enjeux de l'état initial avec les caractéristiques du (des) projet(s) éolien(s) et la sensibilité des espèces concernées. Les impacts cumulés avec d'autres parcs éoliens ou autres types d'aménagement susceptibles d'avoir un effet sur les oiseaux sont également étudiés.

L'utilisation d'un système d'information géographique permet une analyse par stade phénologique car les risques d'impact évoluent pour l'avifaune au cours des différentes phases d'un cycle biologique, ou une analyse pour différentes variantes du projet.

De la précision de cette analyse des risques d'impacts (superficie d'habitat impactée, distance de dérangement, périodes à risques pour les collisions, population concernée...) dépendent l'efficacité, la proportionnalité et la pertinence des mesures pour supprimer, réduire ou compenser. Les impacts prévisibles, une fois quantifiés, localisés et hiérarchisés, doivent ensuite être confrontés aux autres résultats de l'étude écologique.

5.2.4 Définition des mesures

Parmi les principales mesures envisageables pour supprimer, réduire ou compenser les impacts d'un projet éolien sur l'avifaune peuvent être cités les quelques exemples suivants qui ne constituent pas une liste exhaustive. Il convient de s'assurer de la faisabilité des mesures proposées et de leur proportionnalité vis-à-vis du projet éolien :

- **le choix du site** : c'est le facteur principal qui permet de réduire ou de supprimer la majorité des incidences sur les milieux naturels donc sur les oiseaux ;
- **le positionnement des éoliennes** afin d'éviter les effets de barrière ou d'entonnoir. Une orientation des parcs parallèle aux axes migratoires réduit efficacement les effets négatifs sur l'avifaune migratrice. L'aménagement d'un espace inter-éolien plus large que les autres au sein d'une ligne d'éoliennes peut parfois être envisagé pour limiter l'effet barrière, ou le risque de collision. Cependant, les retours d'expériences sont lacunaires à ce propos. Les transits quotidiens d'oiseaux entre les zones de repos, de reproduction et d'alimentation doivent également être pris en compte et intégrés à la conception du projet. Il en va de même pour les caractéristiques aérologiques du site et l'utilisation de courants ascendants par les oiseaux planeurs, ou encore pour les corridors biologiques de déplacements (lisières de bois, haies...) ;
- **le choix de la période de travaux** et la planification du chantier en fonction du calendrier des espèces, en particulier en dehors des périodes de reproduction des espèces locales les plus sensibles. Les restrictions de périodes de travaux doivent être déterminées en fonction de la phénologie des espèces concernées et des opérations qui présentent le plus d'impacts (par exemple les terrassements ou les excavations) ;
- **le suivi du chantier** : ce suivi ornithologique est plutôt simple à mettre en place et efficace pour limiter les dérangements et les perturbations en période de reproduction. Lorsque le délai a été important entre la réalisation de l'étude et le début des travaux, ce suivi permet de prendre en compte l'évolution de la situation initiale des populations nicheuses. Il nécessite d'être organisé en amont et doit faire l'objet d'une concertation ;
- **la création d'un habitat de substitution** avec, par exemple, la reconstitution d'un réseau de haies, la création d'une réserve foncière à l'écart du parc éolien pour le maintien de jachères à faune sauvage, etc. De telles mesures doivent être en relation avec des impacts résiduels importants identifiés et n'être proposées que lorsque tous les efforts pour supprimer et réduire les impacts ont été faits.

Les suivis post implantation ciblés, des actions de protection des nichées de busards, la sensibilisation des agriculteurs, l'encouragement à la plantation de haies peuvent par exemple constituer des **mesures d'accompagnement**.

L'éclairage des mâts des éoliennes (hors balisage lumineux obligatoire) pour avertir les oiseaux est à proscrire, dans la mesure où les sources lumineuses ont généralement des effets pervers. Par temps de brume et de brouillard, elles attirent les oiseaux et augmentent ainsi le risque de collision (des cas de collisions massives ont été relevés). De même, le balisage de lignes électriques extérieures au parc éolien est susceptible de représenter un obstacle cumulé.

A RETENIR

L'étude de l'avifaune s'intéresse aux populations d'oiseaux présentes sur l'aire d'étude et à leurs comportements en vol et au sol.

Le cadrage préalable est la clé d'entrée pour l'organisation des visites de terrain ; il permet de cibler les espèces et leurs activités.

Afin de faciliter les suivis, il est recommandé d'utiliser des méthodes de prospection standardisées.

Lorsqu'une mesure d'atténuation ou de compensation des risques d'impact est proposée et retenue, il est important d'anticiper au plus tôt les modalités de sa réalisation et du suivi de son efficacité.

5.3 Etude des chauves-souris

La connaissance des impacts des éoliennes sur les chauves-souris est plus récente que celle des impacts sur les oiseaux. Le principal enjeu à envisager est le risque de mortalité. Les causes de mortalité des chauves-souris sont cependant multiples (pesticides et produits de traitement des charpentes, prédation, mortalité routière, etc.). A la différence des oiseaux, on sait désormais que les perturbations indirectes dues aux éoliennes (dérangements, effet « barrière » ou perte d'habitat)⁴¹ sont marginales.

Le vent joue un rôle important dans l'activité des chauves-souris. De manière générale, l'activité de ces animaux baisse significativement pour des vitesses de vent supérieures à 6m/s (le niveau d'activité se réduit alors de 95%). L'activité se concentre sur des périodes sans vent ou à des très faibles vitesses de vent.

L'expertise chiroptères doit accompagner le porteur de projet vers une implantation des éoliennes de moindre impact sur les populations locales et migratrices de chauves-souris, et, dans l'hypothèse d'impacts résiduels, vers la proposition de mesures adaptées.

La démarche consiste en une phase de recueil de données (documentaires et de terrain) puis en une phase d'analyse (enjeux, sensibilités, risques d'impacts), qui se concentre progressivement d'une zone géographique large vers une zone d'implantation précise. Chaque étape de l'expertise, par ses résultats, conditionne le déroulement de l'étape suivante et in fine, contribue au meilleur choix de l'implantation des éoliennes. Une fois la zone retenue, et un scénario d'implantation proposé, l'expertise met en évidence des risques d'impacts liés au projet et propose éventuellement des mesures.



Chauve-souris photographiée dans une cavité

En France, le *Guide de l'étude chiroptérologique dans le cadre d'un projet éolien* (à paraître) est issu d'une concertation entre la profession éolienne et les experts en chiroptères. Ce protocole prévoit une analyse en deux temps, avec un « pré-diagnostic » réalisé par une approche large, qui peut s'apparenter à un cadrage préalable, puis un diagnostic plus précis qui constitue une étude approfondie de l'état initial. Les méthodes fournies ci-après correspondent à ce protocole, dont la démarche générale est résumée dans le tableau ci-dessous, et auquel il conviendra de se reporter pour plus de précisions sur la démarche d'étude.

Étape	Cadrage préalable ou « pré-diagnostic »	Diagnostic	Choix de la variante	Choix du projet
Moyens	Recherche documentaire Prospection de gîtes ou points d'écoute si nécessaire	Prospection de gîtes Relevés acoustiques Relevé des habitats favorables	Evaluer les risques d'impacts sur la zone d'implantation Evaluer la sensibilité des espèces présentes, la confronter aux enjeux locaux	Evaluer les risques d'impact du projet proposé Confronter risques d'impact au projet retenu
Aire d'étude	Aire d'étude intermédiaire ou éloignée (10 à 30 km)	Aire d'étude rapprochée (200m à 2 km autour de l'implantation potentielle)		
Présentation des résultats	Carte des zones d'intérêt écologique Carte des enjeux liés aux chiroptères	Carte d'occupation du sol Carte du bâti à caractère favorable Liste des espèces et des activités mesurées Carte des répartitions des contacts	Tableau de synthèse des espèces présentes Carte de synthèse des niveaux de risque par secteurs	Analyse des risques liés à la variante proposée Proposition de mesures

Tableau 18 - Protocole pour l'étude des chiroptères

⁴¹ RAHMEL et BACH, 2004; BRINKMANN, 2004; HÖTTKER et al., 2005.

Les risques d'impact pour les chauves-souris

Les premiers cas de mortalité de chauves-souris ont été enregistrés à l'occasion des premiers suivis de la mortalité des oiseaux pour des parcs éoliens européens et américains⁴². Les raisons pour lesquelles les chauves-souris heurtent les éoliennes ne sont pas encore clairement établies. Il semblerait que la mortalité soit due selon les cas à des collisions directes avec les pales ou à des barotraumatismes⁴³, c'est à dire des lésions internes provoquées par des variations brutales de pression. Les espèces les plus touchées sont celles qui chassent en vol dans un espace dégagé, ou qui entreprennent à un moment donné de grands déplacements. On distingue ainsi :

- les espèces migratrices (noctules, sérotines de Nilsson et bicolore, Pipistrelle de Nathusius, Minioptère de Schreibers) ;
- les espèces qui chassent en plein ciel (noctules, sérotines, Molosse de Cestoni) ;
- certaines pipistrelles en particulier (genres *Pipistrellus* et *Hypsugo*).



Pipistrelle commune

Le tableau suivant présente, selon les connaissances actuelles, des espèces dont la mortalité par éoliennes a été prouvée (en France ou en Europe) et auxquelles il convient par conséquent de porter une attention particulière. Attention, toutes ces espèces ne sont pas concernées de la même manière : les bilans de mortalité sont en effet très variables comme le montre la figure 22.

Espèces sensibles aux éoliennes		
Nom vernaculaire	Nom scientifique	Statut en France
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Résident
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	Migrateur, Résident
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Migrateur, Résident
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	Migrateur, Résident
Sérotine bicolore	<i>Vespertilio murinus</i>	Migrateur, Résident supposé
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	Résident
Pipistrelle pygmée	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Migrateur, Résident
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Résident
Vespère de Savi	<i>Hypsugo savii</i>	Résident
Sérotine de Nilsson	<i>Eptesicus nilssonii</i>	Résident, Migrateur supposé
Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i>	Résident
Murin de Daubenton	<i>Myotis daubentonii</i>	Résident
Grand murin	<i>Myotis myotis</i>	Résident, Migrateur
Minioptère de Schreibers	<i>Miniopterus schreibersii</i>	Résident, Migrateur
Oreillard roux	<i>Plecotus auritus</i>	Résident
Molosse de Cestoni	<i>Tadarida teniotis</i>	Résident
Murin de Brandt	<i>Myotis brandtii</i>	Résident
Murin des marais	<i>Myotis dasycneme</i>	Résident rarissime, Migrateur
Grande noctule	<i>Nyctalus lasiopterus</i>	Migrateur, Résident

Tableau 19 - Statut biologique pour la France des espèces de chauves-souris sensibles aux éoliennes 2009 (source : SFEPM)

⁴² BACH, 1999; AHLEN, 2002; KEELEY, 2001; ERICKSON et al. 2002; TUTTLE, 2004.

⁴³ BAERWARLD, 2008.

Les gîtes de repos ou de reproduction, les corridors de déplacement et les milieux de chasse peuvent être détruits ou perturbés lors de la phase de travaux et des opérations de défrichage, d'excavation, de terrassement, de création de chemins d'accès, ou encore de pose de câblage.

Les autres facteurs d'impacts sur les chauves souris sont encore hypothétiques et nécessiteront une validation scientifique avant de pouvoir être considérés objectivement dans les études d'impact. Il s'agit de l'« effet barrière » sur les voies de déplacement des espèces résidentes, de l'attraction indirecte (non démontrée actuellement) par les insectes que chassent les chauves-souris, eux-mêmes attirés par la chaleur dégagée par la nacelle ou l'éclairage du site. Sont susceptibles d'être en cause la curiosité supposée des pipistrelles, la confusion possible des éoliennes avec les arbres⁴⁴ et l'utilisation des éoliennes lors de comportements de reproduction⁴⁵.

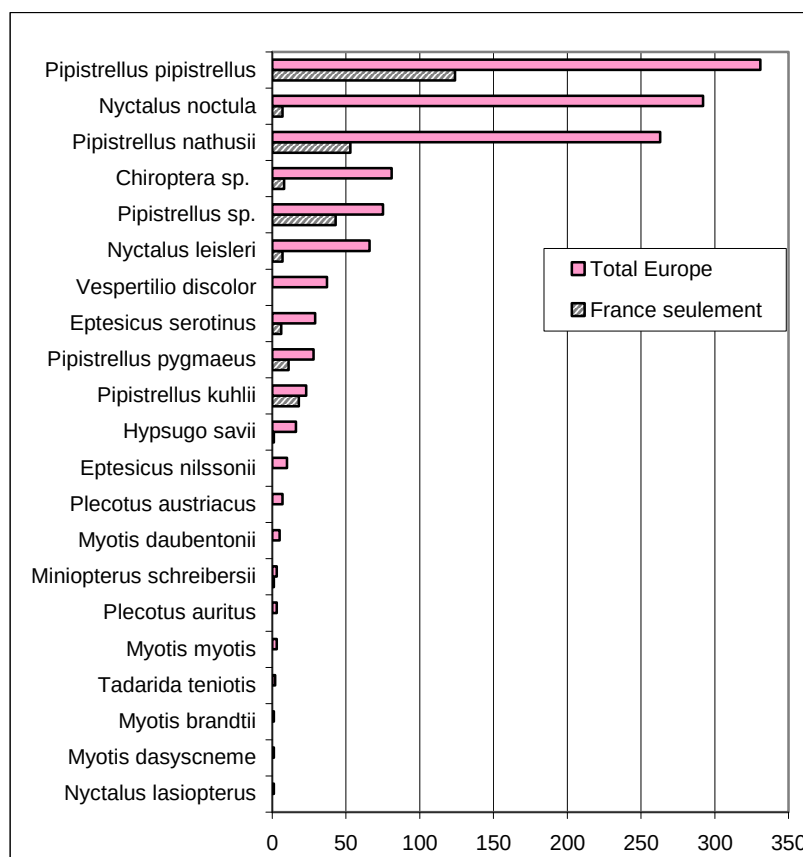


Figure 22 - Bilan des cas de mortalité de chauves-souris liés aux éoliennes en France et en Europe au 15 janvier 2009 (source : EUROBATS, T. Dürr, L. Rodrigues et SFEPM, 2009)

La figure ci-dessus a été établie par compilation des données disponibles en Europe sur les parcs éoliens. Les données complètes par pays figurent en ANNEXE 5.

⁴⁴ AHLEN, 2003.

⁴⁵ CRYAN, 2008.

5.3.1 Le cadrage préalable ou «pré-diagnostic»

La première étape consiste en la réalisation d'un « pré-diagnostic ». La recherche d'informations doit concerner un rayon d'au moins 10 à 20 kilomètres autour des sites d'implantation envisagés (ce qui correspond généralement à l'aire d'étude éloignée), pour prendre en compte les rayons d'action de la plupart des espèces, et en définitive centrer l'attention sur l'aire d'implantation potentielle ou aire d'étude rapprochée. Cette recherche peut s'étendre sur un rayon de 30 km si la présence du Minioptère de Schreibers est suspectée.

Le cadrage préalable ou «pré-diagnostic» vise trois objectifs :

- déterminer la fonction pressentie de la zone d'implantation potentielle des éoliennes (aire d'étude rapprochée) pour le peuplement régional de chiroptères ;
- déterminer la fonction pressentie de la zone d'implantation potentielle des éoliennes pour le peuplement de chauves-souris local ;
- déterminer s'il est nécessaire ou non de réaliser un diagnostic, et le cas échéant, la méthodologie à employer.

Pour établir le «pré-diagnostic», les données à recueillir sont :

- les photographies aériennes, cartes IGN et cartographie des habitats ;
- les cartes de répartition des espèces considérées ;
- les données de gîtes (par commune, faisant apparaître l'évolution des effectifs et les enjeux) ;
- les voies de migration des oiseaux, dans la mesure où elles peuvent renseigner aussi sur les voies suivies par les chauves-souris en migration active ;
- les données sur la migration des chauves-souris en Europe.

Il est recommandé de consulter des organismes susceptibles de détenir des données d'inventaire sur l'aire d'étude considérée, à savoir des associations naturalistes, des groupes régionaux de chiroptérologues ou encore d'autres bureaux d'étude ayant travaillé dans le secteur. Il est à noter que le BRGM dispose d'une base de données sur les cavités. Les clubs spéléologiques locaux peuvent également fournir des informations utiles.

L'analyse de ces données ainsi recueillies permet de faire état des principales colonies de reproduction et d'hibernation connues, d'envisager une liste d'espèces potentiellement présentes sur le site et d'évaluer les enjeux pour ces espèces au niveau local. La présence de zones naturelles reconnues pour leur intérêt pour les chauves-souris (ZNIEFF, arrêtés de biotope, ZSC...), permet d'identifier les listes d'espèces concernées et leur écologie.

Les différents milieux de la zone d'implantation et de sa périphérie immédiate (aire d'étude rapprochée) sont relevés afin d'évaluer le potentiel en gîtes arborés, en terrains de chasse et en corridors de déplacement. Ce relevé cartographique s'aide d'une photographie aérienne du site et éventuellement de la cartographie détaillée des habitats.

Si une absence d'enjeu est démontrée sur un secteur connu et déjà prospecté par des chiroptérologues (grande plaine de céréaliculture intensive par exemple), le «pré-diagnostic» est suffisant pour conclure sur l'absence de risques liés à l'implantation d'un projet éolien. Dans ce cas, un diagnostic ne s'avère pas nécessaire. La nature suffisante du «pré-diagnostic» doit toutefois être validée par un expert reconnu et par l'administration compétente (DREAL). Si la présence d'enjeux est démontrée, le diagnostic s'étend sur un **cycle biologique complet** afin de confirmer et préciser ces enjeux.

5.3.2 Analyse de l'état initial ou diagnostic

L'étude des chiroptères ou « diagnostic » est réalisée sur la zone d'implantation potentielle des éoliennes. Elle vise à préciser les espèces et secteurs de cette zone présentant un risque potentiel, et les modalités d'utilisation du site par les populations résidentes et migratrices, à l'aide de relevés acoustiques. La détection acoustique des chauves-souris nécessite des compétences spécifiques et des équipements adaptés.

Les expériences étrangères ont montré que la plupart des cas de mortalité de chauves-souris liés aux éoliennes survenaient en fin d'été et en automne et qu'il s'agissait fréquemment d'espèces migratrices⁴⁶. Plus récemment, il est apparu que les chauves-souris locales (sédentaires) étaient aussi affectées, notamment en période de reproduction et d'accouplement⁴⁷. Par conséquent les visites de terrain doivent être orientées à la fois sur les périodes de migrations (automne et printemps) et sur la période d'activité estivale. L'échantillon de visites doit être représentatif de la diversité des espèces, de leurs comportements et des conditions climatiques du site, sans toutefois prétendre à une représentation exhaustive.

Objectifs du diagnostic	Aire d'étude concernée	Moyens à mettre en oeuvre
Quantifier et qualifier l'activité des chauves-souris	Aire d'étude immédiate (jusqu'à 200m)	Ecoutes au sol selon un protocole technique précis
Recenser si nécessaire les gîtes accueillant les colonies situés à proximité	Aire d'étude rapprochée (jusqu'à 2km)	Visite des gîtes potentiels pour valider la présence de chauves-souris (1 à 2 j maximum)

Tableau 20 - Objectifs et moyens du diagnostic chiroptères

Le diagnostic se concentre sur le secteur concerné par le futur emplacement des éoliennes, sur lequel relevés acoustiques devront être représentatifs de tous les milieux identifiés. Si le terrain est vierge de connaissance, il est recommandé de prospecter jusqu'à environ 200 mètres à l'extérieur de la zone d'implantation potentielle des éoliennes. Le diagnostic met en évidence l'intérêt écologique de la zone d'implantation potentielle des éoliennes vis-à-vis des chiroptères et le type d'activité recensé sur chaque secteur.

Moyens d'investigation et méthodes

Parmi les outils disponibles pour apprécier l'activité des chauves-souris, on distingue :

- les outils de détection acoustiques : détection à ultrasons de type hétérodyne, à expansion de temps, ou par division de fréquences, réalisée par détecteurs manuels ou à enregistrement automatisé ;
- les outils d'investigations plus ciblés : optiques de vision nocturne, infrarouges ou thermiques, radars, captures au filet, radio-pistage, etc.

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées : points d'écoute, transects, enregistrements automatiques (au sol, ou depuis des structures aériennes, ballons à héliums, cerfs-volants). Dans tous les cas, il est important de relever les conditions météorologiques (température, vitesse du vent, couverture nuageuse, humidité), de détailler précisément la méthodologie et le matériel utilisés pour la récolte des données d'activité des chauves souris, ainsi que le nombre de contacts pour chaque espèce (cartographiés par catégorie et par secteur de la zone d'implantation potentielle).



Identification acoustique des chauves-souris

L'utilisation combinée de plusieurs types de méthodes et d'outils de terrain est pertinente. Au sol, les transects au détecteur à ultrasons manuel sont largement utilisés pour toutes les phases d'activités des chauves-souris. En hauteur, l'utilisation de détecteurs à ultrasons à enregistrement automatique fait

⁴⁶ ALCADÉ, 2003; AHLEN, 1997; AHLEN, 2002; JOHNSON et al. 2003; PETTERSONS, 1990.

⁴⁷ ARNETT et al. 2005; BRINKMANN et al. 2006; CRYAN, 2007; AHLEN et al. 2009; BEHR et al. 2009.

l'objet d'un intérêt croissant. L'utilisation du radar dans le cadre d'études sur les chiroptères est encore en phase d'expérimentation.

Vis-à-vis d'un projet éolien, les enjeux à considérer sont ceux relatifs aux espèces et aux activités de plein ciel pour lesquelles les risques de mortalité apparaissent les plus forts. Dans la mesure du possible des écoutes en hauteur sur un mât de mesures, une autre structure aérienne locale, ou à l'aide de ballons ou cerfs-volants sont réalisées. Pour les projets en secteur forestier, les espèces à étudier sont celles qui circulent au dessus de la canopée. Une attention toute particulière doit être portée en forêt feuillue, avec une pression de suivi plus forte, et l'utilisation de techniques telles que les d'optiques de vision nocturne, les enregistrements automatisés en hauteur ou les captures.

Présentation des résultats et synthèse

Les résultats du diagnostic sont de nature variée :

- **l'indice d'activité** pour chaque habitat ou chaque secteur d'étude est défini par le nombre de contacts par heure. Un contact correspond à une séquence acoustique que l'on peut attribuer à une chauve-souris. Lorsqu'une séquence sonore est continue et qu'une ou plusieurs chauves-souris restent chasser dans un secteur restreint à proximité de l'observateur, chaque tranche de cinq secondes est assimilée à un contact. Il s'agit en effet d'une mesure du niveau d'activité et pas strictement de l'abondance des chauves-souris ;
- **la diversité des espèces présentes**, et notamment la présence d'espèces rares et sensibles (selon le statut de protection ou de conservation et l'écologie de l'espèce considérée) ;
- **les voies de déplacement privilégiées** ;
- et tout indice susceptible de préciser les **modalités d'occupation du site** (cris sociaux, séquences de captures, signaux de plein ciel, etc.).

Pour chaque espèce, et pour chaque secteur de la zone, un niveau d'enjeu (fort, moyen, faible) est défini. En parallèle, la sensibilité de chaque espèce face aux éoliennes est mise en évidence, à l'aide des connaissances sur l'écologie de chaque espèce en lien avec la problématique éolienne (comportement de chasse, hauteur de vol, espèce migratrice, etc.) et des connaissances sur les impacts avérés.

Le croisement de ces deux informations (niveau d'enjeu et sensibilité) permet de qualifier le risque induit par un projet éolien sur la zone pour chaque espèce et chaque secteur. Seuls sont pris en considération les risques de mortalité, le nombre de publications scientifiques ou retours d'expériences étant trop faible à ce jour concernant les risques liés au dérangement ou à la perte d'habitat. Les risques par secteur peuvent être cartographiés à l'échelle de la zone d'implantation potentielle des éoliennes, par saison d'activité.

La notion d'effets cumulés s'avère souvent délicate à prendre en compte pour les chauves-souris pour lesquelles l'appréciation des risques d'impact est déjà très complexe. Cette analyse ne pourra donc être réalisée que si les données existent pour les autres projets situés à proximité.

5.3.3 Evaluation des impacts

La détermination des impacts potentiels intervient une fois la configuration définitive du parc éolien fixée, et est issue de la confrontation entre l'implantation prévue des éoliennes et les risques potentiels identifiés précédemment. Chaque impact potentiel doit être défini en lien avec une espèce et/ou un secteur à risque. Il sera ensuite qualifié (impact faible, moyen ou fort) au regard des conséquences qu'il peut avoir sur la population de chauves-souris concernée.

5.3.4 Définition des mesures

Si des impacts moyens à forts sont pressentis au regard de la configuration de l'implantation retenue, il convient de mettre en place des mesures visant à prévenir, réduire ou compenser ces impacts. Il est important de rappeler le principe de proportionnalité prévaut dans le choix des mesures. Chaque mesure est présentée et justifiée en relation avec un impact potentiel précis. Les mesures proposées par l'expert et définies en collaboration avec le porteur de projet, doivent par ailleurs être techniquement et financièrement envisageables.

A ce jour, le principal moyen pour limiter ces impacts est **l'évitement des zones sensibles**, c'est-à-dire des secteurs pour lesquels une forte fréquentation a été enregistrée au cours de l'analyse de l'état initial, avec notamment des vols en hauteur. Des recommandations de distances d'éloignement préventives vis-

à-vis de tel ou tel milieu (par exemples des lisières ou des forêts) ne peuvent pas être généralisées à priori. A ce jour, aucune étude scientifique ne permet de proposer une échelle de distances rigoureuse.

D'autres perspectives de réduction d'impacts sur les chauves souris sont en cours d'expérimentation actuellement, et ne seront évoquées ici qu'à titre informatif.

La régulation du fonctionnement des éoliennes en fonction des risques pour les chauves-souris (en fonction des périodes sensibles, de la vitesse du vent, de la fréquentation mesurée des chauves-souris) est encore une méthode en cours de développement. En France, le Programme national «éolien biodiversité» est partenaire d'initiatives en ce sens comme le projet Chirotech. A l'étranger, d'autres expérimentations en cours témoignent d'une efficacité de réduction des risques de mortalités (Arnett et al. 2009). A l'avenir, ces mesures pourront être envisagées pour des cas particuliers (lorsque la mise en place de mesures de suppression et/ou réduction n'est pas possible ou suffisante) avec une évaluation de leurs effets sur la production d'énergie (on estime aujourd'hui que la perte de production due à la régulation des éoliennes est de l'ordre de quelques %).

La mise en place d'effaroucheurs ou répulsifs à chauves souris dans l'entourage des éoliennes (brouilleurs⁴⁸, infrasons, sons audibles, signaux radars⁴⁹) présente un intérêt qui reste à démontrer.

A RETENIR

Le cadrage préalable ou «pré-diagnostic» permet de déterminer si un diagnostic chiroptères s'avère nécessaire.

Le diagnostic met en œuvre des outils de détection acoustique et si nécessaire des outils plus ciblés.

Le moyen principal de suppression des impacts est l'évitement des zones sensibles. Toutefois, il n'est pas possible de généraliser des distances d'éloignement à priori. Des mesures de réduction d'impacts (régulation des éoliennes) sont en cours d'expérimentation.

5.4 Etude de la faune terrestre et aquatique

Un parc éolien présente par nature peu d'effets potentiels sur la faune non volante : il n'émet pas de polluants lors de son fonctionnement, présente une faible emprise au sol et ne fragmente pas les territoires.

Toutefois, si le projet vient à modifier ou détruire des habitats desquels certaines espèces sont très dépendantes, la faune sauvage non volante sera plus ou moins sensible selon sa taille, ses capacités de mobilité et sa phénologie. L'impact pourra être aggravé durant les périodes de reproduction, ou du fait du cumul avec d'autres contraintes environnementales.

5.4.1 Cadrage préalable

L'analyse de l'occupation du site par la faune terrestre et aquatique est nécessaire pour prendre en compte l'ensemble des composantes écologiques locales, même si les enjeux sont à priori moindres que pour les oiseaux et les chiroptères. Il s'agit également d'éviter la destruction d'individus ou d'habitats protégés. Enfin, cette analyse permet de s'assurer que la fonctionnalité des corridors biologiques existants est maintenue.

La recherche des données disponibles se porte vers les diverses publications et revues scientifiques régionales ou locales, l'inventaire national de la biodiversité et du patrimoine naturel (INPN), les orientations régionales de la faune sauvage (ORGFH) ou les données d'organismes tels que les associations et fédérations de chasse, l'ONCFS, les associations naturalistes, la SFEPM ou encore l'administration (DREAL).

⁴⁸ SZEWCZAK & ARNETT, 2007 et 2008.

⁴⁹ NICHOLLS & RACEY, 2007.

Sur la base de cette consultation préalable des données bibliographiques locales et sur la base des enjeux spécifiques au site, le choix des méthodes d'inventaires de terrain et le nombre de visites de terrain est adapté. Les investigations de terrain ne sont recommandées qu'au cas par cas : par exemple, des visites ciblées sur les amphibiens, odonates, mammifères aquatiques sont à envisager pour des sites présentant des zones humides. Dans le cas des sites sans enjeu particulier (par exemple dans les zones de grandes cultures), il est possible de ne se limiter qu'au cadrage préalable. Les outils et méthodes décrits ci-après sont donc à réserver à des cas particuliers.

5.4.2 Méthodes d'analyse de l'état initial

Inventaire des mammifères terrestres et aquatiques

Compte tenu des faibles risques d'impact pour les mammifères, les investigations peuvent se limiter à quelques visites ciblées sur les espèces à enjeux. Ces visites sont diurnes et nocturnes pour permettre à la fois des prospections basées sur des recherches d'indices de présence et sur des contacts directs visuels ou sonores. Les données cynégétiques détenues par les fédérations de chasse sont utiles à ce stade.

Inventaire de l'herpétofaune (reptiles et amphibiens)

Les investigations doivent se concentrer tout particulièrement les milieux favorables à l'herpétofaune, et les milieux susceptibles d'être remaniés au moment des travaux.

Pour les amphibiens, il s'agit d'identifier les espèces présentes, de déterminer les populations et les habitats qu'elles fréquentent ainsi que leurs voies de déplacement. Il est généralement plus aisé de dénombrer et d'identifier les espèces lors de leur phase aquatique (février-mars à mai-juin) par des écoutes des chants, la recherche des pontes et de larves ou la détection visuelle des adultes. À l'automne (ou au printemps), les nuits précédées d'une pluie favorisent le repérage des voies de migration entre les zones de reproduction et les zones d'hivernage.

Pour les reptiles, les espèces sont repérées visuellement ou par les traces de leur présence (mues, pontes...). Les inventaires relatifs aux reptiles sont effectués entre mars et juillet, dans des conditions météorologiques adaptées. L'utilisation de « plaques à reptiles », sous lesquelles les individus viennent se placer, représente également un complément d'étude efficace et simple à mettre en œuvre.

Inventaire des insectes

Compte-tenu de leur faible sensibilité à un projet éolien, les insectes ne font l'objet d'investigations dédiées que lorsque l'habitat d'une espèce protégée est susceptible d'être localisé sur la zone de chantier. Les familles concernées sont principalement les odonates, les lépidoptères, les orthoptères et les coléoptères.

Les consultations préalables aiguillent la réalisation des investigations. Les différentes visites réalisées pour l'étude de la faune terrestre et aquatique permettent aussi ponctuellement de recueillir certaines données entomologiques. Ces relevés entomologiques ne recherchent donc pas l'exhaustivité mais plutôt une identification des micro-habitats favorables et des niches écologiques dont les insectes sont parfois dépendants (les zones humides pour les odonates, les plantes hôtes à lépidoptères). Les méthodes et outils sont divers et à adapter aux espèces recherchées : observation directe ou à la jumelle, capture au filet, recherche des pontes, larves, piégeage, etc.

5.4.3 Evaluation des impacts

L'aménagement d'un parc éolien peut avoir un impact sur les habitats (modification, destruction) d'espèces de petite taille, moins mobiles, ou inféodées à des niches écologiques très localisées. L'herpétofaune (reptiles et amphibiens) apparaît comme le groupe d'espèces le plus sensible au regard des ses statuts de protection et de conservation, de ses comportements et des habitats spécifiques qu'elle occupe (pierriers, prairies sèches, mares, tourbières...).

Certaines familles d'insectes protégés sont également concernées dans la mesure où la dynamique des populations dépend parfois d'écosystèmes réduits (par exemple lors de la reproduction des odonates) ou de stations ponctuelles de plantes hôtes (par exemple les lépidoptères).

Lors du chantier, il existe un risque de destruction directe d'individus d'une espèce protégée ou de l'habitat qui lui est propre. Les amphibiens qui exploitent rapidement des milieux fraîchement remaniés

par les terrassements (petites dépressions en eau, fossés temporaires...), risquent d'être ensevelis lors des travaux, notamment lors des périodes de migration. Les travaux à proximité d'un réseau hydrographique induisent, selon la période à laquelle ils ont lieu, des risques de ruissellement dans les milieux aquatiques environnants et un éventuel colmatage des habitats entraînant un déséquilibre des chaînes trophiques.

Les espèces de plus grande taille et/ou plus mobiles, comme les grands mammifères, qui exploitent des habitats vastes, présentent des sensibilités plus faibles, même si la période des travaux doit être considérée comme une période de nuisances. En phase d'exploitation, l'expérience montre l'absence de perte d'habitat ou de fragmentation des territoires dans le voisinage des éoliennes et des phénomènes d'accoutumance aux émissions sonores et aux ombres portées⁵⁰.

5.4.4 Propositions de mesures

Les mesures de suppression se portent à deux niveaux. Elles consistent, d'une part à respecter les corridors écologiques existants, et d'autre part à préserver la fonctionnalité des micro-habitats et niches écologiques d'espèces protégées ou sensibles.

En raison de l'absence de modification à grande échelle des milieux dans le cadre d'un projet éolien, l'ouverture du site (absence de clôtures) est généralement la seule mesure à rappeler pour maintenir les réseaux écologiques.

Afin d'éviter la destruction ou la modification indirecte des micro-habitats d'espèces protégées⁵¹, il convient de :

- réaliser les travaux en dehors des périodes de colonisation (pour éviter le risque d'ensevelissement des amphibiens par exemple) ;
- baliser au préalable les zones sensibles et informer le personnel de chantier ;
- éviter l'introduction de matières en suspension ou d'hydrocarbures dans le réseau hydrographique local.

Si en dépit de ces mesures la destruction d'un micro-habitat ne peut être évitée, la création d'un habitat de substitution, permanent ou temporaire (au cours de l'année des travaux) peut alors être envisagée à l'écart de la zone à risque. La mise en œuvre et l'efficacité de cette mesure doivent faire l'objet d'un suivi.

Enfin, le projet est parfois l'occasion d'une amélioration de la situation écologique initiale. A l'occasion de la concertation locale initiée par le projet, des études écologiques spécialisées, et de la mise en œuvre de moyens techniques lors du chantier, plusieurs mesures d'accompagnement simples peuvent être réalisées :

- la sensibilisation des agriculteurs à la limitation des intrants, l'entretien des fossés dans des zones de grandes cultures intensives ;
- la création d'une mare artificielle dans une partie du site dépourvue en zones humides ;
- le suivi pluriannuel des populations locales d'espèces protégées.

A RETENIR

Un projet éolien est habituellement peu impactant pour la faune terrestre, sauf dans certains cas de modification ou destruction d'habitats ou en présence d'espèces sensibles.

La phase de chantier est particulièrement sensible, du fait des risques de dérangement et de destruction d'habitats d'espèces terrestres.

Les mesures de suppression doivent viser à respecter les corridors écologiques existants sur le site et préserver la fonctionnalité des micro-habitats et niches écologiques d'espèces protégées ou sensibles.

⁵⁰ MENZEL, 2001.

⁵¹ Toute destruction prévue dans le cadre des travaux d'individus des espèces végétales et/ou animales protégées nécessite la constitution d'un dossier de demande de destruction d'espèce protégée (se reporter aux fiches techniques).

5.5 Les suivis post-implantation

5.5.1 Objectifs des suivis post-implantation

Le suivi écologique après implantation des éoliennes doit être réservé aux situations où les impacts sont avérés ou difficilement prévisibles. Les suivis actuels concernent essentiellement les oiseaux et les chauves-souris. Il s'agit par exemple d'effectuer le suivi :

- de la mortalité de certaines espèces sensibles, par exemple les oiseaux migrateurs diurnes ou nocturnes, les chauves-souris migratrices ou résidentes, les rapaces nicheurs, les passereaux forestiers, les oiseaux aquatiques en transit crépusculaire, etc ;
- des comportements qui concerne par exemple les migrateurs à l'approche des éoliennes, les hivernants en stationnement, les nicheurs en transit, etc ;
- de la reproduction qui permet d'apprécier l'influence du parc éolien sur les populations nicheuses ;
- de la végétation.

Des résultats de qualité sont obtenus lorsque la méthodologie a été choisie avec précaution. Le suivi doit être organisé dès que la décision de le réaliser a été prise, et les éventuels besoins de remise à niveau de certains états initiaux doivent être rapidement identifiés.

La principale difficulté pour l'interprétation des données issues des suivis de reproduction et de comportement réside dans la distinction objective des causes de la perturbation, c'est-à-dire si elles proviennent des éoliennes ou d'autres facteurs. Il est donc primordial de disposer d'un référentiel de comparaison dans le temps (connaître la situation préalable à l'implantation des éoliennes) et/ou dans l'espace (effectuer une comparaison avec un site témoin).

La mise en œuvre d'une méthode standardisée est très importante pour obtenir des résultats exploitables ou pour faciliter des comparaisons d'une année sur l'autre et vis-à-vis d'autres parcs éoliens. La LPO propose à cet effet des protocoles standardisés dans le cadre du Programme national « éolien-biodiversité ».



Suivi ornithologique d'un parc éolien en fonctionnement

5.5.2 Méthodes de suivi de la mortalité des oiseaux et des chauves-souris

La méthode de suivi de la mortalité consiste en la recherche d'animaux morts (oiseaux et chauves-souris) au pied des éoliennes. Il est ensuite nécessaire de tenir compte de plusieurs paramètres importants, dont l'efficacité de recherche et la vitesse de disparition des cadavres, afin d'estimer un taux de mortalité à l'échelle du parc éolien (ou de la zone qui aura fait l'objet d'un suivi).

Le suivi de mortalité n'est pas techniquement réalisable en toutes circonstances. L'accès au site (accord des propriétaires), la hauteur de végétation sous les éoliennes, sont notamment des facteurs très importants à prendre en compte. Un suivi de mortalité nécessite donc une analyse de sa faisabilité (contraintes locales) et une organisation précise.

Le suivi doit être basé sur un nombre représentatif de visites, et sur un intervalle de temps réduit entre chaque visite afin de limiter les biais liés à la disparition des cadavres. L'intervalle de temps entre chaque visite doit être proportionné à la vitesse de disparition des cadavres, qui est évaluée préalablement sur chaque site car elle lui est spécifique et varie selon les saisons et le type de cadavres. De façon

générale, au-delà de 3 jours de délai entre l'impact et la découverte du cadavre, les résultats deviennent plus difficiles à interpréter. Il est donc nécessaire de réaliser des tests avant d'organiser le suivi pour apprécier la vitesse de disparition saisonnière des cadavres. Lorsque le suivi vise à apprécier les effets cumulés avec d'autres facteurs de mortalité (lignes électriques notamment), un état zéro de la mortalité doit idéalement être réalisé pour permettre de comparer les situations préalables et postérieures à l'implantation des éoliennes.

5.5.3 Méthodes de suivi des comportements en vol (oiseaux et chauves-souris)

Le suivi des comportements des oiseaux concerne les perturbations telles que « l'effet barrière » pour des migrateurs, la fragmentation de territoires ou la rupture des voies de transits, ou encore les réactions d'éloignement des zones de haltes et de repos. Le suivi est également l'occasion d'améliorer les connaissances scientifiques sur les réactions comportementales de certaines espèces dont la sensibilité est encore méconnue vis-à-vis des éoliennes.

Ce suivi présente un intérêt pour compléter les conclusions de l'étude d'impact sur la prévision des effets cumulés, ou lorsque le parc éolien constitue par sa configuration un obstacle aux migrations ou aux voies de transit, ou encore lorsque la sensibilité comportementale d'une espèce particulière n'a pu être établie.

Une approche comparative de type BACI s'impose pour comparer la situation initiale à la situation post-implantation. Les méthodes à retenir pour le suivi dépendent de celles mises en œuvre pour l'état initial. Ainsi, les points d'observation, les périodes de suivi, la délimitation des aires d'étude doivent être respectés autant que possible.

Pour les **chauves-souris**, l'étude du comportement repose généralement sur des technologies onéreuses plutôt réservées à des sites problématiques ou à la recherche appliquée (caméras thermiques, infrarouge, radar, etc). Pour les migrations cependant, un suivi peut être réalisé par des observations directes. Plusieurs outils de suivi sont en cours de développement pour étudier les causes de la mortalité significative observée sur certains parcs éoliens. Il s'agit par exemple de Batcorder ou Anabat fixés sous les nacelles, de caméras diurnes et nocturnes à déclenchement par détection automatique de chocs, etc.

Pose d'un enregistreur à ultrasons
sur un mât de mesure pour le suivi
des chauves-souris



5.5.4 Méthodes de suivi des populations nicheuses

Le suivi des populations permet de vérifier, par exemple, que le parc éolien n'entraîne pas d'éloignement des zones de reproduction ou de perte d'habitat, de qualifier l'effet du parc en fonctionnement sur la répartition ou la densité des populations nicheuses, ou encore d'étudier l'accoutumance progressive, etc.

Ce suivi est justifié lorsque l'étude d'impact présente des limites sur l'appréciation des sensibilités des populations qui se reproduisent sur le site éolien et son entourage et/ou l'utilisent lors de cette période comme zone d'alimentation ou de transit. Les rapaces nicheurs, particulièrement sensibles au dérangement de leur nid ou au risque de collision, sont concernés par ce suivi. Il est encore peu mis en œuvre pour les chauves-souris.

Il convient de rappeler à nouveau que la méthode de suivi dépend des espèces concernées et du protocole qui avait été appliqué au moment de la caractérisation de l'état initial. Il est parfois nécessaire de réviser et / ou compléter l'état initial, si la situation des populations nicheuses ou résidentes a évolué entre l'étude d'impact et la construction du parc.

5.5.5 Méthodes de suivi des effets cumulés

La problématique des effets cumulés appliquée aux enjeux écologiques, soulève la question du seuil de développement éolien susceptible de modifier la dynamique des populations locales. Le suivi des effets

cumulés est particulièrement justifié lorsque plusieurs parcs éoliens sont implantés dans un même secteur géographique, dans le cas d'une extension de parc, ou si un projet éolien est susceptible d'interférer avec la présence d'autres aménagements tels que des lignes électriques à haute tension, une autoroute ou une carrière.

Par la réalisation du suivi, il s'agit d'évaluer les effets cumulés sur les risques de collision, de perte d'habitat ou d'effet barrière. On observera par exemple dans quelle mesure les obstacles cumulés agissent sur les comportements en vol, s'ils provoquent une mortalité plus importante que la somme de celles attendues pour chacun des obstacles, si la distance entre les différents obstacles permet des traversées ou incite plutôt à des contournements larges, etc.

Ce suivi, pour être réalisable et efficace, doit se concentrer sur un comportement particulier d'un groupe d'espèce voire d'une espèce : transits quotidiens entre zones de gagnage et zones de repos d'oiseaux d'eau, migrations nocturnes, mortalité des chauves-souris, occupation de l'habitat par la Caille des blés, succès de reproduction du Milan royal, etc.

Le suivi est réalisé sur un territoire large qui comprend l'ensemble des sources d'impacts cumulés à étudier, ce qui suppose de respecter le principe BACI et donc de compléter si besoin l'analyse de l'état initial sur l'ensemble de ce territoire.

L'une des principales difficultés réside dans l'attribution des causes d'effets aux différents parcs éoliens, et l'identification des interactions. Pour ce faire, l'approche statistique est intéressante dès lors que les critères d'évaluation sont objectifs et quantifiables et que le traitement s'appuie sur un échantillon suffisamment significatif de données. L'analyse des effets cumulés implique généralement une forte pression de suivi. Le suivi d'un site témoin à l'écart peut aussi faciliter l'identification des sources des effets observés.

5.5.6 Méthodes de suivi de la flore et des habitats

La réalisation d'un suivi pour la flore et les habitats dans le cadre d'un parc éolien ne se justifie que dans des cas particuliers, en raison des faibles emprises de l'installation et parce que les mesures prises lors de la conception et de la réalisation du projet suffisent généralement pour éviter les impacts. Ce suivi peut consister à :

- suivre les modifications de l'étendue des groupements végétaux ou des stations abritant des espèces particulières ;
- suivre le développement d'espèces introduites volontairement pour des plantations, afin d'éviter un développement non maîtrisé ;
- suivre le développement d'espèces ou de groupements favorisés par l'aménagement : apparition de cortèges végétaux pionniers associés aux nouveaux milieux ouverts, installation d'espèces banales ou de groupement végétaux rudéraux envahissants, etc. ;
- suivre l'efficacité des opérations de gestion écologique, comme par exemple le débroussaillage.

A RETENIR

Pour garantir l'efficacité du suivi, il est nécessaire de vérifier la consistance de l'état initial au préalable, et le cas échéant de le compléter avant l'implantation des éoliennes.

La réalisation du suivi doit éviter tout dérangement intempestif des espèces nicheuses (notamment pour les rapaces, et les chauves-souris).

L'interprétation des effets cumulés suppose une connaissance préalable de la dynamique des populations locales à l'état « naturel ».

Face à la multiplication des acteurs concernés par le suivi des effets cumulés, la concertation est essentielle, via notamment la création et l'animation d'un comité de suivi.

6 ETUDE DES MILIEUX NATURELS

- parcs éoliens en mer -

Ce chapitre décrit les enjeux pour les parcs éoliens en mer vis-à-vis des milieux naturels et de la biodiversité. Il propose, en fonction des connaissances actuelles, des méthodes pour étudier les différentes composantes du milieu écologique marin.

6.1 Préambule

Les parcs éoliens en mer sont à l'origine d'effets sur le monde vivant marin, cependant le retour d'expérience et les connaissances sont à l'heure actuelle moindres que pour les parcs terrestres. Dans les années 2000, les premiers parcs en mer installés en Europe du Nord ont fait l'objet de suivis sur la faune sauvage. Il faut attendre 2005-2006 pour voir apparaître des suivis de chauves-souris menés en mer. Dans ce contexte, où connaissances et méthodologies se construisent avec l'évolution naissante de l'énergie éolienne en mer, l'étude d'impact doit trouver un équilibre entre la prise en compte des sensibilités particulières du milieu marin et les limites des connaissances et des moyens. Un cadrage préalable précis garantit l'optimisation des moyens d'étude et la qualité de l'étude d'impact.

Pour les études écologiques, deux documents récents font le point sur les méthodologies disponibles et les recommandations : il s'agit du *Manuel préliminaire de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens offshore* publié par l'Ifremer et l'ADEME et du document *De l'inventaire des connaissances à la définition des protocoles de suivi des oiseaux en mer en prévision du développement des parcs éoliens offshore* publié par la LPO dans le cadre du Programme national « Eolien Biodiversité ».

Ce chapitre du guide propose, plutôt que des recommandations, un état des lieux des connaissances, des enjeux actuels, des approches méthodologiques et des protocoles existant dans la littérature, qui a vocation à être enrichi et complété sur les mesures et moyens d'étude au fil des retours d'expérience successifs. Certaines méthodes relèvent davantage de la recherche scientifique. Le choix des méthodes doit être justifié et adapté au projet retenu, en fonction des enjeux mis en évidence lors du cadrage préalable. Ces méthodes font ici l'objet d'une description sommaire, et on se reportera à la bibliographie pour les modalités de leur mise en œuvre pratique.

Différents espaces (marin, terrestre, aérien), et les espèces qui leur sont associées, sont concernés par les effets des parcs éoliens en mer. Il s'agit :

- du milieu benthique, abritant l'ensemble des organismes vivant au fond de l'eau, sur et dans les sédiments (algues, crustacés, mollusques, maërl, coraux, etc) ;
- de la colonne d'eau ou milieu pélagique, correspondant à la masse d'eau depuis le fond marin jusqu'à la surface (occupée par le plancton, les mammifères marins, les poissons) ;
- de la surface de la mer, c'est à dire l'interface eau-air ;
- du littoral correspondant à l'espace qui relie la mer et la terre, avec en particulier la zone de balancement des marées, et les zones côtières où se concentrent les oiseaux et les chauves-souris ;
- du milieu aérien où circulent les oiseaux et les chauves-souris.

L'étude de la composition du fond marin et en particulier des populations benthiques qui s'y développent permet de connaître précisément la sensibilité du substrat sur lequel le parc s'implante.

L'étude de la micro-composition de la colonne d'eau (phytoplancton, paramètres physico-chimiques) ne nécessite pas, sauf exception, d'investigations lourdes, dans la mesure où les impacts sont limités (hormis la turbidité provoquée en phase travaux), et eu égard à la mobilité du phytoplancton. En revanche les peuplements pélagiques tels que les poissons et les cétacés font l'objet, selon les enjeux identifiés lors du cadrage préalable, soit d'investigations approfondies soit d'investigations limitées à une analyse bibliographique. La ressource halieutique fait l'objet d'une attention particulière pour déterminer si elle est susceptible d'être perturbée par le parc (zones de frayères, de nurseries, d'alimentation, voies de déplacements) ou au contraire si le parc présente un intérêt pour son développement en créant par exemple une zone refuge ou un récif artificiel.

Comme à terre, les oiseaux et chauves-souris sont soumis à des risques de collision, de dérangement ou d'effet « barrière ». Selon les cas, des investigations approfondies sont réalisées ou bien l'analyse se limite à une recherche bibliographique.

Les peuplements terrestres (faune et flore) ne seront pas abordés dans ce chapitre.

Enfin, l'installation d'un projet éolien en mer permet de s'affranchir a priori des éventuelles nuisances sonores pour les humains, du fait de l'absence de riverains à proximité. Cependant, il est aujourd'hui avéré que les mammifères marins et cétacés sont affectés par la pollution sonore sous-marine provoquée par les moteurs de bateaux principalement. Il convient donc de considérer les effets sur le milieu marin de la propagation des sons dus à l'installation des éoliennes.

6.2 Cadrage préalable

L'identification des principaux enjeux environnementaux du territoire d'étude en mer est rendue délicate par le manque d'expériences similaires et la complexité de la mise en œuvre des investigations en milieu marin. Dans un souci d'efficacité, les efforts de prospection se centrent sur :

- la connaissance de l'intérêt écologique des fonds marins ;
- des inventaires spécifiques sur des espèces susceptibles de présenter une sensibilité à un projet éolien (mammifères marins, avifaune) ;
- des investigations supplémentaires vers les espèces d'intérêt halieutique.

Comme pour les projets terrestres, les observations doivent porter sur un cycle biologique annuel. Certains experts préconisent une durée d'étude de deux années consécutives complètes pour prendre en compte l'importante variabilité des facteurs écologiques en milieu marin. Il semblerait également que les résultats de l'étude écologique restent pertinents pendant les deux années qui suivent sa réalisation. Au-delà, certaines mises à jour s'imposent.

L'aire d'étude de tels projets doit être suffisamment large, et à la fois maritime et terrestre, pour percevoir l'utilisation de l'espace par les animaux (mammifères marins, poissons, oiseaux marins, etc.), tenir compte de la fonctionnalité des écosystèmes et tenir compte de la forte variabilité des comportements (reproduction, alimentation, migration). L'Ifremer recommande de prendre en considération les secteurs suivants, qui consistent à détailler la zone immédiate ou rapprochée décrite au chapitre 3 (à adapter selon la position du point de livraison, terrestre ou en mer) :

- la **zone de production d'énergie** qui est une aire de plusieurs km² accueillant les éoliennes et leurs structures fixes qui n'occupent qu'une surface très limitée (environ 20 m² par éolienne), ainsi qu'un réseau de câbles sous-marins les reliant les unes aux autres ;
- le corridor ou **zone de transport de l'énergie** produite vers le continent. C'est une aire de faible largeur (quelques mètres au maximum) qui accueille le(s) câble(s) sous-marin(s) transportant l'énergie électrique. Sa longueur dépend directement de l'éloignement par rapport à la côte de la zone de production ;
- la **zone d'atterrissage « marine »** du câblage pour le raccordement au réseau terrestre. Cette zone s'étend du zéro hydrographique jusqu'à la limite supérieure du domaine public maritime (DPM). Elle sera plus importante en Manche ou en Atlantique qu'en Méditerranée, du fait de la présence de marées ;
- la **zone d'atterrissage « terrestre »** correspondant aux 100 à 500 premiers mètres au-delà de la limite supérieure du DPM ;
- la **zone de liaison terrestre** vers le réseau de transport d'électricité.

6.3 Etude bio-sédimentaire

La réalisation des études techniques requiert l'analyse de la structure du sous-sol marin afin de vérifier sa compatibilité avec l'installation des fondations. Du point de vue écologique, l'étude bio-sédimentaire s'attache à décrire et analyser les habitats et les espèces présentes. Elle porte sur les sédiments et la flore et la faune qui y vivent, à savoir la flore benthique ou phyto-benthos et le benthos (épifaune vivant à la surface du sédiment et endofaune vivant dans la couche de sédiment). Il existe plusieurs méthodes

d'investigation basées sur des prélèvements et des reconnaissances par imagerie, à adapter au site retenu.

L'utilisation du sonar latéral et les prélèvements de sédiments permettent de déterminer la diversité et la richesse biologiques de la zone considérée. Cette méthode est privilégiée pour les sols meubles. La méthode consiste en une exploration au sonar latéral de la zone de projet, éventuellement complétée par une reconnaissance des fonds par vidéo sous-marine. Des prélèvements sont réalisés par benne, drague, ou chalut à perche. Les échantillons obtenus sont tamisés et analysés : tri biologique, comptage, détermination des espèces pour les individus les plus caractéristiques (y compris d'intérêt commercial), détermination du genre pour les autres individus. Les résultats sont présentés sous forme d'une cartographie de la morphologie des fonds marins, du type de substrat, des principales unités bio-sédimentaires et de la distribution des espèces dominantes.

Les méthodes optiques (vidéo ou photographie numériques) sont adaptées aux substrats rocheux pour étudier le phyto-benthos. La cartographie sous-marine est effectuée en plongée avec utilisation de méthodes optiques pour étudier la composition des espèces de phyto-benthos, leur répartition et leur taux de couverture. Il est préconisé de réaliser au moins trois transects vidéo dans chaque type d'habitat mis en évidence sur la zone de projet (aire d'étude rapprochée). L'étude du benthos (épifaune) peut également être réalisée par transects vidéo, mais cette méthode se révèle toutefois peu adaptée à l'état initial puisqu'elle ne fournit qu'un film. Les enregistrements vidéo ou les photographies permettent de déterminer l'abondance de l'épifaune (taux de couverture), les traces de constructions produites par des espèces de l'endofaune (par exemple *Lanice conchilega*), les perturbations à la surface des sédiments (par exemple des traces de pêche).

6.4 Etude de la colonne d'eau, du plancton

La colonne d'eau abrite la phase larvaire du benthos et le plancton. Le plancton est constitué de la biomasse qui flotte dans le milieu marin : les gamètes, les larves, les animaux incapables de lutter contre le courant (petits crustacés et méduses), les végétaux et les algues microscopiques. Des gradients horizontaux ou verticaux de température ou de salinité peuvent exister localement et peuvent modifier les distributions d'espèces.

L'objectif de l'étude est de connaître les modifications de la colonne d'eau, dont la composition est cependant peu susceptible d'être affectée par un parc éolien. Cette étude ne sera réalisée que dans le cas d'un enjeu particulièrement important révélé par le cadrage préalable.

La méthode consiste à analyser en temps réel des échantillons d'eau en des lieux et à des profondeurs différents, en mesurant la conductivité, la température et la pression. Des systèmes auxiliaires peuvent mesurer la turbidité de l'eau. Le dosage de la chlorophylle dans les prélèvements permet de définir la présence ou l'absence de phytoplancton.

On peut également prélever des échantillons à l'aide de filets très fins (à mailles de l'ordre de quelques microns) afin de déterminer les espèces à l'aide d'un microscope ou d'une loupe binoculaire. La présence ou non de plancton aura une influence sur la chaîne alimentaire.

6.5 Etude de la faune pélagique et côtière

Les connaissances actuelles font état d'une sensibilité avérée de la faune pélagique et côtière vis-à-vis du développement éolien en mer. Le cadrage préalable est l'occasion d'une première analyse de la bibliographie existante, et notamment du recueil des données antérieures disponibles auprès des associations naturalistes. Pour les poissons, il convient de consulter les données disponibles auprès de l'Ifremer et les pêcheurs.

Ce sont particulièrement les phases chantier (y compris de démantèlement) qui sont susceptibles d'engendrer le plus d'impact sur les mammifères marins. Les sons diffusés lors du forage peuvent endommager l'oreille interne de certains mammifères et l'augmentation du trafic des bateaux perturbe le comportement de certaines espèces. Le calendrier des travaux est donc à établir en prenant en compte les espèces les plus sensibles à ces effets.

Pendant la phase d'exploitation des éoliennes, les sons liés à la rotation des pales, transmis par le mât et émis dans l'eau peuvent également agir sur le comportement de certaines espèces. Ces effets seraient limités à une distance de 500 mètres. Certaines espèces de mammifères sont particulièrement sensibles aux sons produits par les éoliennes (par exemple le Marsouin et le Phoque gris). Le retour d'expérience

est actuellement insuffisant pour évaluer si les poissons sont sensibles aux champs électromagnétiques émis par les câbles. Toutefois, les premières études réalisées sur les parcs de Nysted et Horns Rev au Danemark indiquent une absence d'impact (voir bibliographie).

Enfin, un parc éolien serait susceptible d'avoir un effet direct sur la ressource halieutique, lorsqu'il est implanté sur une zone de frayère ou d'alimentation ou lorsqu'il perturbe les déplacements des populations. La création de récifs artificiels à la base des mâts pourrait participer à un enrichissement du milieu, mais l'efficacité d'une telle mesure reste à prouver.

6.5.1 Étude de la présence et de l'abondance des mammifères marins

L'inventaire des espèces de mammifères marins présents dans l'aire d'étude permet d'évaluer l'importance écologique de la zone du projet pour ces espèces. Plusieurs méthodes peuvent être mises en œuvre, à condition d'effectuer, au minimum 3 à 5 sorties par saison. Parmi ces méthodes, deux sont principalement utilisées :

- les relevés sur transects en bateau (méthode adaptée à des projets situés à moins de 20 km des côtes, qui peut être couplée, sous réserve, avec les études avifaune) ;
- les relevés par l'utilisation d'hydrophones en bateau ou par système d'enregistrement automatique (« pop up ») déposé sur le fond.

La réalisation de relevés lors de transects en avion est une méthode très peu utilisée en France, elle doit être réservée à des thèmes de recherche voire à des projets situés à plus de 20 km des côtes.

6.5.2 Etude de l'utilisation des habitats par les mammifères marins

L'objectif est d'enregistrer (si possible) la fréquence et durée de séjour, ainsi que le comportement des mammifères marins au cours des saisons, dans la zone de projet et sur des stations de référence situées en dehors de la zone du projet. La méthode consiste à utiliser des détecteurs acoustiques. Elle est donc coûteuse et ne doit être envisagée que dans des cas d'enjeux forts.

Le comportement des mammifères marins peut être étudié par des méthodes satellites mais cette méthode ne doit pas être non plus systématisée car elle est source de stress pour les animaux. Elle est généralement inadaptée dans le cas d'un projet éolien.

6.5.3 Étude du bruit sous-marin

La construction et l'exploitation d'éoliennes produisent dans la masse d'eau des bruits à large bande, notamment des bruits dus à la mise en place des fondations et des bruits aériens. L'apparition d'interférences avec les animaux est donc inévitable.

La sensibilité acoustique des mammifères marins a fait l'objet de quelques recherches, principalement chez les phoques et les dauphins. Les éoliennes produisent des sons sous la surface de l'eau dans une gamme inférieure en fréquence (500 Hz à 2 kHz) à ce que peuvent percevoir ces espèces. Cependant certaines publications font état de seuils auditifs proches de 100 Hz chez certains phoques tout comme chez des cétacés, ce qui tend à corroborer les résultats d'études comportementales récentes qui ont mis en évidence la sensibilité de certaines espèces de mammifères marins aux sons produits par les éoliennes, en particulier le Marsouin et le Phoque gris⁵².

L'Ifremer considère qu'il n'y a pas lieu de modéliser d'impact acoustique d'un projet éolien en l'absence d'espèces sensibles. L'étude se limite dans ces cas à une analyse bibliographique. En revanche, si l'étude des mammifères marins met évidence la présence d'espèces dont on sait qu'elles sont plus ou moins sensibles au bruit, des investigations plus poussées sont à mettre en œuvre.

Il est alors nécessaire de mesurer les émissions provenant des sources sonores pendant les phases de construction et d'exploitation.

Ces mesures doivent indiquer non seulement les fréquences émises mais également les caractéristiques des sons (impulsions et tonalité). Les prévisions sont définies sur la base des calculs de propagation ainsi qu'à l'aide des données des émissions acoustiques des éoliennes et de modèles appropriés. Une méthode de prévision des émissions sonores sous-marines est proposée par les FICHES TECHNIQUES⁵³.

⁵² KOSCHINSKI et al, 2003.

⁵³ Les fiches techniques sont disponibles sur le site : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Energie-et-Climat,123-.html>

6.5.4 Etude des poissons

Cette analyse, qui vise à caractériser et évaluer la sensibilité des poissons, est menée sur l'aire d'étude rapprochée. Elle doit être réalisée en collaboration avec la profession et l'Ifremer puisque cette ressource présente également des enjeux économiques. L'enquête auprès des pêcheurs constitue la principale démarche à mettre en œuvre, d'autant qu'elle participe par ailleurs à la démarche de concertation.

En complément, les méthodes d'investigations de terrain peuvent être réalisées par senne et/ou chalut à perche, ou encore à l'aide des outils utilisés par les pêcheurs sur ce site ou à proximité (filet, lignes, drague, casiers, palangre...). D'autres méthodes existent, comme des mesures sonar qui permettent de quantifier les densités de poissons, mais celles-ci ne fournissent pas de données qualitatives sur les espèces présentes.

Les résultats obtenus concernent les espèces présentes, leur abondance, le nombre d'individus, les communautés présentes. Ils permettent de produire des cartes de densité.

6.6 Etude des oiseaux

L'étude de l'avifaune a pour objectif de caractériser les zones utilisées par les oiseaux sur le site projeté et son entourage, à savoir les zones d'alimentation, de reproduction, et/ou de mue, les zones de repos des migrateurs, les couloirs de déplacements et de migrations. Il est important de mettre en évidence les liens biologiques entre le site projeté en mer et les milieux terrestres environnants dont dépend l'avifaune.

6.6.1 Cadrage préalable

Le cadrage préalable nécessite la compréhension du fonctionnement écologique de la zone d'étude pour l'avifaune. Il se réalise par une analyse biogéographique du site et de son entourage (notamment le littoral), et une prévision des voies de passages possibles ainsi que la localisation de l'ensemble des sites d'intérêt pour le repos ou les haltes migratoires (îles, phares, ponts, plates-formes, bouées...). Il s'appuie sur une consultation de l'ensemble des organismes susceptibles de détenir des données naturalistes, complétée par quelques visites pour rechercher les zones de forte activité de passage, à la fois sur des points du littoral stratégiques et en mer.

L'étude de l'avifaune se centre sur l'aire d'étude immédiate, qui correspond au futur site éolien avec une marge d'environ 1 km. Sur cette zone, les études ornithologiques doivent être les plus poussées.

L'aire d'étude intermédiaire doit être centrée sur le projet de parc éolien. Elle présente généralement un rayon égal à la distance entre le projet et la côte. Elle doit notamment permettre de cerner les relations avec le milieu terrestre (activité des oiseaux nicheurs, haltes migratoires terrestres...). Les inventaires portent plus particulièrement sur les espèces protégées, supposées sensibles aux éoliennes, ou les lieux où se concentre l'avifaune.

L'aire d'étude éloignée est définie en fonction de la localisation des points stratégiques pour l'avifaune, des couloirs majeurs de déplacements locaux ou de migrations. Elle s'inscrit dans une logique d'analyse des effets cumulatifs de l'aménagement. Une zone de référence, présentant des facteurs écologiques comparables à ceux de l'aire d'étude immédiate peut utilement être identifiée sur l'aire d'étude éloignée.



Oiseaux marins

Les oiseaux en mer

Les milieux marins sont fréquentés par des oiseaux dits « terrestres » et des oiseaux dits « marins », qui s'alimentent essentiellement en mer ou passent une grande partie de leur cycle biologique en mer, lors de différentes activités : les déplacements de migration, la recherche de haltes migratoires, la recherche de nourriture, le transit, ou encore l'hivernage.

Les phases de migrations sont davantage susceptibles de concentrer d'importantes populations d'oiseaux en mer. Elles peuvent concerner à la fois des espèces terrestres qui survolent des bras de mer dans leur trajet (mouvements « terre-terre »), et des oiseaux marins. De façon générale, l'intensité migratoire diminue plus on s'éloigne du littoral. La migration s'effectue la nuit pour environ 2/3 des effectifs, ainsi qu'à l'aube et à l'aurore. Les deux périodes de migrations intenses (printemps, automne) alternent avec les deux périodes de faibles migrations (été, hiver). La hauteur des vols est généralement inférieure en mer que sur terre : d'après les programmes de recherche nord-européens, elle serait inférieure à 200 m, voire 100 m, ce qui correspond aux dimensions des éoliennes en mer.

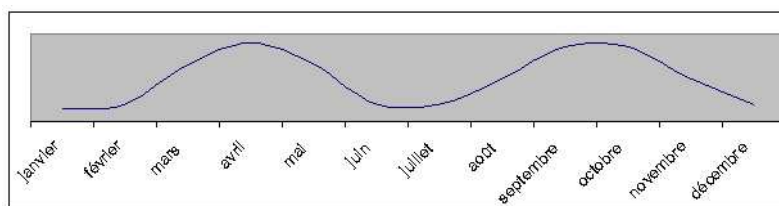


Figure 23 - Evolution de l'intensité migratoire en mer du Nord au cours de l'année

En dehors des phénomènes migratoires des populations viennent s'alimenter, ou se reposer à proximité du site éolien. Les zones de hauts fonds (plus de 30 m de profondeur environ) constituent les zones les plus riches pour ces fonctions biologiques.

La période de reproduction est caractérisée par une moindre affluence des oiseaux en mer, excepté pour l'alimentation, qui nécessite de courts déplacements incessants.

La distribution des oiseaux en mer varie non seulement selon les espèces, mais aussi pour une même espèce au cours du cycle biologique. En France, si les côtes bretonnes représentent une zone de reproduction importante pour bon nombre d'espèces, plusieurs d'entre elles s'en éloignent le reste de l'année. La distribution des oiseaux en mer est également soumise à des facteurs environnementaux tels que la météorologie (les conditions difficiles de tempêtes, d'orages ou encore le froid et la raréfaction des ressources alimentaires entraînent lors des migrations des « marches arrières » de certains migrateurs, jusqu'aux zones de haltes précédentes), la nature des habitats (profondeur, distance de la côte, concentration de ressources alimentaires...) ou les facteurs anthropiques (la présence de zones d'activités, de routes maritimes, de bateaux de pêche influence la distribution).

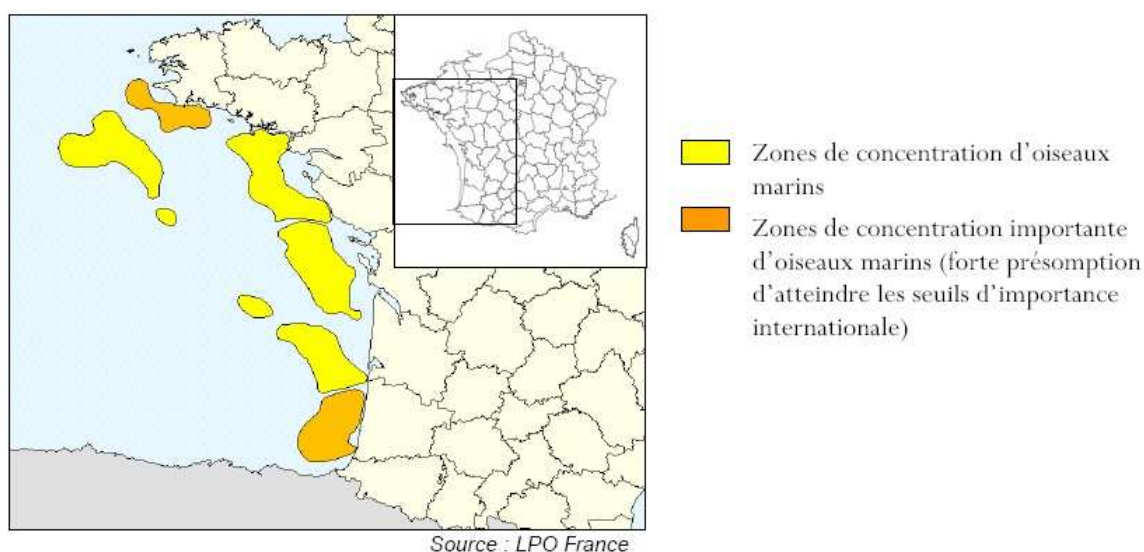


Figure 24 - Exemple de secteur de concentration d'oiseaux en période inter-nuptiale dans le Golfe de Gascogne

Les impacts des parcs éoliens en mer sur les oiseaux

Les risques induits par les parcs éoliens en mer vis-à-vis des oiseaux sont semblables à ceux des parcs éoliens terrestres :

- la mortalité par collision avec les pales des éoliennes en mouvement (voire barotraumatisme pour les petites espèces), avec le mât, ou avec les engins pendant la phase de chantier ;
- les perturbations et dérangements temporaires (en phase de chantier) ou permanents, qui se traduisent par des réactions d'effarouchement, d'éloignement ou d'abandon de l'habitat ;
- l'effet « barrière » qui implique une modification des trajets.

Les impacts peuvent avoir lieu lors de la phase chantier avec le dérangement des populations nicheuses et migratrices et éventuellement des mortalités directes ou indirectes, ou lors de la phase d'exploitation (dérangements, collisions).

Les migrations nocturnes sont des périodes particulièrement sensibles. Les sources lumineuses du parc éolien accentuent les risques de collision en particulier par mauvaise visibilité ou par gros temps, lorsque les oiseaux sont à la recherche d'une providentielle zone de refuge ou de halte migratoire. Il existe en mer davantage de phénomènes de migration inverse, ce qui accentue, par l'augmentation du nombre des trajets, le risque de collision. Cependant, le risque de collision diminue en s'éloignant des côtes, aussi bien pour les migrateurs que pour les populations nicheuses.

L'effet « barrière » peut être marqué en mer, notamment si les parcs sont de taille importante, s'ils sont concentrés dans un même secteur et s'ils interfèrent avec une voie de passage très localisée. C'est le cas par exemple si le parc se situe sur l'axe de zones de haltes possibles en mer, dans une zone de rétrécissement de la distance entre deux côtes ou sur les voies de transit régulières des oiseaux nicheurs ou hivernants entre les zones d'alimentation et de reproduction. Les conséquences en termes de perte énergétique sont très difficilement quantifiables.

Les effets cumulés sont dus à la présence de plusieurs parcs éoliens dans un même secteur, ou aux interactions entre un parc éolien et d'autres structures fixes (plates-formes pétrolières, ponts) ou mobiles (trafic maritime, pêche).

6.6.2 Méthodes d'analyse de l'état initial

Les méthodes employées pour l'étude des oiseaux en mer se donnent pour objectif d'établir les interrelations entre le site d'étude et les zones côtières afin de comprendre les déplacements. Les méthodes décrites ci-après sont complémentaires.

L'observation des oiseaux depuis la côte permet de détecter les oiseaux situés à moins de deux kilomètres du littoral. Cette pratique est peu onéreuse et aisée à mettre en œuvre. Son principal intérêt est qu'elle permet la multiplication des observations et les données récoltées peuvent être enrichies par celles issues d'observations d'ornithologues professionnels et amateurs réalisées à d'autres occasions. Outre les observations visuelles les techniques de « points d'écoute » sont mises en œuvre.

Les relevés en bateau s'intéressent aux espèces et à leurs comportements en vue de détailler l'activité ornithologique locale. Les relevés en bateau s'effectuent régulièrement au long du cycle biologique à raison d'une à deux sorties par mois, soit entre 16 et 24 sorties par an. Le choix des dates de sorties dépend de l'abondance saisonnière des espèces, et doit être dans la mesure du possible représentatif des conditions locales climatiques et humaines. Les données sont recueillies sous forme de tableau, présentant les densités moyennes par kilomètre carré et, pour les espèces plus rares, le nombre moyen d'individus par kilomètre parcouru pour chaque mois. Cette méthode est limitée par les contraintes climatiques et présente l'inconvénient d'être restreinte à l'aire d'étude immédiate.

Les autres méthodes mentionnées ci-après ne sont envisagées qu'au cas par cas en fonction des enjeux identifiés lors du cadrage préalable et des premiers résultats d'étude. La LPO fournit le détail de ces méthodes⁵⁴. Le comptage par avion renseigne sur la distribution et l'abondance des oiseaux marins, les déplacements et les comportements. L'utilisation du radar embarqué ou à terre permet l'appréciation des mouvements des oiseaux sur une grande distance (plusieurs kilomètres). La rotation horizontale du radar repère les mouvements et la rotation verticale du radar repère les altitudes. La vidéo, la caméra à images thermiques et les enregistrements sonores sont d'autres outils de recueil des données depuis un point fixe ou mobile (et sont utilisables dans certaines conditions).

⁵⁴ Voir bibliographie.

La réalisation des investigations de l'état initial fournit des données abondantes sur les modalités d'occupation du site par les oiseaux. Il convient de s'appuyer par la suite sur une méthode d'analyse objective pour préciser les sensibilités de chaque espèce.

Une méthode d'analyse a pu être expérimentée dans le cadre du programme de recherche allemand MINOS⁵⁵. Pour établir la sensibilité les chercheurs ont utilisé un référentiel de 9 facteurs appropriés pour caractériser les risques de collision et de dérangement : manœuvrabilité en vol, hauteur de vol, pourcentage de temps de vol, activité de vol nocturne, sensibilité aux dérangements liés au trafic maritime et aux hélicoptères, flexibilité dans l'utilisation de l'habitat, taille des populations, taux de survie jusqu'à l'âge adulte, statut de protection et de conservation.

Chaque espèce est décrite en attribuant à chaque facteur une valeur de 1 à 5 (faible sensibilité à forte sensibilité) et la somme des valeurs produit un indice de sensibilité de chaque espèce.

Le graphique suivant représente les résultats pour 26 espèces de la partie allemande de la mer du Nord. Il n'est pas directement transposable au cas français, puisqu'il ne mentionne pas les espèces méridionales qui fréquentent le territoire marin français.

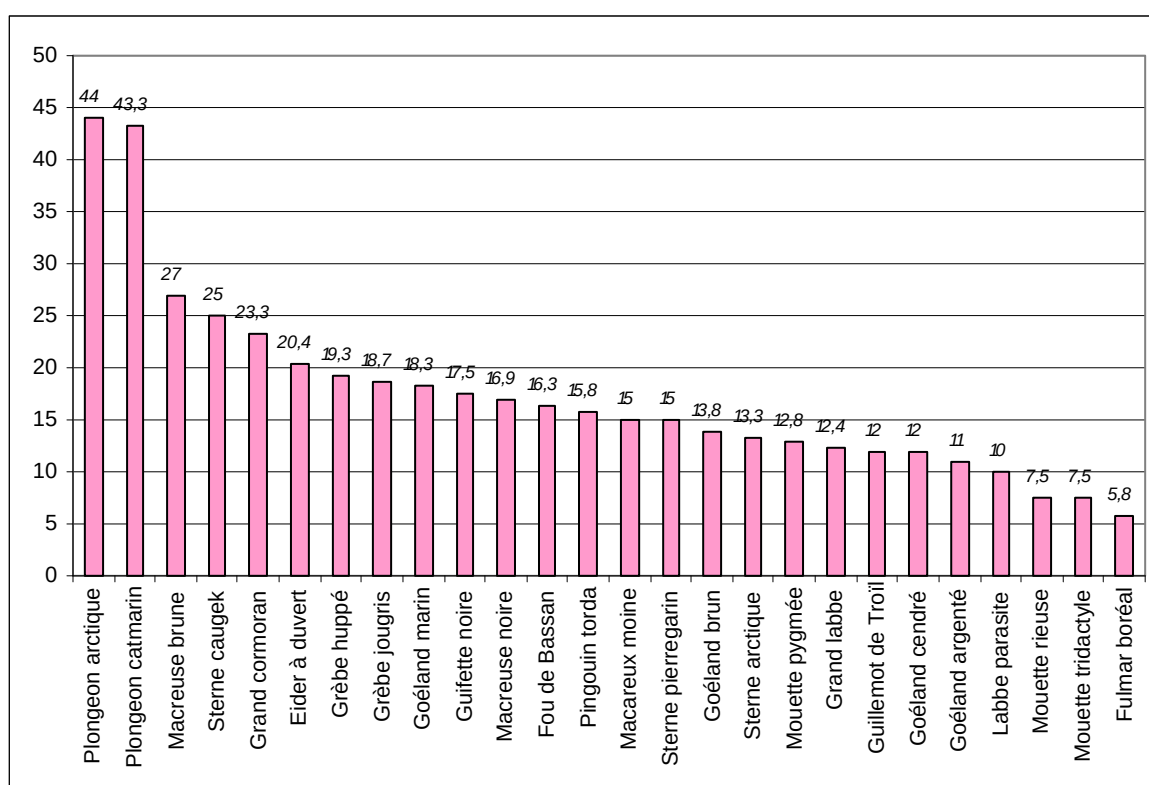


Figure 25 - Indices de sensibilité d'espèces de la mer du Nord (source : d'après Dierschke et al., 2006)

En multipliant ces indices de sensibilité par les valeurs de densité des oiseaux sur un secteur, on obtient une estimation des zones qui présentent les plus fortes sensibilités vis-à-vis des éoliennes et sont donc moins appropriées pour les futurs projets.

6.6.3 Propositions de mesures

Les mesures envisageables pour réduire ou supprimer les impacts d'un projet éolien en mer concernent principalement le choix du site d'implantation et de la configuration d'implantation. Il convient de rechercher une zone d'implantation à l'écart de zones de forte activité migratoire, notamment le long du littoral, et de s'écarter du tracé des corridors de passages. L'alignement des lignes d'éoliennes parallèlement à l'axe de migration principal, l'espacement suffisant des parcs éoliens, et la limitation des sources lumineuses (hors balisage) susceptibles d'attirer les oiseaux sont des mesures à étudier.

Il existe d'autres mesures comme par exemple la régulation du fonctionnement des éoliennes pendant les périodes à risque (forte présence d'insectes et vent faible). Elles sont aujourd'hui en phase de développement.

⁵⁵ DIERSCHKE, GARTHE et MENDEL, 2006 ; GARTHE et HÜPPOP, 2004.

Tableau 21 - Méthodes pour l'étude des oiseaux en mer (source : LPO)

Objectifs des expertises Moyens à mettre en oeuvre	IDENTIFICATION								ABONDANCE								DISTRIBUTION								DEPLACEMENT								COMPORTEMENT																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	valeur				variations				valeur				variations				valeur				Variations				valeur				variations				valeur				variations																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	mer		côte		mer		côte		mer		côte		mer		côte		mer		côte		mer		côte		mer		côte		mer		côte		mer		côte		mer		côte																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	J	N	J	N	J	N	J	N	J	N	J	N	J	N	J	N	J	N	J	N	J	N	J	N	J	N	J	N	J	N	J	N	J	N	J	N	J	N	J	N																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Transect bateau																																								x									x					x						x						x																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

IDENTIFICATION	L'identification consiste à déterminer les espèces ou groupes observés. Cette information permet d'attribuer à un secteur donné une valeur ornithologique au titre du statut de conservation des espèces. Pour déterminer la valeur d'un site, cette information doit être toutefois complétée par la définition de la fonctionnalité du site pour l'espèce au cours de son cycle annuel et par son abondance.
ABONDANCE	Il s'agit du dénombrement ou comptage des individus présentd en groupe sur un secteur.
DISTRIBUTION	L'étude de la distribution vise à localiser les sites qui sont fréquentés par les espèces et d'identifier leur fonctionnalité selon les différentes phases du cycle annuel des populations (alimentation, hivernage, repos, halte migratoire, nidification).
DEPLACEMENT	L'étude des déplacements consiste à repérer les trajectoires des déplacements locaux et les couloirs de migrations des espèces.
COMPORTEMENT	Il s'agit d'étudier les vitesses et hauteurs de vol des individus, les techniques de pêche des populations, etc.

6.7 Etude des chauves-souris en mer

L'étude des chauves-souris en mer concerne à la fois les mouvements migratoires entre deux zones terrestres et l'activité au large des espèces résidant sur le littoral. Dans un milieu aérien uniforme, la structure isolée que représente le parc éolien constitue une « niche écologique » attractive pour les insectes et donc potentiellement pour les chauves-souris. L'étude est rendue délicate par les difficultés d'observation, l'ampleur des aires d'étude, les lacunes documentaires et le manque de références sur les risques de mortalité ou les mesures pouvant être mises en œuvre.

Dans un premier temps, l'étude des chauves-souris s'organise en un « pré-diagnostic », qui consiste à effectuer des consultations, des recherches bibliographiques et à mener une analyse biogéographique. Les investigations de terrain sur terre et en mer sont envisagées par la suite en fonction des enjeux spécifiques au site. Le « pré-diagnostic » peut s'avérer suffisant pour conclure sur les impacts.

Les impacts des parcs éoliens en mer sur les chauves-souris

L'activité de chauves-souris en mer est désormais établie. De façon générale, les observations distinguent les mouvements migratoires et les activités des espèces résidentes.

Les activités migratrices ou de transit au-dessus de la mer, entre deux zones côtières ou le long du littoral sont supposées ou connues depuis longtemps. Par exemple, en France, la Pipistrelle de Nathusius venant des Pays baltes migre le long du littoral de la Manche et de l'Atlantique et traverse la mer jusqu'aux îles anglo-normandes⁵⁶. En Suède, des zones côtières de regroupements pré-migratoires sont identifiées depuis une vingtaine d'années⁵⁷. Certaines chauves-souris migratrices s'y rassemblent en nombre (jusqu'à 250 individus) dans l'attente de conditions favorables pour le départ vers le large, à la manière de certaines espèces d'oiseaux. Les études menées en 2005 et 2006 par Ahlen sur les éoliennes au sud de la Scandinavie⁵⁸ sont l'une des principales références internationales actuelles (avec plus de 20 000 données collectées). Les auteurs montrent clairement qu'en plus des mouvements migratoires, au moins une dizaine d'espèces des chauves-souris non migratrices, « résidentes », vont régulièrement chasser des insectes en abondance au large.

Les distances de vol depuis les côtes restent difficiles à évaluer. Pour les espèces qui viennent chasser au large, Ahlen fait état d'observations au-delà de 10 km des côtes. Il est probable que ces distances varient en fonction de la phénologie des espèces. Le phénomène de chasse serait limité en phase d'élevage des jeunes, car les femelles ont besoin de revenir fréquemment vers la côte pour allaiter les jeunes. Les observations confirment une intensification de l'activité une fois que les jeunes sont indépendants, à laquelle s'ajoutent les mouvements des premiers migrants.

Lors des mouvements migratoires, l'ensemble des espèces vole très majoritairement près de la surface de l'eau, jusqu'à 10 mètres. La Noctule commune est détectée majoritairement en-dessous de 40 m de haut. En revanche, lorsque les chauves-souris chassent, les hauteurs de déplacement varient en fonction de la localisation des insectes, de la proximité du bateau d'observation ou de l'éolienne, les espèces les plus grandes exploitant souvent les zones supérieures.

Enfin, l'activité des chauves-souris en mer dépend, comme en zone continentale, des conditions climatiques. Les chauves-souris sont plutôt actives dans des conditions de vents faibles (inférieures à 5 m/s). Les déplacements d'alimentation se réalisent donc par temps calme et légère brise. Les proies c'est-à-dire les insectes marins et terrestres, voire probablement les crustacés de surface, semblent être aussi plus nombreuses par vent faible (0 à 1 m/s) et en absence de vagues. Parmi les espèces les plus tolérantes, la Noctule commune (ou la Pipistrelle commune) peut parfois être détectée lors de vitesses de vent de 9 à 10 m/s. Des conditions d'orage (même lointain) ou de brouillard induisent une diminution voire un arrêt de l'activité. Les phénomènes migratoires s'intensifient vers les côtes en cas de conditions climatiques défavorables.

En mer, l'effet « barrière » n'a jamais été observé. Un parc éolien représente au contraire un lieu de concentration d'insectes, susceptible d'attirer les chauves-souris. Des séquences de chasse ont d'ailleurs été enregistrées régulièrement à proximité de pales immobiles ou en rotation. Plusieurs observations d'espèces distinctes témoignent également de tentatives d'utilisation des éoliennes comme site de repos.

⁵⁶ Groupe Mammalogique Normand, 2004.

⁵⁷ AHLEN, 1997 et 2002 ; AHLEN et al., 2007.

⁵⁸ AHLEN et al., 2007 ; AHLEN et al., 2009.

6.7.1 Le cadrage préalable ou «pré-diagnostic»

Le «pré-diagnostic» aide au choix de la zone de moindre enjeu vis-à-vis des chiroptères. Il se réalise en plusieurs étapes.

La consultation des groupes mammalogistes et d'autres organismes spécialisés permet d'obtenir des données sur les chauves-souris en mer (par exemple les voies de passage connues) mais aussi à terre (par exemple les lieux de regroupements pré-migratoires, les principaux gîtes des espèces résidentes, etc.).

Une analyse cartographique de l'aire d'étude, incluant le littoral, permet de repérer les voies de passages possibles, et de localiser l'ensemble des sites pouvant représenter des zones de repos ou de halte migratoire (îles, phares, ponts, plates-formes, bouées...). A cet égard, la connaissance de zones de haltes pour les oiseaux peut s'avérer utile. Il s'agit également de rechercher d'éventuels sites favorables à des investigations de terrain ultérieures, où seront déposés par la suite des enregistreurs automatiques d'ultrasons.

Quelques visites à la fois sur terre et éventuellement en mer dans les zones de passages fréquents ou d'alimentation (à forte concentration d'insectes) complètent le «pré-diagnostic».

6.7.2 Méthodes d'analyse de l'état initial ou « diagnostic »

Le diagnostic des chiroptères se réalise sur la zone immédiate ou rapprochée une fois le scénario d'implantation retenu. Les observations sont réalisées à la fois sur terre et en mer. Lors des visites de terrain, les données suivantes doivent être recueillies : l'espèce, les conditions climatiques, le lieu d'observation, la direction de vol, le comportement (passage, chasse, cris sociaux). Au même titre que pour les projets terrestres, les investigations doivent être menées prioritairement entre la fin de la période de reproduction et les migrations d'automne, c'est-à-dire entre août et septembre. Il convient également d'étudier la période estivale (de juin à juillet) et les migrations de printemps.

L'étude des chauves-souris en mer, en plus des contraintes techniques similaires aux études terrestres, doit aussi supporter d'autres contraintes liées à la météorologie et à l'accès restreint au site.

Sur les structures fixes en mer comme les phares, les plates-formes, les îles, les bouées, les ponts, ainsi que sur terre, il est recommandé d'utiliser les techniques d'enregistrement automatique d'ultrasons avec un matériel doté de capacités de mémoire et d'autonomie suffisantes. En complément, le bateau permet une approche plus fine du site et de son entourage, en fonction des hypothèses émises lors du «pré-diagnostic», afin de rechercher les zones de forte activité de passage ou les zones d'alimentation avec des insectes en abondance. Les points d'observation doivent être suffisamment espacés et identiques pour l'ensemble des visites. Le bateau (stable et silencieux) ne peut être utilisé efficacement que lors de conditions favorables (peu de vagues, peu de vent), qui correspondent généralement aux conditions d'activité maximale des chauves-souris en mer.

Des moyens techniques complémentaires comme les torches lumineuses, les optiques nocturnes à propriétés éclaircissantes, ou la caméra à image thermique peuvent être utiles pour :

- observer des mouvements de chauves-souris à distance avant de pouvoir les capter au détecteur à ultrasons ;
- identifier les zones fréquentées par les insectes ;
- caractériser les comportements (orientation des vols, comportements de chasse, et comportement vis-à-vis des structures existantes).

Enfin, le radar s'avère efficace pour suivre les espèces de plus grande taille telles que les Noctules, localiser les voies de passages, repérer les directions des vols et les méthodes de chasse, notamment près des structures existantes.

6.7.3 Propositions de mesures

Dans l'état actuel des connaissances, les recommandations relatives à des mesures de réduction ou de suppression des impacts ne peuvent être issues que de la transposition de l'expérience des projets terrestres.

Le choix du site d'implantation et/ou de la configuration d'implantation représenterait la mesure la plus efficace. La distance du site au littoral est un paramètre qui permettrait également de réduire le risque d'impact. Compte-tenu de l'importance du rôle des insectes, il convient de rappeler que les sources lumineuses importantes (hors balisage) sont à proscrire.

D'autres mesures sont aujourd'hui en phase de développement et de test de leur efficacité. On peut à nouveau évoquer la régulation du fonctionnement des éoliennes pendant les périodes les plus à risque (forte présence d'insectes, vent faible) et les méthodes répulsives (soit vis-à-vis des insectes, soit vis-à-vis des chauves souris).

A RETENIR

L'aire d'étude doit couvrir le milieu marin et terrestre, notamment la zone de production de l'énergie, la zone de transport de l'énergie, la zone d'atterrage et de liaison terrestre.

Les effets du parc éolien sur la faune pélagique et côtière (poissons, mammifères), les oiseaux, et les chauves-souris sont à étudier en particulier.

Pour l'étude des oiseaux et des chauves-souris, il est nécessaire d'adapter les méthodes employées à terre vis-à-vis des contraintes du milieu marin.

7 ETUDE DU PAYSAGE ET DU PATRIMOINE

- parcs éoliens terrestres -

Ce chapitre présente la démarche à mettre en oeuvre pour l'étude du paysage et du patrimoine, et, à l'aide d'exemples, les outils et techniques de représentation appropriés. Les définitions utiles à l'élaboration et la compréhension des études paysagères sont mises en évidence au fil du texte.

7.1 Préambule

L'analyse paysagère nécessite de recourir à un vocabulaire précis et d'utiliser à bon escient les outils de représentation graphique. Afin d'unifier les pratiques, ce guide propose des définitions des principaux termes employés. Ces termes ou leurs techniques de représentation sont illustrés par des exemples.

Le **paysage** désigne « une partie de territoire telle que perçue par les populations, dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations »⁵⁹.

Le **patrimoine** est, au sens du code du Patrimoine, « l'ensemble des biens immobiliers ou mobiliers, relevant de la propriété publique ou privée, qui présentent un intérêt historique, artistique, archéologique, esthétique, scientifique ou technique ».

7.1.1 La création de nouveaux paysages

L'implantation d'éoliennes dans le paysage participe depuis plus d'une dizaine d'années en France à la création de nouveaux paysages.

Les paysages avec éoliennes sont des territoires dans lesquels les éoliennes constituent un ensemble d'éléments de paysage dont l'implantation n'en modifie pas fondamentalement les qualités paysagères.

Les paysages éoliens sont des territoires dans lesquels les éoliennes en viennent à devenir les éléments de paysage prépondérants, le faisant ainsi évoluer vers de nouvelles spécificités et qualités paysagères.

Les notions de « cumul » et d'« inter-visibilité » entre les parcs éoliens sont de nouvelles problématiques liées au développement éolien dans les paysages. Ce chapitre aborde largement ces sujets, et la manière dont ils doivent être traités dans les études d'impact.

Dans ce contexte, la meilleure position à adopter est celle qui se donne pour objectif la réussite d'un aménagement des paysages, et moins celle de la conservation et de la protection des paysages (au sens classique du terme) vis-à-vis de l'éolien. En effet, la taille importante des éoliennes rend illusoire toute tentative de dissimuler des parcs éoliens dans les paysages. Il s'agit donc d'engager des « actions présentant un caractère prospectif particulièrement affirmé visant la mise en valeur, la restauration ou la création de paysage », comme y invite la Convention Européenne du Paysage.

Le paysage est tour à tour le sujet et le produit d'une forte demande sociale, il « est partout un élément important de la qualité de vie des populations : dans les milieux urbains et dans les campagnes, dans les territoires dégradés comme dans ceux de grande qualité, dans les espaces remarquables comme dans ceux du quotidien »⁶⁰. Les attentes des populations sont donc nombreuses, d'autant plus fortes qu'elles sont parfois contradictoires.

« Les évolutions des techniques de production agricole, sylvicole, industrielle et minière et des pratiques en matière d'aménagement du territoire, d'urbanisme, de transport, de réseaux, de tourisme et de loisirs, et, plus généralement, les changements économiques mondiaux continuent, dans beaucoup de cas, à accélérer la transformation des paysages »⁶¹. Les parcs éoliens font ainsi partie de ces nouveaux

⁵⁹ Convention Européenne du Paysage.

⁶⁰ Idem.

⁶¹ Idem.

aménagements à caractère technique et énergétique qui transforment les paysages par l'introduction de nouveaux objets et de nouveaux rapports d'échelle. Il convient donc, dans la partie de l'étude d'impact consacrée au paysage et au patrimoine, de prendre en compte l'ensemble des composantes paysagères, pour répondre à la question « Comment implanter des éoliennes dans un paysage de manière harmonieuse ? » Toute tentative de réponse à la question « Comment implanter des éoliennes sans qu'elles se voient ? » est vaine compte tenu des dimensions de telles machines.

Cela implique que le maître d'ouvrage en charge de ce type de projet fasse appel aux compétences de paysagistes qui maîtrisent la lecture du paysage, les outils de représentation graphique et la démarche de projet et de composition paysagère en lien avec les qualités paysagères et patrimoniales d'un territoire.

7.1.2 L'élaboration de l'étude du patrimoine et du paysage

L'étude du paysage et du patrimoine a pour objectifs principaux de :

- mettre en évidence les qualités paysagères du territoire dans les différentes aires de l'étude ;
- recenser et hiérarchiser les sensibilités patrimoniales et paysagères vis-à-vis de l'éolien ;
- déterminer si le paysage étudié est capable d'accueillir des éoliennes, et de quelle manière ;
- composer un projet d'aménagement de paysage ;
- mesurer les effets visuels produits, ainsi que les effets sur la perception du territoire par la population.

Le regard que portent les populations sur « leur » paysage est en effet essentiel : « *l'objectif du projet est de proposer une vision partagée entre les acteurs concernés de ce qu'est « leur » paysage, ce qu'il devient et surtout ce qu'ils souhaitent qu'il devienne* »⁶².

Le **parti paysager de composition** est l'ensemble des choix et des prises de position du paysagiste quant à la concrétisation du parc éolien à l'étude. Ces choix sont relatifs aux grandes lignes d'implantation (alignements, bouquets, trames régulières), à l'organisation des éoliennes les unes par rapport aux autres et aux orientations du projet de territoire (aménagement des abords du parc, mise en scène depuis certains points de vue, etc.). L'ensemble de ces choix résulte des analyses et des études préalables.

La démarche d'étude du paysage et du patrimoine s'insère dans la démarche d'étude d'impact, et plus largement, la démarche projet. Dans cette démarche itérative il est nécessaire de favoriser les aller-retour entre chaque étape de la construction du projet dans un souci de pertinence des propos, des propositions et des préconisations. L'approche diffère pour chaque parc éolien diffère suivant le contexte politique, paysager, patrimonial et humain.

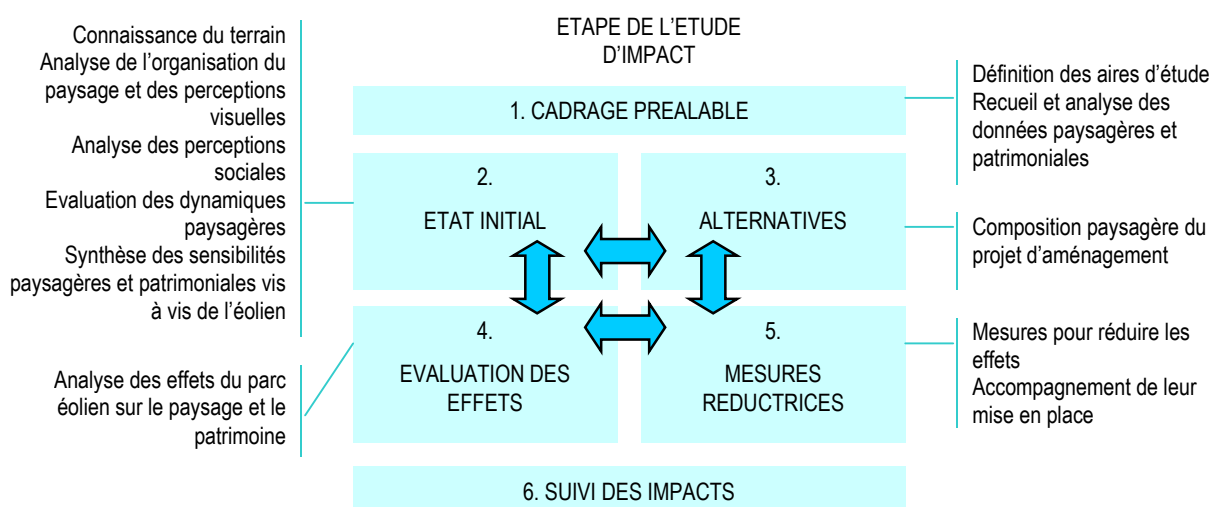


Figure 26 - Démarche itérative de l'étude du paysage et du patrimoine

⁶² Guide des plans de paysage, des chartes et des contrats (voir bibliographie).

Tous les paysages n'ont pas la même capacité à accueillir des éoliennes. La capacité d'un paysage à accueillir des éoliennes se mesure à partir à la fois de ses caractéristiques géographiques et géomorphologiques, de la manière dont il est perçu, et enfin de la manière dont il est exploité, représenté, utilisé, construit, protégé, abandonné et/ou entretenu. Cette capacité d'accueil aboutit, dans la démarche de projet de paysagiste, à la définition d'un parti paysager de composition et au dessin du parc éolien.

A RETENIR

Les parcs éoliens participent à la création de nouveaux paysages, par une démarche de projet et de composition paysagère. Une problématique nouvelle est celle de l'« inter-visibilité » entre parcs éoliens.

L'étude du paysage et du patrimoine doit analyser l'ensemble des composantes paysagères et déterminer les capacités et les modalités d'accueil des éoliennes dans le paysage.

L'utilisation de termes appropriés et d'outils de représentation pertinents facilite la compréhension du projet et de l'étude d'impact.

7.2 Le cadrage préalable

7.2.1 Les aires d'étude

Le nombre et l'étendue des aires d'étude ne sont pas définis par la réglementation. Chaque parc éolien présente des spécificités qui amènent le paysagiste à déterminer les différentes aires dans lesquelles il estime pertinent de mener son étude. Une étude précise et détaillée compte trois ou quatre aires d'étude emboîtées. Il est recommandé d'établir une base commune avec les autres thématiques de l'étude d'impact, pour en faciliter la compréhension globale et comparer les sensibilités et les effets, aire d'étude par aire d'étude : immédiate, rapprochée et éloignée. Un quatrième périmètre (intermédiaire) est souvent proposé par les paysagistes. On détaillera ci-après du point de vue du paysage les aires d'étude présentées au chapitre 3.

L'aire d'étude éloignée à très éloignée

L'aire d'étude éloignée à très éloignée s'étend sur une dizaine à une vingtaine de kilomètres autour du projet : c'est la zone d'impact potentiel du projet.

Elle permet de localiser le projet dans son environnement large, en relation avec des éléments d'importance nationale ou régionale, comme par exemple des sites et monuments. A cette échelle, il s'agit de montrer les « inter-visibilités » avec les monuments historiques avec les autres éléments de patrimoine non protégés, les autres parcs éoliens construits ainsi que les lieux de fréquentation et les grands axes de déplacement (zones habitées, lignes à grande vitesse, autoroutes, chemins de grande randonnée, points touristiques importants, panoramas, etc). Le travail à cette échelle a vocation à vérifier les incompatibilités éventuelles du territoire vis-à-vis de l'accueil d'un parc éolien, mais il s'agit davantage de localiser le parc éolien dans son environnement que de justifier le choix de son implantation précise. La description des unités paysagères doit aider en ce sens.

Une **unité paysagère** correspond à un ensemble de composants spatiaux, de perceptions sociales et de dynamiques paysagères qui procurent par leurs caractères une singularité à la partie de territoire concernée. Une unité paysagère est caractérisée par un ensemble de structures paysagères. Elle se distingue des unités voisines par une différence de présence, d'organisation ou de formes de ses caractères.

Il arrive que l'influence visuelle du projet s'étende ponctuellement à une trentaine ou une quarantaine de kilomètres, en zone montagneuse par exemple, ou depuis certains sites patrimoniaux ou paysagers particulièrement reconnus (au niveau national ou international). Dans ces cas, des points supplémentaires au delà de l'aire d'étude éloignée à très éloignée sont alors utiles.

L'aire d'étude intermédiaire

L'aire d'étude intermédiaire (de trois à une dizaine de kilomètres autour du projet) permet d'étudier les structures paysagères.

C'est dans cette aire d'étude qu'est réalisée la plus grande partie du travail de composition paysagère. La recherche des points de vue et la compréhension de la fréquentation du site doivent aussi être envisagées de manière détaillée pour comprendre le fonctionnement visuel de la structure paysagère concernée. Sans entrer dans une description exhaustive, les formes, les volumes, les surfaces, les couleurs, les alignements et les points d'appel importants sont décrits.

Les **structures paysagères** correspondent à des systèmes formés par des objets, éléments matériels du territoire considéré, les interrelations, matérielles ou immatérielles, qui les lient, et/ou leur perception par les populations. Ces structures paysagères constituent les traits caractéristiques d'un paysage : il s'agit par exemple de la configuration du relief, des haies, des masses végétales, etc. Elles participent au premier chef à l'identification et la caractérisation d'un paysage. Un « paysage donné » est caractérisé par un ensemble de structures paysagères, formées pendant les siècles. Les structures paysagères reflètent l'interaction entre les structures sociales, historiques et actuelles et les structures biophysiques. Les structures paysagères offrent l'armature des projets de protection, de gestion et/ou d'aménagement du paysage.

L'aire d'étude rapprochée

Elle permet d'étudier (jusqu'à environ trois kilomètres autour du projet) les éléments de paysage concernés directement ou indirectement par les travaux de construction des éoliennes et des aménagements connexes. C'est aussi l'aire d'étude des perceptions visuelles et sociales du « paysage quotidien » depuis les espaces habités et fréquentés proches de la zone d'étude du projet.

Peuvent être considérés comme **éléments de paysage**, d'une part, les objets matériels composant les structures et, d'autre part, certains composants du paysage qui ne sont pas des systèmes (un arbre isolé par exemple) mais n'en possèdent pas moins des caractéristiques paysagères, c'est-à-dire qu'ils sont perçus non seulement à travers leur matérialité concrète, mais aussi à travers des filtres historiques, naturalistes, ou d'agrément, comme par exemple un arbre remarquable tel qu'un arbre de la Liberté ou une curiosité botanique. Les éléments de paysage ne sont pas nécessairement ponctuels : par exemple le relief est aussi parfois considéré comme un élément de paysage.

L'aire d'étude immédiate

Correspondant à l'emprise du projet, l'aire d'étude immédiate est l'aire où est recherchée l'insertion fine du parc éolien. Elle permet de décrire comment le projet s'inscrit dans la trame végétale existante, les impacts du chantier et les éventuels aménagements paysagers des abords (chemins d'accès, aires de grutage, structures de livraison, parkings, etc.).



Parc éolien et lignes électriques

7.2.2 Recueil et analyse des données paysagères et patrimoniales

Dans le cadre de la préparation de son étude, le paysagiste effectue une recherche dans la bibliographie disponible pour identifier les qualités paysagères du territoire. La première visite sur le terrain et les premières impressions du paysagiste complètent cette première approche des qualités paysagères.

De nombreux guides, études, cahiers de recommandations, chartes, monographies sont mis à disposition du public (généralement par les services de l'Etat ou les collectivités territoriales) et constituent une base d'informations indispensable pour la conduite d'une étude paysagère et patrimoniale. En l'absence de documents de cadrage de la politique paysagère locale (charte paysagère, plan paysage, schéma éolien, schéma paysager éolien, POS ou PLU, etc.), des investigations complémentaires doivent être menées, comme la rencontre d'acteurs du territoire ou encore la réalisation de visites sur le terrain supplémentaires pour approfondir les connaissances.

Le tableau en ANNEXE 6 synthétise l'ensemble des données paysagères et patrimoniales généralement disponibles sur un territoire ; il en précise les intérêts et les limites dans le cadre de l'étude du paysage et du patrimoine d'une étude d'impact d'un parc éolien.

A RETENIR

Trois à quatre aires d'études sont à considérer pour l'analyse du paysage et du patrimoine :

- l'aire d'étude éloignée à très éloignée permet de localiser le projet dans son environnement global ;
- l'aire d'étude intermédiaire est celle de l'étude des structures paysagères et du travail de composition paysagère ;
- l'aire d'étude rapprochée concerne les éléments du paysage et les perceptions visuelles et sociales ;
- l'aire d'étude immédiate est la zone située sous les emprises du projet.

Le cadrage préalable est l'occasion d'une première approche des qualités paysagères.

7.3 Analyse de l'état initial du paysage et du patrimoine

L'analyse de l'état initial rassemble les connaissances sur le paysage dans lequel l'implantation d'un parc éolien est envisagée. La Convention Européenne du Paysage invite à cette réflexion. « *En mobilisant les acteurs concernés et en vue d'une meilleure connaissance de ses paysages, chaque Partie s'engage : à identifier ses propres paysages sur l'ensemble de son territoire ; à analyser leurs caractéristiques ainsi que les dynamiques et les pressions qui les modifient ; à en suivre les transformations ; à qualifier les paysages identifiés en tenant compte des valeurs particulières qui leur sont attribuées par les acteurs et les populations concernées* » (article 6c).

L'objectif de l'analyse de l'état initial est de répondre aux questions suivantes :

- Quelles sont les spécificités et les qualités du paysage étudié ?
- Quelles sont ses principales sensibilités paysagères et patrimoniales vis-à-vis d'un projet éolien ?
- Quelle est la capacité du paysage étudié à accueillir des éoliennes ?

Les **sensibilités paysagères et patrimoniales** s'évaluent en recoupant différentes approches :

- l'approche visuelle du contexte paysager consiste à étudier sur un territoire donné la sensibilité visuelle des lieux. Elle se fait à partir de l'identification des échelles perçues, des vues majeures reconnues ou protégées, des éléments repères et des champs de visibilité. Elle apporte une réponse objective pour la suite de l'analyse ;
- l'approche sociale concerne la reconnaissance collective des paysages par la population et/ou des groupes sociaux (il ne s'agit pas des intérêts particuliers). Celle-ci s'appréhende par l'examen de documents existants destinés au grand public (guides touristiques, publications, cartes postales)

voire par des enquêtes. Une forte densité de lieux reconnus rend les perceptions collectives sensibles et complexes;

- les tendances d'évolutions des paysages permettent de mieux apprécier les perturbations ou les améliorations que peuvent apporter l'éolien dans un paysage donné et donc de mieux estimer les concordances ou les discordances avec les sensibilités paysagères. Le paysage concerné est-il stable ? Est-il produit par une activité traditionnelle très ancrée sur le territoire ? Est-il en mutation, abandonné ou délaissé ? Un parc éolien redonnera-t-il une dynamique au paysage, respectera-t-il le paysage, le sens des lieux ?



Parc éolien dans un paysage urbanisé

7.3.1 La connaissance du terrain

L'étude du paysage et du patrimoine nécessite des aller-retour réguliers entre la réalité du terrain, la démarche d'analyse et l'avancement de la réflexion sur le projet. Le paysagiste doit multiplier les visites de reconnaissance du paysage, et ses moyens de représentation (croquis, profils, photos, vues panoramiques), car les perceptions varient sensiblement d'un moment de la journée à l'autre, d'un jour à l'autre et d'une saison à l'autre.

Les premières sorties sur le terrain affinent les périmètres des aires d'étude définies au préalable en s'appuyant sur le porter à connaissance, et permettent d'en faire une cartographie précise. Par exemple, sur fond de carte topographique à l'échelle 1/100 000 sont reportés les unités paysagères, les limites administratives pertinentes, les trois ou quatre périmètres de l'étude ainsi que le Nord.

Il est attendu de la part du paysagiste une connaissance « intelligente » du terrain plutôt qu'une connaissance exhaustive dans toutes les aires d'étude. En effet, chacune des aires d'étude génère des problématiques paysagères et patrimoniales spécifiques, directement liées à la distance qui les sépare du parc éolien à l'étude. Chaque élément de paysage, chaque structure paysagère, chaque unité paysagère est étudié en fonction de sa valeur intrinsèque et relativisé selon son appartenance à l'une ou l'autre des aires d'étude (et donc sa proximité au parc éolien en projet).

La rencontre de certains acteurs locaux (élus, membres d'associations, etc.) complète les analyses de terrain. Elle met parfois à jour des éléments absents de la bibliographie ou peu connus qui participent également à la qualité paysagère d'un territoire, comme par exemple le petit patrimoine local, les traditions, l'histoire locale, etc.

Les croquis, par le graphisme et les couleurs employés, traduisent de manière synthétique ce qui est essentiel dans la lecture d'un paysage et permettent le rendu d'une notion plus subjective qui est celle d'ambiance paysagère. Les commentaires directement portés sur le croquis enrichissent l'information et hiérarchisent les composantes du paysage représenté, comme sur le croquis présenté ci-après.



Figure 27 - Croquis de terrain (source : Atelier des Paysages Blaise-Lecuyer)

7.3.2 Analyse du contexte paysager et patrimonial et détermination des qualités paysagères

Pour aborder les parties suivantes, il est important de garder à l'esprit le sens que la Convention Européenne du Paysage donne au mot « paysage » à savoir une *« partie de territoire telle que perçue par les populations, dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations »*, et celle qu'elle donne à la notion d'objectif de qualité paysagère qui *« désigne la formulation par les autorités publiques compétentes, pour un paysage donné, des aspirations des populations en ce qui concerne les caractéristiques paysagères de leur cadre de vie »*.

Pour déterminer les qualités paysagères du territoire, le paysagiste doit analyser comment ce paysage est construit et perçu par les populations. Il doit, en outre, estimer à quel moment de la « vie » du paysage le projet intervient, afin de choisir les bons outils et la bonne échelle d'analyse. L'implantation d'éoliennes participe largement à la dynamique paysagère, à l'évolution de ses formes et de son sens. Ce chapitre détaille successivement l'analyse de l'organisation du paysage et des perceptions visuelles, puis des perceptions sociales.

C'est l'analyse des qualités paysagères au regard du parc éolien à l'étude qui détermine les degrés de sensibilité paysagère et patrimoniale.

Analyse de l'organisation du paysage et des perceptions visuelles

Les perceptions d'un parc éolien sont multiples et souvent liées à des points de vue particuliers, à des bassins de vision, à des axes de perception, mais aussi à la composition du paysage (qui offre des écrans, cadrages, perspectives).

Le paysagiste analyse le contexte paysager dans l'objectif de déterminer la façon dont ce territoire est perçu. Il recense, hiérarchise et cartographie les différents points de vue, axes et bassins de vue représentatifs des qualités paysagères du territoire, dans la mesure où ils sont orientés vers le projet.

Pour cela, il aborde les grandes orientations du paysage et les types de perceptions visuelles, les composantes paysagères et les manières dont elles orientent les perceptions visuelles, et enfin le contexte éolien existant (parcs éoliens existants, en construction et en projet).

Le **champ de vision** (ou **zone de visibilité**)⁶³ est l'étendue spatiale qui s'offre à la vue depuis un territoire donné. Elle peut être réduite (limitée par des haies, des bâtiments, etc.) ou au contraire s'étendre jusqu'à l'horizon en l'absence d'écran visuel.

La **profondeur de champ (de vision)** est la limite du champ de vision, c'est-à-dire la distance jusqu'à laquelle peut porter le regard au sein d'un champ de vision donné. Le champ de vision peut être plus ou moins profond, c'est à dire que le regard peut porter plus ou moins loin en fonction de différents facteurs : le relief et la présence de végétation, de constructions ou de tout autre obstacle visuel.

Dans certains cas, les éoliennes peuvent augmenter la profondeur d'un champ de vision, si elles sont implantées sur un plan paysager situé visuellement derrière la ligne d'horizon et sont malgré tout visibles depuis le point de vue de l'observateur.

a) Les grandes orientations du paysage

La construction et l'organisation du paysage sont rendues compréhensibles par la cartographie des grands ensembles géographiques et paysagers. Sont représentées, à l'échelle 1/100 000 ou 1/50 000, les limites administratives pertinentes (frontière nationale, limites de région, de département, de communauté de Communes, voire limites communales), les espaces de protection des paysages (parcs nationaux, PNR, ZPPAUP) et enfin les unités paysagères.

Contrainte souvent forte, le relief est généralement à la base de l'organisation du territoire. Il s'étudie jusqu'à l'échelle de l'aire d'étude éloignée et doit être lu au regard des autres thèmes d'étude. En effet, il oriente les perceptions du territoire, il contribue à organiser le bâti et l'occupation du sol et il peut produire des points de repère paysagers (silhouette montagneuse par exemple) ou être à l'origine de pratiques agricoles, sociales et culturelles.

Les formations géologiques singulières ne sont abordées dans l'étude que si elles ont une forte présence dans le territoire, et si les paysages qui en sont issus jouissent d'une reconnaissance ou d'une fréquentation particulière, comme la chaîne des Puys ou les gorges du Verdon.

⁶³ Préfecture de Moselle, sept. 2006 (voir bibliographie).

L'eau joue un rôle souvent important dans la formation, l'organisation et la perception des paysages. Utilisée dans certains cas comme moyen de développement, de construction, de protection ou de promotion d'un paysage (boucles de la Seine, vallée de la Loire), l'eau est, dans d'autres cas, vécue comme un obstacle (lits de rivières et zones inondables, zones de marécages). Les cours d'eau et les canaux créent, par leur linéaire, des lignes directrices dans le paysage. Les ripisylves renforcent le tracé des cours d'eau et constituent un repère fort dans le paysage. Le paysagiste doit également faire le lien entre la proximité de l'eau et les différents types de bâti (canaux, écluses, moulins, architecture balnéaire, zones de pêche, de tourisme).

b) Outils et méthodes

A ce stade, avec les différents plans de lecture du paysage et leur importance relative, le paysagiste est en mesure de définir les principaux champs de visions, ainsi que les profondeurs de vue. C'est seulement par la suite que sera effectué le choix de points de vue particuliers pour composer le parc éolien et mesurer ses effets, avec l'analyse de l'organisation de l'habitat, des structures végétales, des éléments de patrimoine et des perceptions sociales.

Le paysagiste dispose de plusieurs outils graphiques pour illustrer la construction et l'organisation du paysage à partir de l'analyse du relief. Ces outils sont la carte de relief, la coupe de terrain, le bloc paysager, ou encore le croquis.

Le bloc paysager est l'un des outils les plus complets pour traduire réellement ou interpréter le contexte paysager. Il est d'autant plus efficace qu'il est directement légendé, orienté et accompagné d'illustrations complémentaires (coupes, croquis interprétatifs, photos etc.) insérées en parallèle.

Le bloc de la figure 28 montre l'organisation du territoire étudié (ici le massif de Saoû composé de falaises calcaires se détachant des piémonts densément boisés, de parcelles agricoles vastes et planes, et d'un réseau routier autour du massif montagneux) et renseigne sur son échelle. Le paysagiste a en effet pris soin de représenter en détail certains éléments de paysage ou structures paysagères caractéristiques (les haies, boisements, le parcellaire, les sommets montagneux). Les coupes directement repérées sur le bloc paysager mettent en évidence le contexte géomorphologique du territoire. Les échelles verticale et horizontale peuvent être différentes l'une de l'autre à condition qu'elles n'exagèrent pas outre mesure les qualités du paysage. Les **coupes** fournissent une information plutôt quantitative. Le bloc apporte des détails aussi bien quantitatifs que qualitatifs. Il faut éviter toute disproportion exagérée dans les rapports d'échelle afin de ne pas fausser les représentations.

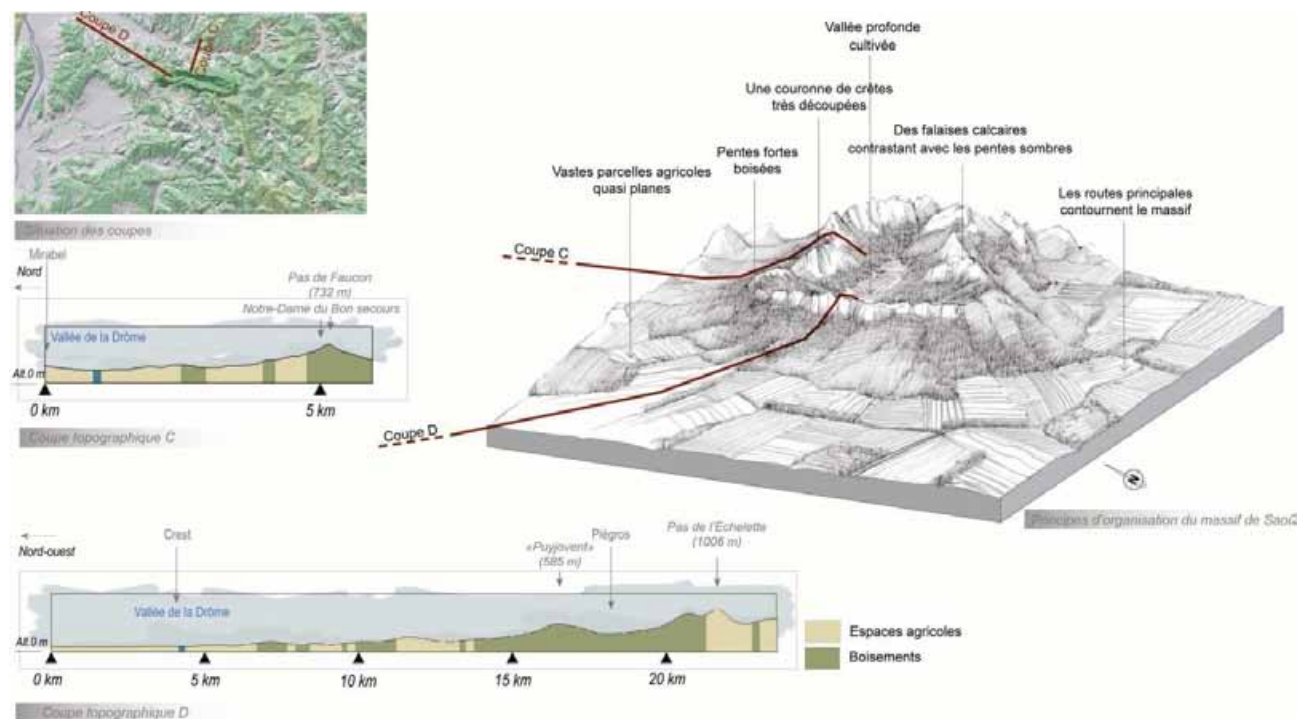


Figure 28 - Bloc paysager et profils de terrain (source : Atelier des Paysages, Arbre&Sens et Carto-graphic)

Les **croquis interprétatifs** décomposent le paysage en horizons successifs ou plans paysagers depuis le point de vue considéré et montrent l'importance de chacun dans la perception générale de ce paysage.

La **coupe** est particulièrement représentative de la profondeur réelle du territoire, c'est-à-dire ce qui est effectivement perçu (vision panoramique, en nuances de vert et bleu ici), et ce qui ne peut être perçu (fond de vallée, coteau en hachures sur la

figure suivante car masqués depuis les points clé d'observation). Elle permet également de rendre compte de l'échelle du relief et de sa distance aux points de vue. Pour une meilleure compréhension de l'organisation du territoire étudié, la coupe se lit en parallèle du croquis, à condition qu'elle en adopte le même code de couleurs.

Le paysagiste est alors en mesure de tirer des conclusions sur l'opportunité d'implanter des éoliennes sur tel ou tel plan paysager, c'est-à-dire s'il faut privilégier un plan visible depuis un point de vue particulier ou au contraire, un plan imperceptible.

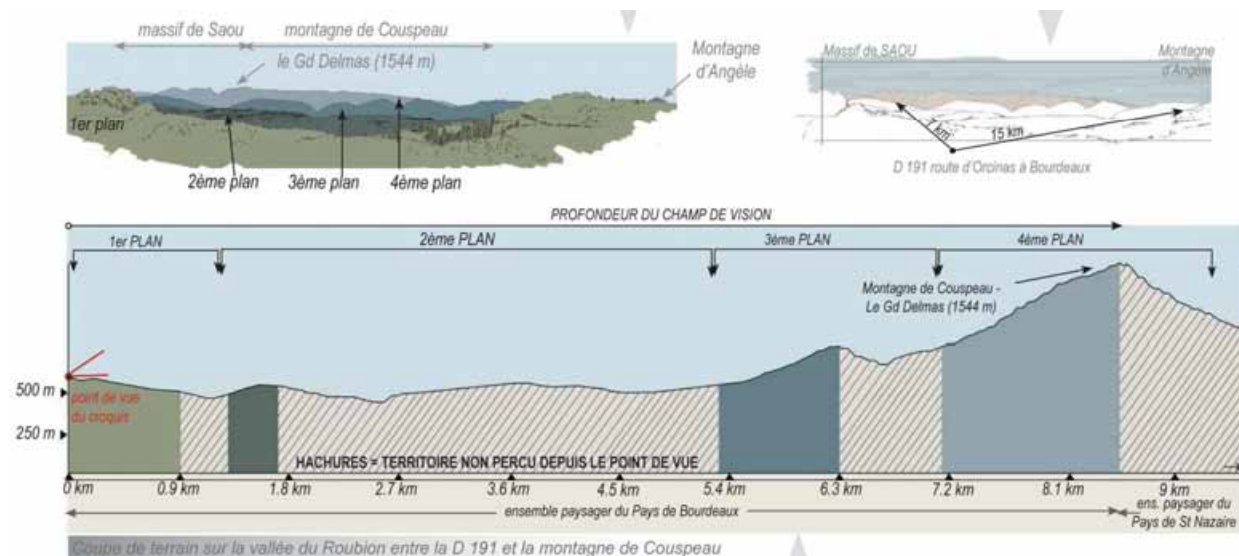


Figure 29 - Croquis et coupe de terrain illustrant un bassin de vision (source : Atelier des Paysages, Arbre&Sens et Carto-graphic)

c) Les composantes paysagères et les perceptions visuelles

Le paysage est perçu visuellement de différentes manières selon le contexte paysager dans lequel se situe l'observateur.

La perception statique est liée à des points ponctuels, situés a priori dans toutes les aires d'étude. Les points de vue sont soit « officiels » et très reconnus (comme une table d'orientation, un site patrimonial en promontoire) ou alors plus confidentiels. La perception statique est aussi liée à un grand bassin de vision. L'ensemble des habitations d'un même lieu de vie (village, hameau etc.) qui proposent les mêmes types de vues sur le projet éolien font alors partie du même bassin de vision. C'est généralement le cas dans l'aire d'étude éloignée du projet.

Les perceptions dynamiques sont liées à des axes de déplacement. Les grandes infrastructures de communication constituent des axes de vue privilégiés. Ce sont des axes de découverte et de pénétration visuelle et physique dans le paysage. Les perceptions sont différentes en fonction des aires de l'étude, des vitesses de déplacement (autoroutes, nationales, TGV, trains, ou chemins vicinaux), des types de déplacements (quotidiens, occasionnels ou touristiques), des modes de déplacement (en voiture, à pied, etc.), du statut et du cadre du déplacement (route touristique, route thématique, parcours ou circuits de découverte, chemins de randonnée). Des séquences homogènes peuvent être déterminées le long des axes routiers ou des chemins de randonnée.

L'identification de certains champs de vision particuliers qui sont essentiels dans la lecture du paysage requiert une étude croisée avec d'autres composantes paysagères (structures végétales, organisation et formes de l'habitat, éléments de patrimoine, parcs éoliens existants). Les premiers points de vue importants qui seront pris en compte pour composer le projet éolien et mesurer ses effets sont ainsi déterminés.

d) Les structures végétales

Dans chaque aire d'étude, le paysagiste étudie le végétal en tant qu'élément du paysage, par sa présence, son organisation. Les structures végétales produisent des formes particulières : forêts, haies bocagères, cultures agricoles, alignements, arbres isolés, ripisylve, vergers, vignobles etc. Leurs modes d'implantation, leur rôle dans l'accompagnement ou le marquage d'éléments du paysage particuliers (routes, reliefs, formes singulières d'habitat) sont aussi à étudier.

Les structures végétales jouent un rôle très important dans les perceptions du paysage. D'une part, ce type de perception s'exprime surtout en volume, en terme de rythme, de masque ou de fenêtre. La forêt provoque par exemple un effet de masse dans le paysage qui contraste avec les autres éléments. D'autre part, les populations accordent souvent un attachement particulier aux différentes formes que

prend la végétation et la chargent de beaucoup de sens jusqu'à la considérer comme un élément de patrimoine à part entière (c'est le par exemple cas des arbres de la Liberté).

Le croquis interprétatif, par un jeu de couleurs particulier, permet de sélectionner et d'accentuer la présence de certaines structures végétales et de comprendre leur rôle dans l'organisation et la perception d'un paysage.

Le profil de terrain est nécessaire pour faire comprendre l'insertion des structures végétales dans le relief, en termes de rythme, d'emprise ou de densité.



Figure 30 - Croquis interprétatif mettant en évidence les structures végétales (source : Atelier des Paysages)

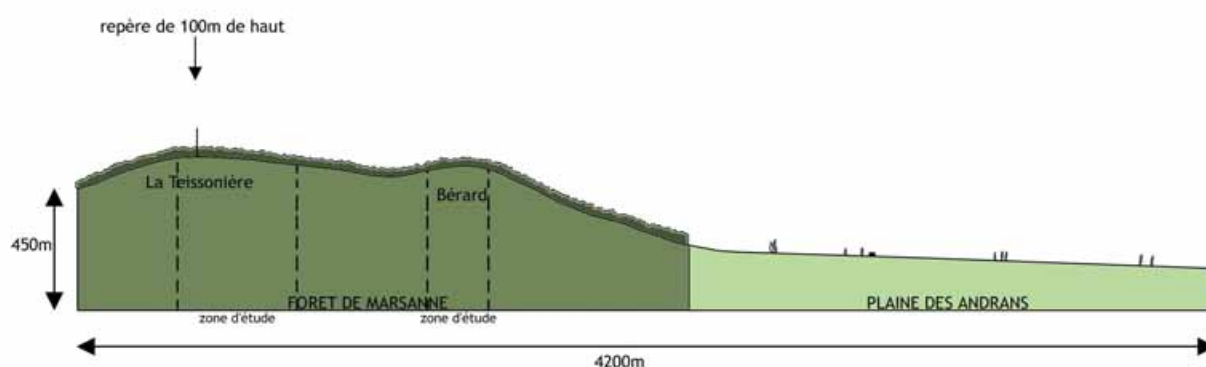


Figure 31 - Profil de terrain mettant en évidence les structures végétales (source : Atelier des Paysages)

e) L'organisation du territoire et ses usages

L'objectif n'est pas d'établir un inventaire complet de l'organisation du territoire et de ses usages mais de montrer comment l'occupation du sol, les activités agricoles ou pastorales, les activités industrielles, les activités touristiques et sportives s'organisent en cohérence, s'adaptent au terrain, et évoluent au cours du temps. L'occupation résidentielle et l'occupation touristique sont également à prendre en compte.

f) L'habitat et l'urbanisation

Le rapport de l'habitat à l'espace produit des effets dans les structures paysagères. Le paysagiste observe la dispersion de l'habitat, le regroupement au sein de noyau de village, bourg, hameau, l'étirement en village « rue », le positionnement étagé d'un village perché ou l'implantation en fond de vallon. Le paysagiste détermine également les types de perceptions que proposent les différents lieux de vie et les pondère en fonction de leur appartenance à telle ou telle aire d'étude. Il affine ainsi le choix des points de vue nécessaires à la composition et à l'illustration des effets du parc éolien.

La consultation des documents d'urbanisme des communes concernées est utile pour comprendre la logique de développement de l'habitat et la stratégie de développement communal ou intercommunal.

Le **bloc paysager** et le **croquis interprétatif**, lorsqu'ils sont lus en parallèle, permettent de bien comprendre l'organisation et la perception des paysages. Sur le bloc de la figure 32 peuvent être lues la morphologie du paysage et la manière dont sont implantés le bâti et les principales masses végétales. Les croquis, directement localisés sur ce même bloc, illustrent la perception du contexte paysager depuis certains bassins de vision. Les croquis retracent des perceptions quotidiennes du paysage, alors que le bloc paysager en donne une approche plus théorique, mais pour autant tout aussi réaliste.

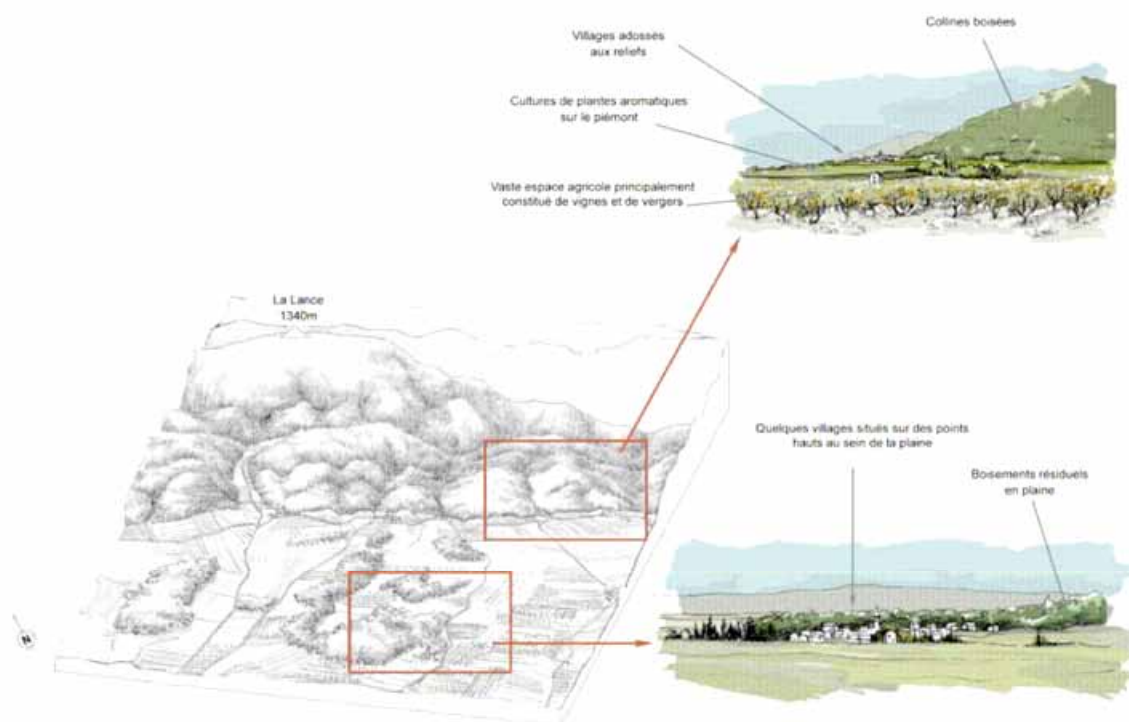


Figure 32 - Bloc paysager et croquis interprétatifs présentés en parallèle (source : Atelier des Paysages, Arbre&Sens et Carto-graphic)

g) Le patrimoine

La notion de patrimoine inclut aussi bien les éléments du patrimoine bâti que ceux du patrimoine paysager et culturel. Elle s'applique à des éléments isolés (bâti ou non) comme à des ensembles et compositions paysagères offrant un équilibre et une harmonie dans le site. Constituent le patrimoine les bâtiments, sites et éléments de paysage protégés par l'Etat ou les collectivités locales, ou répertoriés dans les inventaires d'éléments remarquables (jardins, arbres, ouvrages d'art et petit patrimoine tels que les fontaines ou les lavoirs).

Dans tous les cas, le paysagiste doit inventorier de façon exhaustive tous les éléments de patrimoine protégés ou non, et les cartographier jusqu'à l'échelle de l'aire d'étude très éloignée. Il les classe dans un tableau en fonction de leur degré de protection et de reconnaissance, de leur proximité avec le parc éolien à l'étude et le cas échéant de leur aire de mise en scène. Il s'agit d'apprécier l'intérêt de ce paysage dans le contexte du projet.

Dans certains champs de vision, des éléments de paysage ou de patrimoine s'imposent, car ils sont de nature, de forme, de texture ou même d'échelle très différente par rapport au reste du paysage. Ils deviennent alors des repères ou des points d'appel. Leur importance peut être confortée par une grande notoriété et/ou une fréquentation particulière. Le paysagiste doit mesurer l'importance de ces repères dans le paysage et se prononcer sur leur concordance avec le parc éolien.

Les points d'appel visuel⁶⁴ sont des éléments qui attirent le regard et constituent des points de repères dans le paysage. Ces points d'appel visuel sont par exemple des clochers, des arbres, des masses boisées, des châteaux d'eau, des pylônes, des mâts, des éléments bâtis remarquables, etc.

⁶⁴ Préfecture de la Moselle, sept. 2006 (voir bibliographie).

Le point de vue ci-dessous présente des enjeux paysagers importants. Le château d'eau et le Mont Saint Eloi constituent deux **points d'appel visuel** importants, mais de nature et de reconnaissance très différentes. C'est pourquoi leur importance et leur valeur (sensibilité) ne sont pas les mêmes vis-à-vis d'un parc éolien.



Figure 33 - Vue panoramique sur un paysage du Pas de Calais, depuis un axe routier régional très fréquenté (source : Atelier des Paysages)

h) « Co-visibilité » et « inter-visibilité »

Dès que l'on est en présence d'un monument historique protégé s'applique la notion de « co-visibilité ». En effet, des périmètres de protection réglementaire sont créés autour des monuments historiques (500 mètres autour d'un monument classé où tout projet est soumis à un avis conforme de l'Architecte des Bâtiments de France). Le terme de « co-visibilité » est très souvent employé par abus de langage dans les études d'impact de parcs éoliens, pour exprimer le fait que des éoliennes et un site patrimonial (protégé ou non) sont perceptibles en même temps dans le même champ de vision.

« Co-visibilité » ou « inter-visibilité » ?

La notion de « co-visibilité » est à réserver aux monuments historiques. Le terme d'« inter-visibilité » s'applique au cas général de visibilité entre une éolienne et un site patrimonial ou des éléments de paysage.

On parle de « co-visibilité » ou de « champ de visibilité » lorsqu'un édifice est au moins en partie dans les abords d'un monument historique et visible depuis lui ou en même temps que lui. Par conséquent la notion d'« inter-visibilité » entre éolienne et patrimoine, s'applique lorsque :

- l'éolienne est visible depuis le site patrimonial ;
 - le site patrimonial est visible depuis l'éolienne ;
 - le site patrimonial et l'éolienne sont visibles simultanément, dans le même champ de vision ;
- ... et cela quelles que soient les distances d'éloignement de ces éléments de paysage et des points de vue. De manière plus générale l'« inter-visibilité » s'établit entre les éoliennes et tout autre élément de paysage (village, forêt, point d'appel, arbre isolé, château d'eau, etc.)

En plus des éventuelles « co-visibilités » dans les périmètres de protection des monuments historiques protégés, le paysagiste étudiera toutes les autres « inter-visibilités » importantes depuis les points de vue représentatifs des qualités paysagères et patrimoniales du territoire. Ce travail est particulièrement nécessaire dans les paysages où l'éolien est déjà présent et lorsque le territoire est marqué de nombreux repères paysagers reconnus socialement et culturellement (sommets montagneux, ensemble architectural, édifice religieux, militaire, village repère, patrimoine naturel). Le paysagiste doit alors se prononcer sur les « inter-visibilités » à conserver et surtout sur les rapports d'échelle acceptables entre des éléments de paysage ou les structures paysagères et le projet éolien en émettant des recommandations sur la hauteur des machines et leur distance aux éléments de paysage.

Le croquis ci-dessous montre, depuis un point de vue important, l'« **inter-visibilité** » entre le village repère (point d'appel), le parc éolien et la montagne repère car ils sont présents en même temps dans le même bassin de vision.

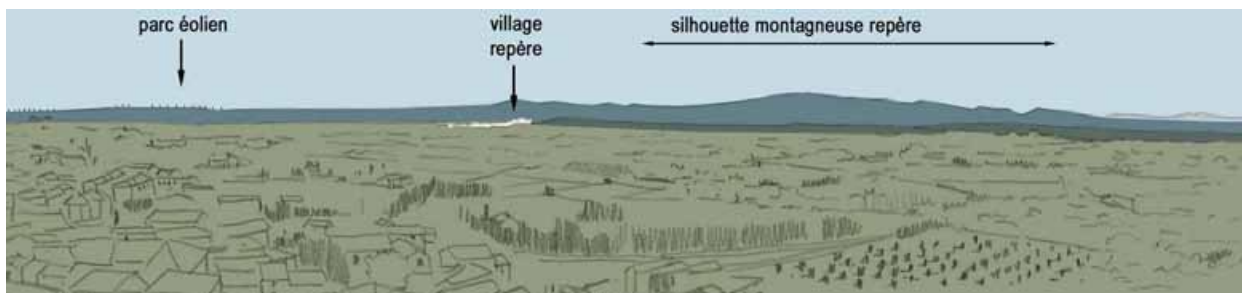


Figure 34 - Illustration de la notion d' « inter-visibilité » (source : Atelier des Paysages, Arbre&Sens et Carto-graphic)

i) Mise en scène paysagère

Une problématique de mise en scène paysagère lie patrimoine et éolien. Ainsi, il ne suffit pas de recenser les éléments de patrimoine et leur degré de protection et de reconnaissance, il faut également mesurer si le patrimoine en question a besoin d'une aire géographique nécessaire à sa mise en scène ou si sa reconnaissance intrinsèque se suffit à elle-même.

L'aire de mise en scène est l'aire visuelle participant à la mise en scène d'un élément de patrimoine ou de paysage. Elle est constituée d'un ensemble d'éléments de paysage ou de structures paysagères. Ses limites sont le plus souvent liées à l'ouverture du champ de vision depuis un ou des points de vue particuliers. Cette aire est souvent reconnue par les populations.

L'aire de mise en scène peut aussi bien concerner des éléments de patrimoine bâti (village perché, château, abbaye,...) que les éléments naturels ou paysagers, comme des structures paysagères particulières. L'élément de patrimoine et son aire de mise en scène sont indissociables et doivent être considérés ainsi vis-à-vis du parc éolien.

L'aire de mise en scène peut être représentée au moyen de deux types d'illustrations complémentaires : la **coupe de terrain** et la **vue oblique**. Sur la figure 35, la coupe indique le point de vue de l'observation, la partie du massif montagneux qui est mise en scène (en bleu), son éloignement, et l'étendue de territoire (en brun) dont les qualités paysagères servent d'écrin au sommet montagneux. La coupe fournit une vision transversale de l'aire de mise en scène. La vue oblique constitue une approche plus longitudinale. La mise en regard de ces deux documents montre l'ampleur du territoire nécessaire à l'appréciation d'une structure paysagère exceptionnelle. La cohérence des échelles verticale et horizontale facilite la compréhension de la réalité du terrain.

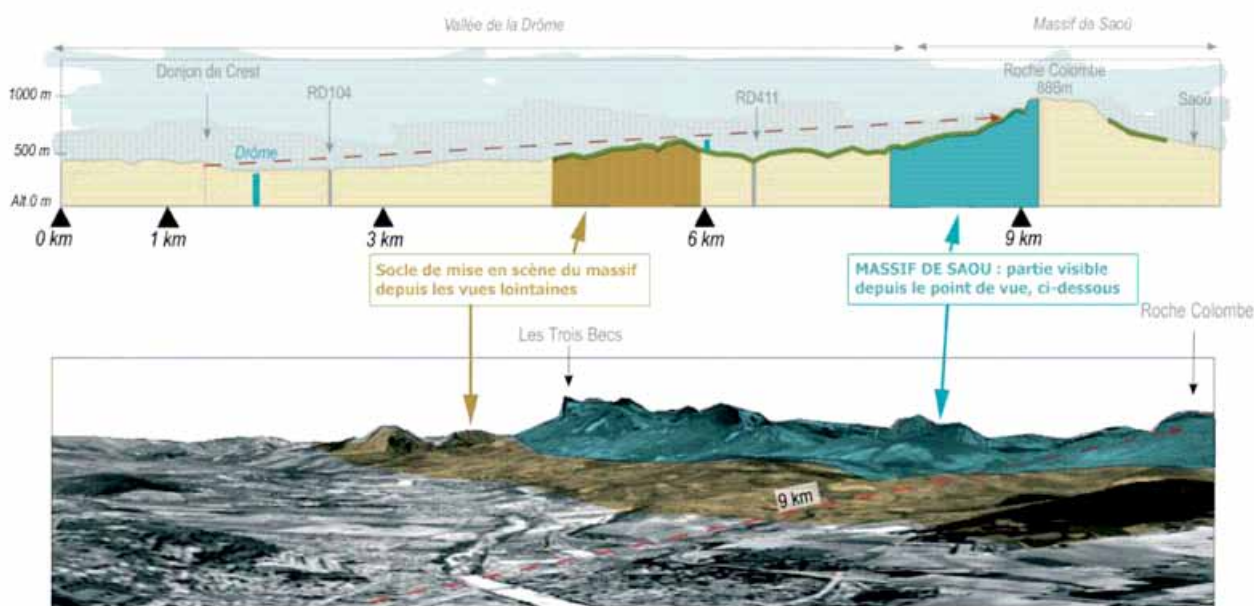


Figure 35 - Coupe et vue oblique illustrant le périmètre de mise en scène du massif de Saoû (source : Atelier des Paysages, Arbre&Sens et Carto-graphic)

j) Les parcs éoliens existants, en construction, en projet

Le cumul des parcs éoliens construits ou en projet est l'une des problématiques nouvelles dans les études pour l'implantation d'éoliennes. Pour l'étudier, le paysagiste doit inventorier et cartographier tous les parcs éoliens construits, en construction ou en projet (dont les permis viennent d'être accordés), ainsi que les ZDE accordées, situés dans l'ensemble des aires de l'étude. Les éoliennes existantes sont à considérer comme des éléments de paysage. Il est donc nécessaire d'analyser comment elles s'insèrent dans les structures paysagères, quel rapport d'échelle elles entretiennent avec les autres éléments du paysage et quelle est leur influence dans chacune des aires de l'étude.

On pourra aussi déterminer quelle proportion de l'horizon occupent les parcs éoliens existants dans les principaux champs de vision pour évaluer dans quelle mesure il est possible d'implanter de nouvelles éoliennes en évitant tout phénomène de saturation visuelle.

Le terme de **saturation visuelle** appliqué à la part de l'éolien dans un paysage, indique que l'on a atteint le degré au-delà duquel la présence de l'éolien dans ce paysage s'impose dans tous les champs de vision. Ce degré est spécifique à chaque territoire et il est fonction de ses qualités paysagères et patrimoniales et de la densité de son habitat.

Les **croquis interprétatifs** sont nécessaires pour, d'une part, analyser le poids de l'éolien existant et d'autre part, pour esquisser la place éventuelle du futur parc depuis des points de vue présentant des sensibilités particulières. Sur le croquis de la figure 36 un axe d'entrée sur le territoire représente la vue panoramique la plus importante du parcours. Seules les grandes lignes du relief et les éléments de paysage structurants sont représentés, parmi lesquels les parcs éoliens construits et ceux en construction, les lignes à haute tension, les masses boisées accompagnant le relief. Les éoliennes sont toutes représentées avec le même code couleur.

Dans ce champ de vision, quatre parcs éoliens sont perceptibles en même temps (c'est-à-dire sont en «inter-visibilité» bien qu'ils se trouvent dans des périmètres d'éloignement différents par rapport au point de vue). Les cônes de vue sans éoliennes sont restreints. Le paysagiste doit se poser la question de la capacité de ce paysage à accueillir de nouvelles éoliennes et surtout du type de projet de paysage qu'il souhaite créer. Est-il possible d'implanter de nouvelles éoliennes dans ce contexte éolien très fourni et de se fonder sur les parcs en place pour définir le parti paysager d'aménagement ? Est-il préférable de prospecter un territoire moins équipé ?

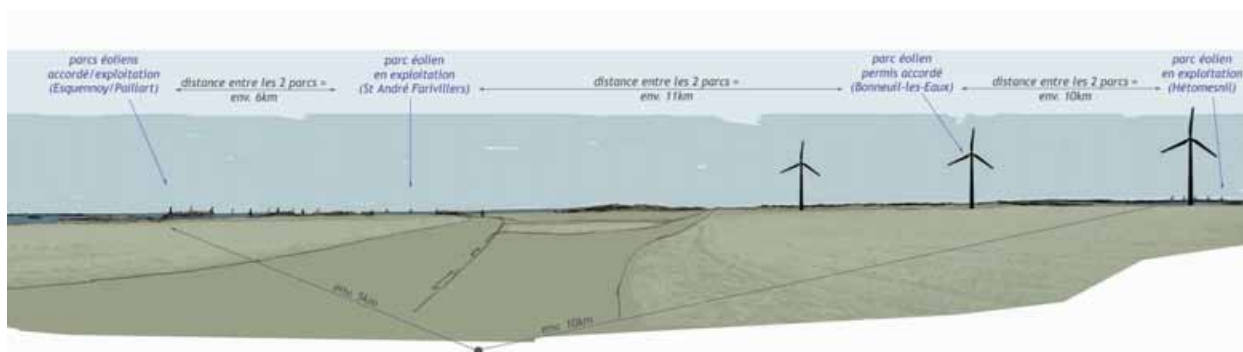


Figure 36 - Croquis interprétatif illustrant le cumul d'éoliennes dans un paysage de l'Oise (source : Atelier des Paysages)

Synthèse des perceptions visuelles et choix des points de vue pour la composition du parc éolien

L'ensemble des perceptions visuelles se synthétise aisément sous forme cartographique et le paysagiste peut les croiser avec l'analyse des différentes perceptions sociales. Les bassins de vision et les points de vue représentatifs des qualités paysagères du territoire doivent impérativement ressortir de cette synthèse et être pondérés en fonction du degré d'enjeu qu'ils présentent vis-à-vis du projet éolien.

La synthèse aboutit au choix des points de vue qui serviront à la composition du parc éolien et de ceux qui en illustreront les effets. Ce choix s'effectue en fonction :

- des qualités des éléments de paysage et des structures paysagères qu'ils donnent à voir ;

- des « co-visibilités » et « inter-visibilités » avec des sites patrimoniaux protégés ;
- des « inter-visibilités » éventuelles avec des parcs éoliens existants ;
- de l'ouverture et de la profondeur du champ de vision ;
- du degré de reconnaissance et de fréquentation d'un site et du point de vue associé.

Les points de vue choisis pour la réalisation de simulations doivent être pertinents et traduire la variété des qualités paysagères du territoire. On prendra soin d'éviter ainsi les points ne présentant aucun enjeu (car non fréquentés ou non accessibles) ou les fenêtres de vue anecdotiques vers le parc éolien.

Sur une **carte de synthèse des perceptions visuelles** apparaissent les principaux points de vue et leur(s) champ(s) de vision associé(s), les directions des champs de vision, leurs limites, les points d'appel (éléments de patrimoine bâti, reliefs particuliers), les axes de perception liés à des axes de déplacement, le relief lorsqu'il est marqué et structurant.

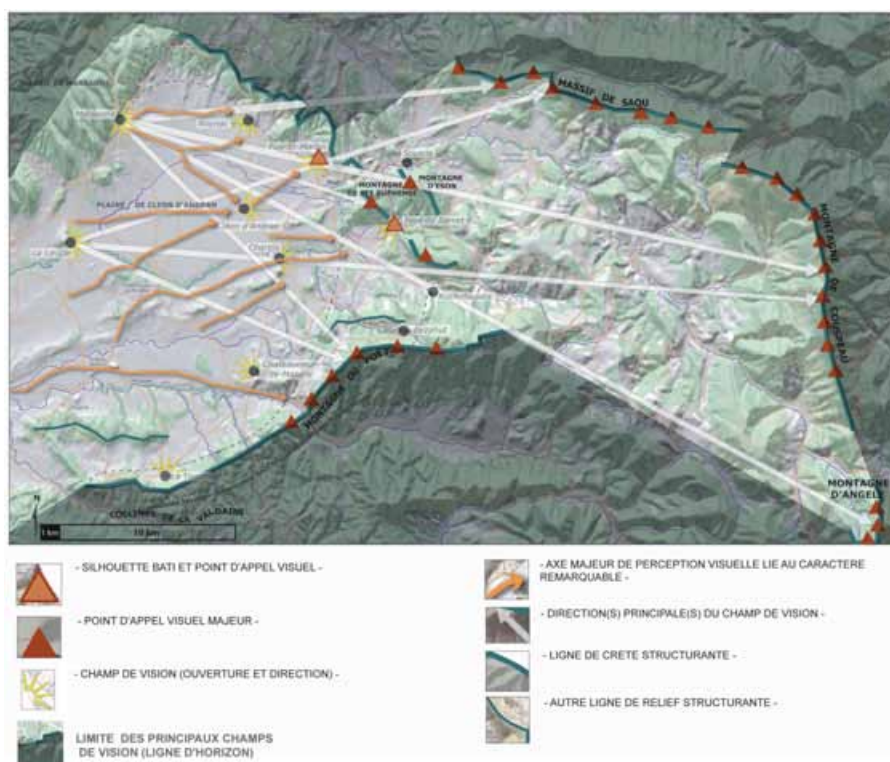


Figure 37 - Carte de synthèse des perceptions visuelles (source : Atelier des Paysages, Arbre&Sens et Carto-graphic)

A RETENIR

La connaissance du terrain s'organise à partir de visites de reconnaissance du paysage et de la rencontre des acteurs locaux.

L'analyse de l'organisation du paysage et des perceptions visuelles se traduit par des représentations appropriées (bloc paysager, croquis, coupe, carte de synthèse).

La notion de « co-visibilité » est à réserver aux monuments historiques. Le terme d'« inter-visibilité » s'applique au cas général de visibilité entre éolienne et site patrimonial ou éléments de paysage.

Analyse des perceptions sociales : du paysage quotidien aux représentations

Les valeurs attachées à un paysage s'expliquent de part la définition même du terme paysage, à savoir le regard porté par les populations sur un territoire. De plus, « *le paysage renvoie implicitement à la notion de protection donc à une idée de contrainte, et dans le même temps, le paysage est le produit de l'activité humaine. On est donc en présence d'une opposition inhérente au paysage entre le nécessaire développement qui transforme le paysage et le respect du paysage existant qui va à l'encontre du développement* »⁶⁵.

Ces perceptions ne sont pas non plus figées dans le temps. D'une part, les valeurs attachées à un paysage évoluent comme le système de représentation du monde de nos sociétés. D'autre part, il ne saurait y avoir de pensée unique sur un paysage donné car les perceptions sont différentes et fonction des catégories de populations, de leur vécu et des sentiments propres à chacune. Les valeurs et les représentations associées à un paysage sont donc multiples et parfois sources de divergence. Il est donc nécessaire d'identifier dans tous les cas, les grands types de perceptions sociales d'un territoire, y compris les éventuelles contradictions, afin de déterminer les niveaux de sensibilité du territoire vis-à-vis du parc éolien.

L'aménagement d'un paysage, par exemple sa transformation par l'implantation d'un parc éolien, change le référent des valeurs attachées au paysage en question. C'est l'enjeu des démarches et procédures de concertation et de participation des citoyens au processus décisionnel. Bien souvent, les visions des différents groupes sociaux s'affrontent. Le paysagiste doit identifier les valeurs partagées afin de montrer la complexité et la multiplicité de ces approches sociales.

Dans des cas particulièrement difficiles, le paysagiste pourra approfondir la connaissance du territoire et ses perceptions par les populations en réalisant (ou en faisant réaliser par des professionnels) des enquêtes auprès d'échantillons représentatifs et significatifs :

- élus (impliqués dans la gestion et l'aménagement quotidien des paysages) ;
- groupes professionnels (agriculteurs, forestiers, viticulteurs ...) impliqués dans la gestion du territoire ;
- groupements ou associations (pêcheurs, chasseurs, naturalistes,...) ;
- professionnels du tourisme, etc.

L'étude des perceptions visuelles est indissociable de celle des perceptions sociales. L'étude des perceptions sociales affine l'analyse des valeurs et des qualités paysagères du territoire et permet de justifier sans équivoque le choix d'un point de vue (pour la composition ou l'illustration des effets du parc éolien sur le paysage) plutôt qu'un autre.

Le paysagiste étudie les lieux de vie et le rapport de l'homme avec son environnement de vie quotidien, vis-à-vis de l'introduction possible de nouveaux éléments dans son paysage. Les villages, places, hameaux sont des endroits quotidiens de perception du parc éolien. Les éoliennes doivent y être envisagées en tant que futur paysage familial. La prise en compte des résidents secondaires dans l'étude est également importante car ils peuvent être attachés au caractère pittoresque de leur cadre de villégiature et par conséquent attentifs à le protéger de tout changement.

D'autres points de vue contradictoires sont ceux liés au développement de certaines **activités professionnelles**. L'éolien est perçu soit comme un soutien à une activité (agricole), soit comme entrant en contradiction avec l'image des produits locaux.

L'image que les populations renvoient de leur paysage quotidien se retrouve dans **les représentations** (littéraires, artistiques, sociales ou touristiques) du territoire. Il est nécessaire de croiser, entre elles, ces différentes représentations et de les confronter avec les perceptions quotidiennes du paysage. Ces constats alimentent la connaissance du contexte paysager et permettent le choix définitif des points de vue pour l'étude des effets du parc éolien. L'analyse des représentations s'effectue au travers de quatre types de perceptions (voir encadré).

⁶⁵ Etude sur les indicateurs sociaux du paysage (voir bibliographie).

La multiplicité des perceptions et des modèles paysagers⁶⁶

La première perception étudiée est celle qui s'attache aux sites et paysages que l'on peut qualifier de « renommés », c'est-à-dire ceux qui sont protégés au titre d'une législation nationale (sites classés ou inscrits par exemple) ou internationale (notamment les biens du patrimoine mondial de l'UNESCO). La deuxième est celles des paysages « représentés », c'est-à-dire ceux qui ont été mis en valeur par des œuvres artistiques, qu'il s'agisse de peinture, de photographie, de littérature. La troisième est celle des paysages « signalés », en particulier par les guides et l'imagerie touristique (on veillera dans cette analyse à repérer si, depuis les premiers guides, au 19^{ème} siècle, ce sont toujours les mêmes sites qui sont signalés). La dernière enfin, et non la moindre, est celles des paysages « perçus », c'est à dire des paysages tels que se les représentent ceux qui l'habitent.

Ces quatre types de représentations ne reflètent pas en réalité des différences entre les niveaux d'instruction ou les catégories socioprofessionnelles, mais des différences entre les modèles paysagers que chacun porte en soi et mobilise tour à tour, selon les circonstances. L'existence de ces modèles, global, local et individuel, a été récemment mis en évidence par les travaux d'Yves Luginbühl (voir bibliographie). Le modèle global est construit autour d'un référentiel partagé à l'échelle nationale ou régionale. C'est souvent ce modèle qui est mobilisé par exemple pour organiser un voyage ou une excursion à caractère touristique. C'est aussi ce modèle « savant » qui préside au choix des paysages protégés par des lois nationales ou des traités internationaux. Le modèle local est, lui, structuré par une connaissance expérimentale du lieu où l'on vit. Il est construit à partir de la connaissance intime de la géographie et de l'histoire du lieu, des liens sociaux qui unissent, ou fragmentent, les sociétés locales. Enfin, le modèle individuel est constitué de références au parcours de vie et à la culture personnelle des individus.

L'activité touristique produit des représentations abondantes des paysages et crée parfois des images sans réalité territoriale ou géographique car composées d'une juxtaposition d'images « cliché » ou d'éléments de paysage n'ayant aucun lien entre eux. Certains paysages ou éléments de paysage et de patrimoine sont très représentés voire sur-représentés, alors que d'autres, sous-représentés voire pas du tout représentés, ont néanmoins une véritable présence dans le territoire. Ces différences entre les représentations du paysage et ses réalités doivent être analysées et illustrées afin de comprendre les attentes des différentes populations en matière d'aménagement de « leur » paysage et de « leur » cadre de vie.

Le paysagiste identifie les télescopages possibles entre les activités traditionnelles et la nouvelle activité projetée. En effet, la pratique d'activités sportives et de loisirs (parapente, chasse, etc.) est susceptible d'être perturbée par l'éolien. L'installation d'un parc éolien peut aussi s'accompagner d'actions dans les domaines artistique ou culturel qui renforcent la vision partagée du territoire et l'acceptation de l'aménagement.

A RETENIR

Les perceptions sociales, multiples et parfois contradictoires, évoluent dans le temps. Leur compréhension facilite les démarches de concertation.

L'analyse des perceptions sociales s'attache aux lieux de vie, aux activités professionnelles et touristiques, aux représentations du territoire. Elle complète l'étude des perceptions visuelles.

⁶⁶ MEEDDM, J-F. Seguin, Bureau des paysages et de la publicité, 2009.

7.3.3 Evaluation des dynamiques paysagères

Il est important de faire ressortir, jusqu'au périmètre semi-éloigné au moins, le mouvement qui a conduit à l'organisation actuelle du paysage, et de donner les grandes tendances d'évolution, afin de comprendre à quel moment de la vie de ce paysage intervient la volonté d'implanter un parc éolien et quelle peut y être la place de celui-ci. Pour cela, le paysagiste doit croiser entre eux les différents modes d'occupation des sols (résidentiel, activités agricoles, industrielles, touristiques, etc.) afin d'en définir les grandes tendances d'évolution.

Lorsque cela est possible, une analyse chronologique sous forme de comparaison de différents documents est très pertinente et permet de mesurer les dynamiques à l'œuvre dans l'évolution des paysages. Cette analyse s'appuie sur des photos aériennes, différents types de cartes (Cassini, Etat major, IGN), des photographies, des cartes postales, des données de l'Observatoire Photographique des Paysages, etc.

Les études statistiques (sur la démographie, les surfaces cultivées, la répartition des cultures, la surface forestière, la fréquentation), si elles existent, complètent efficacement la connaissance du contexte paysager et contribuent au choix des points de vue qui serviront à composer et/ou à illustrer les effets du parc éolien.

Le SINP (Système d'Information sur la Nature et le Paysage)⁶⁷, fournit les Atlas de Paysages et les schémas éoliens réalisés.

Des structures paysagères comme la forêt doivent impérativement être étudiées comme des marqueurs principaux des dynamiques paysagères. En effet, des mesures de protection et de conservation ou au contraire des projets d'exploitation et de création d'infrastructures ou encore des phénomènes brutaux (tempêtes, incendies) modifient profondément les perceptions du paysage et les rapports d'échelle.

Dans le but d'affiner encore sa connaissance des qualités paysagères du territoire, il est important que le paysagiste appréhende pourquoi certains espaces sont préférés à d'autres par les populations et pourquoi d'autres sont laissés à l'abandon ou à une évolution naturelle.

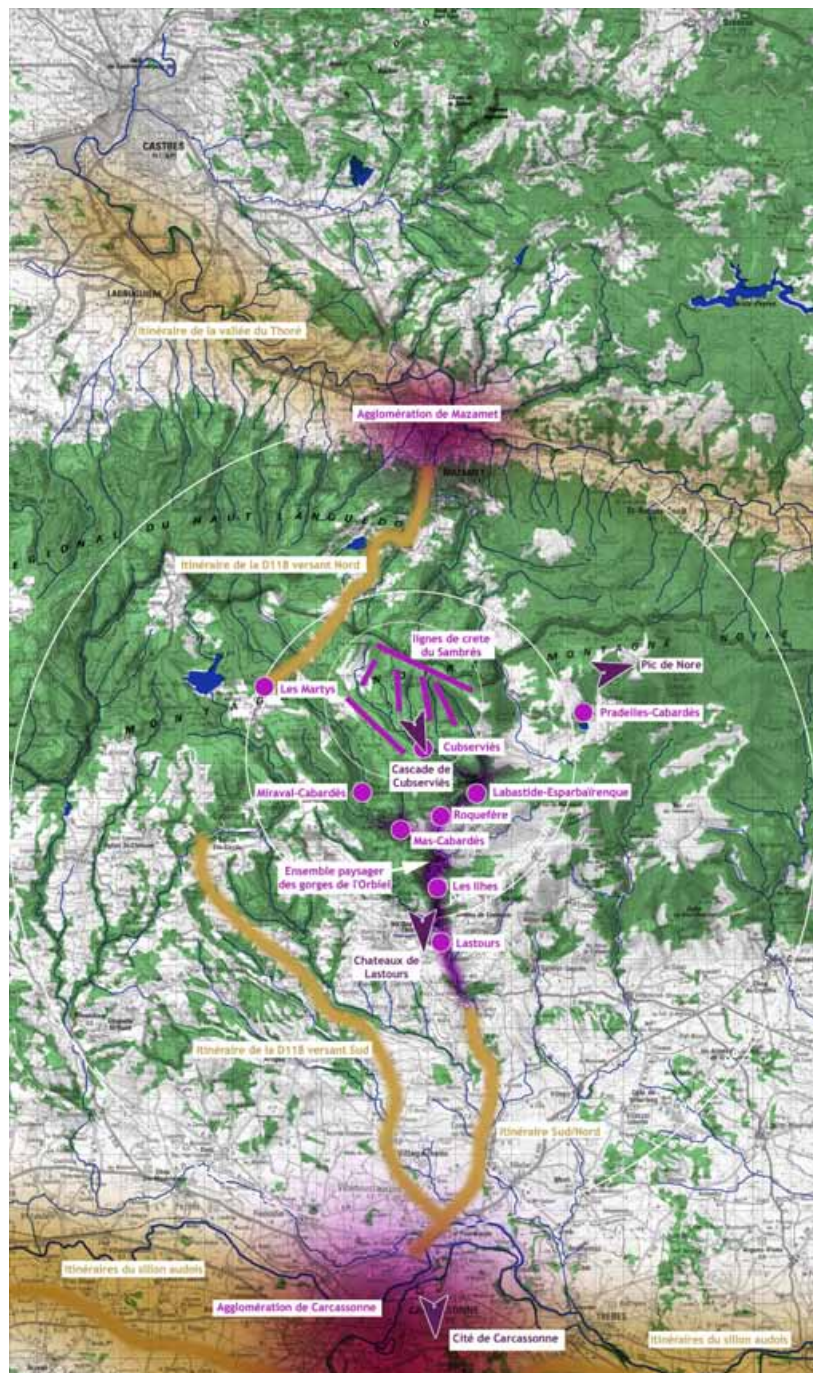
7.3.4 Synthèse des sensibilités paysagères et patrimoniales vis-à-vis de l'éolien et capacité à accueillir de nouvelles éoliennes

Les sensibilités paysagères et patrimoniales mises en évidence dans l'état initial doivent être rassemblées sur une même carte. Les sensibilités sont récapitulées dans un tableau et classées suivant leur degré : forte, moyenne, faible.

Le paysagiste doit ainsi montrer leur réalité géographique, leur répartition par périmètre d'étude, comment elles interagissent et éventuellement se superposent. Cette analyse aboutit à proposer des orientations pour la composition paysagère et les aménagements du projet.

⁶⁷ <http://www.naturefrance.fr>

La carte de synthèse des sensibilités paysagères et patrimoniales doit être accompagnée de commentaires par aire d'étude.



Dans cet exemple, sur l'aire éloignée à très éloignée les sensibilités paysagères concernent les agglomérations de Carcassonne et de Mazamet, leur bassin de vie ainsi que les axes de circulation majeurs qui les traversent. C'est à partir de ces axes (en particulier l'itinéraire qui suit le Sillon audois) que sera observée la modification de perception de l'horizon de la Montagne Noire. Les sensibilités concernent également les itinéraires qui traversent les plaines et rejoignent la Montagne Noire par les piémonts. La plupart sont situés au Sud, en particulier de la D118 et l'axe Nord-Sud qui emprunte les gorges de l'Orbiel.

Sur l'aire proche et intermédiaire, les sensibilités concernent les bourgs et leurs hameaux proches à partir desquels sera évaluée la modification de perception du paysage quotidien et les trois sites patrimoniaux à partir desquels une attention particulière sera portée lors de la composition du projet.



Points de vue depuis des sites patrimoniaux



Bourgs et hameaux proches de la zone d'étude (perception du paysage quotidien)



Itinéraires



Ensemble paysager depuis lesquels limiter l'influence visuelle



Agglomérations et leurs bassins de vie (modification de la perception de l'horizon)



Lignes de crêtes de la zone d'étude

7. Etude du paysage et du patrimoine - parcs terrestres-

Figure 38 - Carte de synthèse des sensibilités patrimoniales et paysagères vis-à-vis d'un parc éolien en projet (source : Atelier des Paysages)

7.4 Le choix du projet et ses influences visuelles

7.4.1 La composition paysagère et le projet d'aménagement

La formulation d'un parti paysager de composition résulte de l'analyse de l'état initial du paysage, de ses sensibilités et de sa capacité à accueillir un parc éolien. Il consiste à localiser le parc éolien dans la structure paysagère et positionner les éoliennes les unes par rapport aux autres.

Le choix du projet, *d'un point de vue paysager*, doit se baser sur les différentes possibilités offertes par le territoire, étudiées lors de l'analyse du contexte paysager. Le choix entre plusieurs variantes d'aménagement dépend également des autres possibilités offertes par le territoire, mises en évidence dans l'étude d'impact par les autres études spécialisées, les possibilités techniques, la motivation des acteurs mais aussi la disponibilité du foncier pour l'une ou l'autre des variantes.

Ces variantes sont autant de scénarios d'un projet de paysage. Les variantes envisagées doivent être présentées et comparées dans l'étude d'impact. Seule la variante retenue fait l'objet d'une description précise et détaillée.

Les facteurs qui peuvent théoriquement faire évoluer le projet de paysage sont :

- le site d'implantation ;
- la localisation et le nombre des éoliennes ;
- le type des éoliennes (hauteurs, aspect esthétique, matériaux utilisés pour le mât) ;
- le balisage nocturne (la multiplication des parcs éoliens entraîne souvent une multiplication des balisages avec des rythmes différents) ;
- la configuration des pistes et chemins d'accès, etc.

Les simulations visuelles aident à comparer les différentes variantes d'implantation. Elles sont proposées d'après des points de vue présentant des enjeux paysagers et patrimoniaux particuliers. Ce travail doit montrer la construction du projet de paysage par exemple en considérant des hypothèses successives.

7.4.2 Les effets du parc éolien sur le paysage et le patrimoine

L'étude des effets du parc éolien sur le paysage et le patrimoine accompagne le projet afin d'arrêter, au terme d'une démarche itérative, un scénario définitif. Ces effets sont de plusieurs ordres :

- effets visuels ;
- effets visuels cumulés avec d'autres parcs éoliens ;
- effets liés au fonctionnement du site ;
- effets liés au chantier et à l'exploitation.

Ils s'évaluent sur les quatre aires d'étude, et sont mis en perspective avec la description des sensibilités paysagères et patrimoniales.

L'analyse des effets visuels démontre comment le projet parvient à créer un nouveau paysage tout en tenant compte de l'ensemble des sensibilités, observations, préconisations de l'état initial de l'étude du paysage et du patrimoine. Le projet doit absolument tenir compte également des «inter-visibilités» entre parcs éoliens et sites ou monuments remarquables, protégés ou non.

La **zone d' « inter-visibilité »** est la portion de l'aire d'étude depuis lesquelles le parc éolien sera théoriquement visible. L'analyse préalable des zones d'« inter-visibilité » permet de faire un premier tri parmi les points de vue possibles en excluant certains points de vue (éoliennes invisibles) ou au contraire en alertant sur des visibilités très lointaines qui ne sont pas soupçonnées au premier abord.



La carte des zones d'« inter-visibilité » est généralement maximaliste car elle ne tient compte que des obstacles visuels liés au relief. Elle ne considère pas les écrans formés par les masses boisées par exemple, ni l'atténuation des vues avec l'éloignement.

Figure 39 - Carte des zones d'« inter-visibilité » (source : Atelier des Paysages)

L'évaluation des effets visuels d'un parc éolien et de ses éventuelles variantes implique un choix pertinent de points de vue à partir desquels réaliser le travail de composition.

Le paysagiste illustre le projet de parc éolien non pas par un catalogue d'images, mais plutôt par un choix justifié d'illustrations depuis des points de vue qu'il désigne comme représentatifs des qualités paysagères du territoire dans la synthèse de l'état initial. Certains points de vue peuvent être choisis parce qu'ils ne présentent justement pas de vue directe sur le parc éolien. Dans ce cas, ils servent alors à argumenter par exemple une absence de vue depuis un site patrimonial présentant des enjeux importants vis-à-vis de l'éolien.

Tous les points choisis pour illustrer le projet sont répertoriés avec précision sur une carte sur laquelle apparaîtront aussi les quatre aires d'étude.

L'analyse des effets visuels depuis l'aire d'étude éloignée

L'analyse des effets visuels depuis l'aire d'étude éloignée et très éloignée permet de s'assurer qu'il n'existe pas d'incompatibilité du projet à l'échelle du grand paysage. A cette fin, le paysagiste s'appuie par exemple sur des photomontages ou croquis interprétatifs précis.

C'est à cette échelle que sont considérées les «inter-visibilités» avec les sites patrimoniaux protégés, les autres sites patrimoniaux identifiés comme les plus sensibles, ainsi que les parcs éoliens construits ou autorisés. En présence de panoramas emblématiques, les effets de variantes d'implantation sont également étudiées à cette échelle.

L'analyse des effets visuels depuis l'aire d'étude intermédiaire

L'aire d'étude intermédiaire est celle de la conception d'un projet de paysage et de la réalisation du travail de composition. La perception des structures paysagères (c'est-à-dire la configuration du relief, des haies, des masses végétales) et des éléments rythmant le paysage tels que les arbres, les pylônes, ou les éoliennes, est à la base des propositions d'implantation du parc éolien.

Par son travail de composition, le paysagiste doit affirmer les lignes d'aménagement du paysage : révéler une structure paysagère, mettre en scène ou éviter la concurrence avec un élément de patrimoine, s'inscrire dans la continuité ou dans la rupture d'un parc éolien existant en prolongeant son parti de composition ou en en proposant un autre, etc.

Pour chaque point de vue retenu, le paysagiste propose, d'après le parti paysager de composition et sous forme graphique (photomontage, croquis d'après photo, photo retouchée) une ou plusieurs variantes d'implantation. Les outils graphiques matérialisent l'apport de nouveaux éléments dans le paysage, permettent d'évaluer les rapports d'échelle créés, et surtout permettent d'en analyser les effets et impacts sur l'observateur et sur les structures paysagères qui accueillent les éoliennes.

L'illustration des variantes d'implantation peut être réalisée à partir de **simulations d'après photographies**. Cela permet d'apprécier le choix entre plusieurs variantes qui peut par exemple se faire selon des critères de proximité à des éléments de patrimoine ou à des repères. On peut ainsi étudier les rapports d'échelles entre les unités et les structures paysagères et la taille des éoliennes.

Pour évaluer la concurrence entre les repères actuels (villages par exemple) et les nouveaux (les éoliennes), des groupes de bâtons qui symbolisent les implantations possibles d'un même parc éolien peuvent être tracés sur les clichés. Cela permet par exemple d'évaluer le recul nécessaire d'un parc éolien par rapport à un village pour lui conserver son rôle de marqueur paysager.

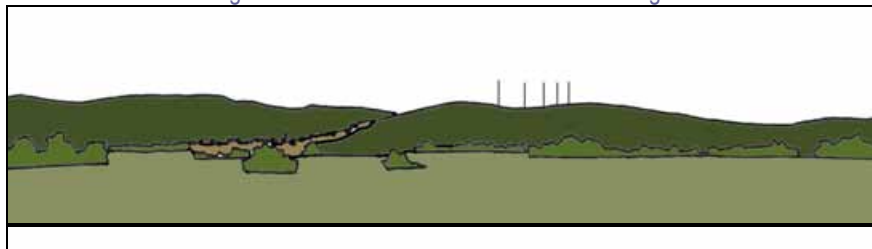
Les variantes d'implantation peuvent également être présentées d'après des **croquis lus en parallèle d'une vue aérienne**. La vue aérienne représente le paysage dans un périmètre rapproché autour du projet éolien. Deux lignes sont matérialisées en orange ; elles indiquent les directions selon lesquelles le paysagiste propose d'orienter le projet éolien, sur les sommets des reliefs. Les trois croquis mesurent visuellement les effets produits par trois variantes d'implantation différentes. Ce travail est réalisé dans un contexte paysager initial sans éoliennes. La variante retenue est également fonction des résultats des autres études thématiques.



1^{er} scénario : une ligne d'éoliennes vers l'intérieur du massif montagneux



2^{ème} scénario : une ligne d'éoliennes en rebord du massif montagneux



3^{ème} scénario : deux lignes d'éoliennes l'une en rebord du massif, l'autre plus en recul

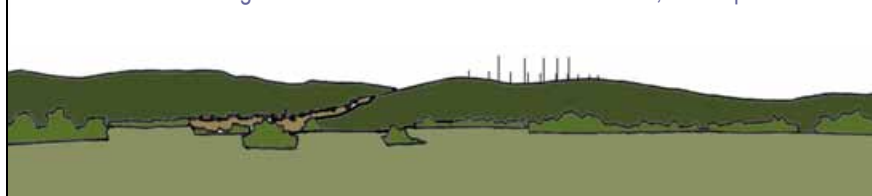


Figure 40 - Etude de variantes d'implantation sur croquis (source : Atelier des Paysages)

Des **profils de terrain** passant par le point de vue et le parc éolien peuvent également enrichir les modes de représentation des effets visuels du projet lorsque, par exemple, de nombreux obstacles visuels rendent peu lisibles les photomontages (dans les régions de bocage par exemple).

L'analyse des effets visuels depuis l'aire d'étude rapprochée

L'analyse des effets visuels depuis les aires d'étude rapprochée et immédiate précise les détails d'implantation et les mesures réduisant les impacts du projet et de ses aménagements sur le paysage de proximité. Les éléments de paysage concernés directement ou indirectement par les travaux de construction des éoliennes et de leurs aménagements connexes sont identifiés à cette échelle.

Pour illustrer des effets de la variante retenue pour le parc éolien, il est nécessaire de se référer systématiquement aux niveaux de sensibilité déjà décrits dans les analyses et dans le tableau de synthèse des sensibilités, pour conclure sur une « échelle des effets et impacts », à savoir s'ils sont forts, moyens ou faibles.

Lorsque les effets sont illustrés par un **photomontage**, celui-ci doit être localisé et commenté. L'impact paysager produit par le parc est mis en parallèle des enjeux paysagers spécifiques au point de vue que l'on considère. Les **croquis** sont également un moyen d'illustrer les effets.

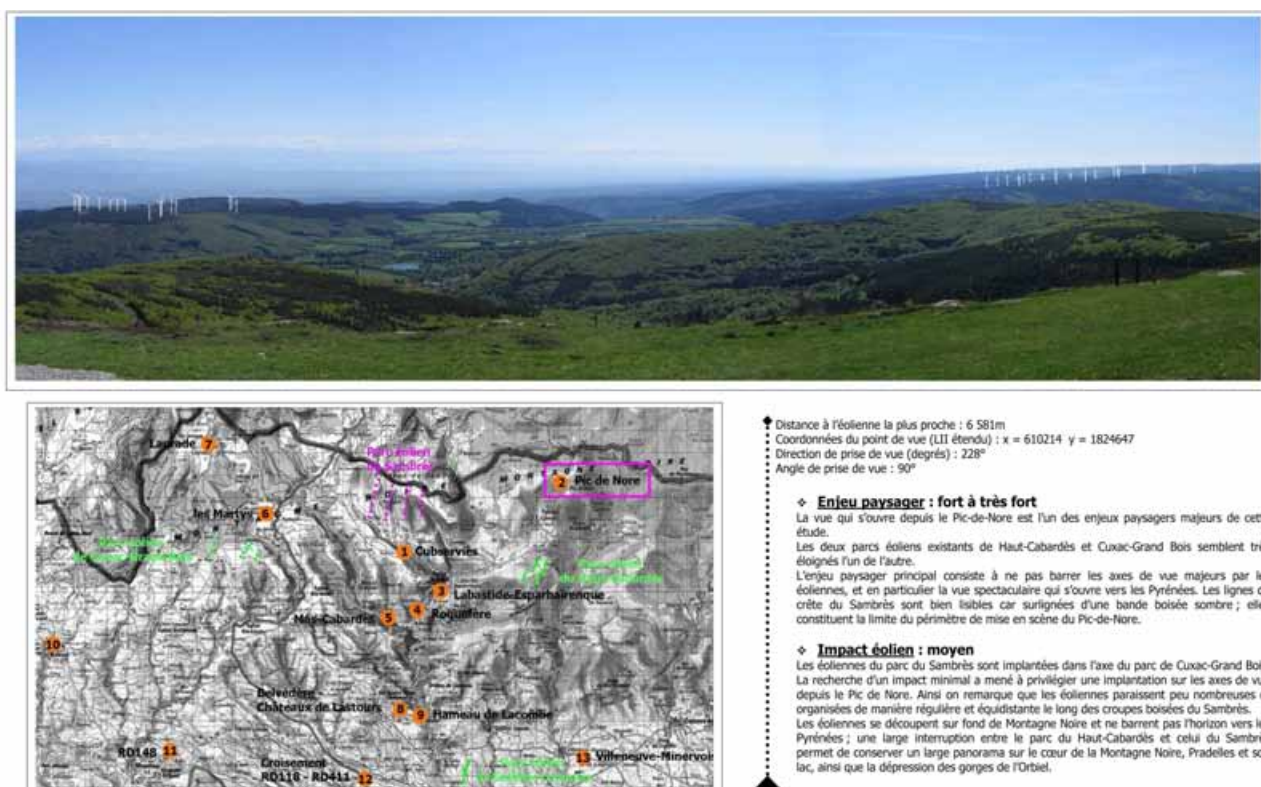


Figure 41 - Photomontage d'illustration du scénario retenu. (source : Atelier des Paysages)

La qualité des outils graphiques et leur utilisation

Chaque photomontage ou croquis interprétatif est commenté de manière détaillée, avec l'ensemble des caractéristiques de la photographie ou du cadrage (date, distance à l'éolienne la plus proche, orientation etc.). Les photomontages sont réalisés à partir de logiciels professionnels, sur la base d'une photographie panoramique constituée d'un assemblage de plusieurs clichés (la focale doit être précisée, elle est souvent de 50mm). Ces photographies doivent être d'excellente qualité (luminosité, couleurs, définition), de sorte qu'elles puissent rendre le montage des éoliennes bien visible, même en arrière-plan, et être reproduites sur papier.

Plusieurs autres outils sont à la disposition des paysagistes pour l'illustration des effets et des impacts visuels. Il s'agit par exemple des simulations 3D, des vidéo-montages, etc. Ces outils sont à réserver aux réunions publiques et plus généralement à la communication du projet, car moins adaptés à la présentation papier des études d'impact. Les outils graphiques (photomontages, croquis) sont donc à privilégier pour l'étude d'impact.

Les représentations 3D (animées ou non) permettent de simuler la perception visuelle des éoliennes depuis n'importe quel point du territoire, même s'il n'est pas accessible. Le rendu ne donne pas encore des images d'aspect très réel mais complète efficacement d'autres outils, et ce à toutes les échelles.

Les vidéo-montages consistent, à partir d'une vidéo tournée sur le site, à superposer les éoliennes projetées et simuler leur mouvement dans le paysage. Cet outil présente les mêmes intérêts (et les mêmes limites d'utilisation dans les études d'impact) que les simulations 3D, mais sans l'aspect « jeu vidéo ».

Les effets visuels cumulés avec les parcs éoliens voisins, les «inter-visibilités»

Dans des paysages déjà caractérisés par la présence d'éoliennes, il est nécessaire de montrer comment le parc éolien à l'étude trouve sa place par rapport aux autres parcs existants. L'enjeu est d'éviter que le cumul d'éoliennes en arrive à saturer un paysage, au point que les machines soient présentes dans tous les champs de vision.

En matière d'effets cumulés, la problématique est différente selon qu'il s'agit d'une extension de parc existant ou d'un projet qui doit cohabiter avec d'autres parcs plus ou moins éloignés. Dans le premier cas, le parti paysager du parc existant fournit généralement les principes d'implantation pour l'extension. Dans le deuxième cas, le paysagiste fait le choix de suivre ou non les partis paysagers des parcs environnants, qui doivent nécessairement être connus.

Dans l'exemple ci-dessous, la **vue panoramique** illustre l'état initial du paysage et les **croquis** suivants deux variantes de la configuration du parc éolien à l'étude. Ce point de vue panoramique (une aire d'autoroute à très forte sensibilité paysagère) est éloigné à très éloigné du parc éolien étudié. Les croquis permettent de mesurer l'« inter-visibilité » acceptable avec la cité de Carcassonne (élément du patrimoine mondial UNESCO, représentée par une silhouette noire sur les croquis) et l'« inter-visibilité » envisageable avec les parcs éoliens existants, en faisant varier le rythme et la densité des alignements d'éoliennes. Le paysagiste a préalablement posé l'hypothèse de lignes d'éoliennes parallèles.



7. Etude du paysage et du patrimoine - parcs terrestres-

Figure 42 - Etude de variantes d'implantation dans l'aire d'étude éloignée à très éloignée (source : Atelier des Paysages)

Les autres effets sur le paysage

a) Effets sur le site d'accueil liés au fonctionnement du parc éolien

La création ou la modification des voies existantes et la création de chemins destinés à l'exploitation et à l'entretien ou, le cas échéant, à la découverte des éoliennes peuvent entraîner différentes conséquences sur le site :

- une sur-fréquentation éventuelle du fait de l'ouverture de nouveaux accès ou la modification de voies existantes ;
- des conflits de pratiques nouvellement juxtaposées en raison d'un accès facilité aux véhicules motorisés ;
- l'abandon du site par une partie de ses utilisateurs, suite à l'implantation des éoliennes.

Par ailleurs, l'étude du paysage et du patrimoine en analysant les habitudes d'utilisation du site par les touristes ou les habitants fournit les éléments pour éclairer les choix possibles d'aménagement. Pour faciliter la découverte du parc éolien il est possible d'installer des panneaux d'information, de créer un circuit de découverte, de mettre en place des aménagements pour l'accueil du public. Dans certains cas, il sera au contraire choisi de restreindre l'accès.

b) Effets liés au chantier et à l'exploitation

Les travaux ont des effets directs et indirects sur le paysage de proximité. La réalisation ou l'élargissement des voies d'accès, les terrassements, l'arrachage d'arbres, le compactage du sol, la destruction de murets ou l'apparition d'adventices dues à l'apport de terres exogènes ont diverses conséquences :

- destruction de la végétation existante et ouverture de vues ;
- modification de la couleur et de l'aspect végétal du site ;
- artificialisation partielle ou totale du site (chemins, talus, zones sans végétaux, etc.).

Ces effets sont analysés dans l'aire d'étude immédiate. La prévision fine des aménagements à réaliser (longueur de chemin, quantité de terre déplacée, etc.), la qualité des méthodes de construction et le respect général du site, doivent concourir à la réduction ou à la suppression de ces effets.

A RETENIR

L'analyse des effets visuels s'organise à plusieurs échelles (rapprochée, intermédiaire, immédiate) et considère également les effets cumulés, les effets liés au fonctionnement du parc et les effets liés aux chantiers.

Une grande attention doit être portée au choix et à l'utilisation des outils de représentation graphique.

7.5 Les mesures pour réduire les effets du parc éolien sur le paysage

Un parc éolien conçu dans une démarche de projet de paysage intègre dans sa conception même des mesures de suppression des impacts. Toutefois, de manière ponctuelle, par rapport à des points de vue particuliers, des mesures de suppression ou de réduction liées aux impacts du projet sur le paysage de proximité peuvent s'avérer nécessaires. Les mesures développées dans le présent chapitre complètent les choix préalablement faits.

Les équipements et infrastructures annexes (route ou piste d'accès et de maintenance des éoliennes, poste de transformation, poste de livraison, etc.) sont également source d'impact sur la perception d'un paysage. Les mesures de réduction les concernant doivent être précisées en détail dans l'étude d'impact.

L'étude d'impact doit aussi exposer les mesures qui seront prises pour la remise en état après l'achèvement des chantiers de construction et de démantèlement.

7.5.1 Mesures concernant le paysage immédiat

Les pistes d'accès et aires de montage

Certaines mesures techniques réduisent, voire suppriment les impacts liés aux voies d'accès. Il s'agit de limiter au strict nécessaire les apports de matériaux, les débroussaillages et les remaniements de la piste en fin de chantier.

Il faut éviter de déstructurer les terrains alentours lors de la création des pistes et des aires de montage. Le chemin d'accès doit être intégré dans son environnement, notamment par son tracé. Les pistes peuvent, le cas échéant, servir de chemins de découverte du site éolien et être raccordées à un sentier pédestre de Grande Randonnée ou autre chemin existant, ou encore à un sentier qui forme une boucle sur le site éolien lui-même, favorisant ainsi la découverte du site.

Les pistes doivent conserver une portance permettant l'intervention de véhicules motorisés pour la maintenance, sans toutefois que cela empêche leur réintégration paysagère dans l'environnement du site. La réduction des impacts du chantier sera d'autant plus efficace qu'il est rendu aux lieux un caractère « naturel » après les travaux.

L'expérience montre aujourd'hui qu'il est préférable de conserver les aires de montage pour la maintenance alors qu'il était auparavant préconisé de les faire disparaître après le chantier. Celles-ci doivent être entretenues et si possible ré-engazonnées (suivant la nature du site).

Les locaux techniques

Les locaux techniques comptent les postes de livraisons (un ou plusieurs blocs béton habillés ou non), et parfois les locaux destinés à la maintenance. Leur insertion dans le paysage immédiat dépend du choix de leur habillage, des couleurs et des matériaux. Il faut cependant éviter tout pastiche local ou volonté de dissimulation : il s'agit de composer, pas de cacher.

Si les lieux s'y prêtent, d'anciens éléments bâtis constituent une opportunité pour aménager le poste de livraison (bories, cazelles ou bergeries existantes peuvent être réutilisées dans certains cas). Ce bâti ancien peut également offrir un abri pour les marcheurs ou servir de point d'information sur le site éolien.

La ligne électrique et le raccordement au poste source

Pour la ligne de raccordement et les câbles du parc éolien, le principe d'enfouissement prévaut. L'ouverture de tranchées, la mise en place de câbles et la fermeture des tranchées sont opérées en continu, sans aucune rotation d'engins de chantier ni extraction ou apport de matériaux. Les pistes utilisées pour réaliser les travaux électriques doivent être restituées dans leur état initial, sans élargissement supplémentaire, sauf exception très ponctuelle et correspondant à une demande locale des utilisateurs, par exemple pour le maintien du passage des engins agricoles, ou les activités de chasse. L'enfouissement complémentaire (s'il est possible en pratique) des lignes moyenne tension (20 kV) permet de réduire le nombre de structures verticales.

Le renforcement de l'insertion du projet

Certaines caractéristiques du paysage telles que les haies brise-vent, des alignements caractéristiques, une texture particulière de l'occupation du sol, la présence forte d'une activité, peuvent être reprises dans le cadre de l'accompagnement paysager du projet. Des plantations (alignements d'arbres, etc.) ou des aménagements rappelant ces caractéristiques faciliteront ainsi la compréhension du site.

7.5.2 Mesures concernant le paysage rapproché (aire d'étude intermédiaire) et lointain

Les éoliennes ne pouvant pas être dissimulées, les mesures concernant les échelles rapprochée et lointaine de paysage sont limitées et ne sont pas toujours nécessaires.

L'étude des zones d'influence visuelle prévoit les zones depuis lesquelles le projet sera perçu. Depuis celles présentant une sensibilité majeure, il peut être envisageable de limiter la vision des éoliennes au moyen de structures végétales (plantations autour d'un monument, autour d'un point de vue majeur dans un village). Il est possible d'étendre les chemins de découverte du site aux autres échelles du paysage afin d'en faire découvrir différentes perspectives.

En outre, des panneaux signalant le projet peuvent être mis en place sur les grands axes de communication du territoire autour du site, dans le respect des règles de publicité hors agglomération.

A RETENIR

Les mesures de suppression et de réduction des impacts sont liées à la démarche de projet de paysage.

Les choix d'implantation sont essentiellement complétés par des mesures de traitement paysager des abords pour renforcer l'insertion du projet.

8 ETUDE DU PAYSAGE ET DU PATRIMOINE

- spécificités des parcs éoliens en mer -

Ce chapitre présente les spécificités de la démarche d'étude du paysage et du patrimoine, dans le cas des parcs éoliens en mer. Il doit être lu en parallèle du chapitre précédent : il précise en effet l'application de la démarche au milieu marin et littoral.

8.1 Préambule

Dans le cas d'un projet d'implantation d'éoliennes en mer, la démarche de projet paysager est identique à celle d'un projet terrestre. Cependant, l'étude du paysage et du patrimoine présente des différences sur les éléments suivants :

- les aires de l'étude ;
- le travail de terrain ;
- l'analyse du contexte paysager et patrimonial maritime et terrestre ;
- l'analyse des perceptions visuelles ;
- l'analyse des perceptions sociales.

La démarche d'étude proposée ici s'appuie sur le cas terrestre, et développe, quand elles existent, les problématiques spécifiques au milieu marin.

8.2 Les aires d'étude

A la différence d'un projet terrestre, le paysage immédiat au pied des éoliennes est constitué d'un seul élément de paysage : la mer. La distance entre la première côte (continent ou île) et les éoliennes varie de quelques centaines de mètres à plusieurs kilomètres, il est donc nécessaire de différencier le paysage immédiat maritime du paysage immédiat terrestre, c'est-à-dire le littoral. C'est depuis ce littoral, et plus précisément le long du trait de côte (défini par l'Ifremer comme « le bord de l'eau calme lors des plus hautes mers possibles ») que les éoliennes en mer seront les plus proches des observateurs situés sur terre.

Selon la loi littoral, **le littoral** est « une entité géographique qui appelle une politique spécifique d'aménagement, de protection, et de mise en valeur. »⁶⁸ Le littoral est donc l'espace qui relie la terre et la mer. « Il n'existe cependant pas de définition unique de ce territoire mais plusieurs méthodes pour le délimiter sur terre comme en mer. Ces définitions peuvent être d'ordres biologique, physique, économique, démographique ou juridique »⁶⁹. Par exemple, « le littoral est un ensemble paysager qui contribue à offrir un cadre de vie et d'activité (touristique) qui répond à la demande de population présente. A ce titre, il possède indéniablement une valeur patrimoniale à préserver »⁷⁰.

Les aires de l'étude d'un parc éolien en mer sont définies en fonction de la distance à laquelle les éoliennes seront perceptibles, puis affinées sur le terrain. Ces aires ne sont pas strictement concentriques, mais plutôt s'adaptent aux particularités des paysages étudiés, en tenant compte des limites visuelles et des ruptures géographiques.

⁶⁸ Loi « Littoral » (loi n°86-2 du 3 janvier 1986 relative à l'aménagement, la protection et la mise en valeur du littoral).

⁶⁹ IFEN, <http://www.littoral.ifen.fr/>, article « La notion de littoral terrestre ».

⁷⁰ Bilan de la loi Littoral (voir bibliographie).

8.2.1 L'aire d'étude éloignée

L'aire d'étude éloignée est la zone d'impact potentiel du projet. Elle s'étend au-delà de l'avant-scène littorale jusqu'à l'arrière pays, et rejoint les campagnes ou les zones urbaines proches. Sur cette aire sont identifiées les problématiques traditionnelles de perception des paysages et de leur sensibilité vis-à-vis de parcs éoliens, car elle inclut de nombreuses structures paysagères terrestres.

Cette aire d'étude localise le projet dans son environnement large, entre terre et mer. Elle comprend des éléments d'importance nationale ou régionale, comme par exemple des sites et monuments. A cette échelle, l'étude se porte sur les «inter-visibilités» importantes avec les éléments de patrimoine terrestres ou maritimes, les autres parcs éoliens construits (en mer ou à terre), ainsi que les lieux de fréquentation et les grands axes de déplacement (zones d'habitats, ligne à grande vitesse, autoroute, voies maritimes, chemins de grande randonnée, points touristiques importants, panoramas). Le travail à cette échelle a vocation à vérifier les incompatibilités éventuelles d'accueil d'un parc éolien. Cette aire d'étude appréhende la localisation du projet dans un territoire. La description des **unités paysagères** doit aider en ce sens.

L'influence du projet en mer peut s'étendre ponctuellement au-delà du périmètre de l'aire d'étude éloignée. Il est donc parfois nécessaire de le compléter par des **points ponctuels**, en zone montagneuse proche du littoral par exemple, ou depuis certains sites patrimoniaux ou paysagers de reconnaissance nationale voire internationale.

8.2.2 Le « rétro-littoral »

L'aire d'étude éloignée couvre l'espace «rétro-littoral» qui, large de plusieurs centaines de mètres à plusieurs kilomètres suivant les sites, est l'espace où se situent les communes littorales et où se concentrent toutes les activités liées à la proximité de la mer : tourisme, pêche, nautisme, etc.

Le «rétro-littoral»⁷¹ désigne ce qui est relatif à l'arrière-côte, c'est à dire l'espace s'étendant en arrière du trait de côte. On parle aussi de l'« hinterland ».

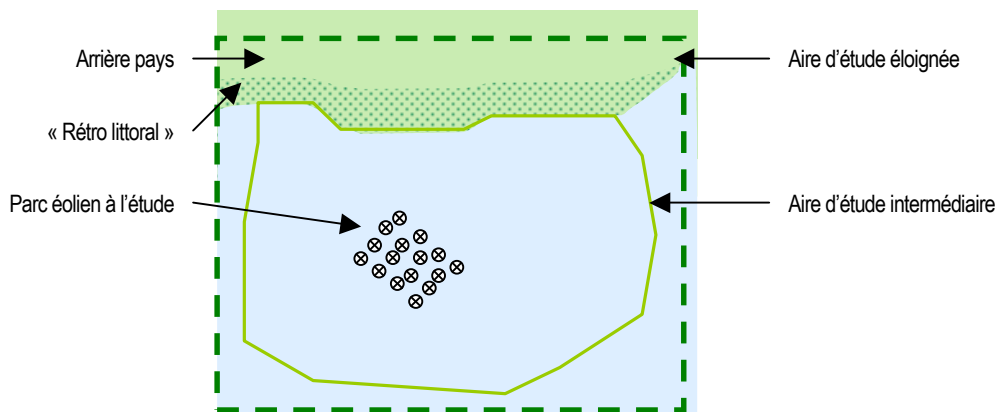
Ses limites ne se confondent pas forcément avec les limites des communes littorales, car ces dernières présentent des largeurs très variables selon les façades maritimes (de deux kilomètres en Seine-Maritime à plus de 20 kilomètres en Gironde par exemple).

A cette échelle sont étudiées aussi les structures paysagères de l'espace «rétro littoral», et les relations (visuelles et physiques) qu'elles entretiennent avec la mer. C'est dans cette aire qu'est réalisée la plus grande partie du travail de composition paysagère.

La recherche des points de vue et la compréhension de la fréquentation du site doivent aussi être envisagées de manière détaillée pour comprendre le fonctionnement visuel de la structure paysagère concernée.

8.2.3 L'aire d'étude intermédiaire

Elle couvre l'espace qui sépare la zone d'implantation du parc éolien du trait de côte et du rivage (c'est-à-dire le bord de mer). Cette aire d'étude présente la caractéristique d'être composée presque uniquement d'eau. Elle peut atteindre plusieurs kilomètres de rayon, suivant l'éloignement du projet. Dans ce périmètre d'étude, seront étudiés les effets visuels du parc éolien depuis le rivage, mais aussi certains effets visuels depuis la mer (détaillés dans l'analyse des perceptions visuelles et sociales).



⁷¹ Glossaire en ligne Ifremer

8.3 Analyse de l'état initial patrimonial et paysager

Le recueil des données paysagères et patrimoniales s'organise de la même manière que pour les parcs terrestres. En complément, un contact peut être pris avec la DRASM pour le patrimoine archéologique. Ce recueil de données permet d'apprécier la diversité de l'espace littoral. *« Zone de transition entre la terre et la mer, le littoral est un écotone dont les caractéristiques physiques et biologiques, très variées, sont à l'origine d'une grande diversité d'écosystèmes et de paysages. Parmi les milieux naturels caractéristiques du littoral, on distingue, pour n'en citer que quelques-uns, les estuaires, les bancs de sable, les grandes criques, les grottes marines, les falaises maritimes, les marais et prés salés, les dunes, les landes, les forêts côtières (...). Au-delà de sa dimension strictement patrimoniale, la biodiversité patrimoniale est également le support de nombreuses fonctions et services qui lui confèrent un intérêt économique, social, écologique et paysager majeur »*⁷².

8.3.1 La connaissance du terrain

Les aires d'étude pour un parc éolien en mer se situant en grande partie en mer, la démarche de terrain conduite par le paysagiste nécessite donc quelques adaptations. Les parcs éoliens en mer imposent une mise à distance « forcée » de la plupart des observateurs. L'eau qui les sépare des éoliennes crée un paysage aux lignes simples mais changeant, en fonction des conditions météorologiques et de l'état de la mer. Le champ d'investigation peut être élargi aux voies maritimes par exemple (trajets des liaisons permanentes entre le continent et une île, ou des sites très fréquentés par les plaisanciers).

En revanche, l'analyse du terrain d'étude situé sur terre utilise la même démarche et les modes de représentation que ceux décrits précédemment pour les parcs éoliens terrestres.

8.3.2 Analyse du contexte paysager et patrimonial et détermination des qualités paysagères

Les grands ensembles géographiques et paysagers

Une base cartographique permet de représenter l'ensemble des limites administratives, des unités paysagères et des espaces de protection.

a) Le relief, l'eau et le végétal

Le relief du littoral est à la base de l'organisation du territoire. Il est par conséquent à la base de l'organisation des perceptions et des activités.

Selon que le littoral étudié est à faible altitude, ou présente une forte rupture de relief, le dessin des périmètres d'étude semi-éloignés et éloignés s'en trouve considérablement affiné. En effet, *« sur les littoraux bas comme la plaine des Flandres, les marais du Cotentin, les grandes zones humides littorales et les estuaires atlantiques, ainsi que la Camargue, la courbe de niveau « 5 mètres » peut se situer très loin des côtes dans certains cas, comme pour le marais poitevin ou les rives de la Charente, elle peut même se situer en dehors des limites des départements littoraux. A l'inverse, les côtes des falaises comme la Côte d'Albâtre ou pour les littoraux dunaires comme la côte aquitaine, la courbe de niveau « 5 mètres » se confond presque avec le trait de côte »*⁷³. Ainsi, la nature même du littoral pose les bases de l'analyse de l'état initial.

L'eau fait souvent le lien entre terre et mer jusqu'à l'arrière-pays, en créant des lignes particulièrement fortes et des espaces ouverts propices à l'installation d'activités. Les typologies de bâti et les différents modes d'occupation du sol liés à l'hydrographie complètent ainsi l'analyse du relief. L'ensemble de ces informations peut être cartographié et représenté sur le bloc paysager.

Le végétal s'étudie dans chaque aire d'étude terrestre en tant que marqueur du paysage, par sa présence ou son absence, par son organisation et sa structure. Les structures végétales jouent un rôle important dans la perception du paysage, de part les masques, cadrages, fenêtres qu'elles créent depuis la terre vers la mer et l'horizon. Le rôle des espaces forestiers littoraux *« est prépondérant dans l'image de nombreuses parties du littoral. Il a contribué à l'attractivité touristique du littoral et au développement*

⁷² Bilan de la loi littoral (voir bibliographie).

⁷³ IFEN, <http://www.littoral.ifen.fr/>, article « La notion de littoral terrestre ».

économique des communes concernées. Mais pour ces espaces forestiers littoraux, le développement économique et touristique implique souvent leur déstructuration ou leur détérioration (piétinement, incendie) »⁷⁴.

Le **bloc paysager** est un outil graphique qui, en terrestre comme en mer, illustre l'organisation du paysage à partir du relief. Pour l'étude de parcs éoliens en mer, il sera utilisé en priorité pour la représentation du littoral.



Figure 43 - Bloc paysager des Grandes Dalles sur le littoral normand (source : Atelier des Paysages)

b) L'organisation du territoire et de ses usages

En matière d'organisation du territoire et de ses usages, on porte attention aux diverses activités qui se pratiquent à proximité du littoral. Sur le littoral français, le tourisme reste l'activité dominante, suivie de l'agriculture et de la sylviculture (les espaces littoraux sont encore largement ruraux), et enfin de l'industrie qui s'est généralement développée autour des ports autonomes. Ces nombreuses activités économiques s'articulent entre elles, s'adaptent au terrain et évoluent dans le temps. L'ensemble des activités (agriculture, pêche, plaisance, industrie) sont listées et cartographiées. Ce traitement de l'information est utile pour l'analyse des perceptions visuelles et sociales du paysage, et des «inter-visibilités» liées au projet éolien en mer.

L'analyse se penche également sur l'urbanisation et l'artificialisation du littoral, l'occupation privilégiée des fronts littoraux, que ce soit au titre de l'habitat permanent ou pour des hébergements touristiques, les discontinuités urbaines avec l'impulsion nouvelle du logement pavillonnaire et individuel. L'analyse aborde la notion d'appropriation du territoire et du paysage, et plus largement de qualité du paysage littoral vis-à-vis du futur parc éolien en mer.

c) Le patrimoine

Comme pour l'étude terrestre, le paysagiste doit inventorier de façon exhaustive tous les éléments de patrimoine protégés ou non, et les cartographier jusqu'à l'échelle de l'aire d'étude très éloignée. Le littoral français rassemble de nombreux sites et monuments patrimoniaux reconnus, protégés, voire emblématiques (Mont Saint-Michel, plages du débarquement, fortifications, etc.). Les sensibilités paysagères liées aux «inter-visibilités» de ces monuments avec le parc éolien peuvent donc s'étendre sur plusieurs dizaines de kilomètres en mer. L'ensemble de ces sites et monuments est répertorié dans un tableau en fonction de leur degré de protection et de reconnaissance, de leur proximité avec le projet éolien en mer, et si elle existe, de leur aire de mise en scène depuis la mer ou depuis la terre.

⁷⁴ Bilan de la loi littoral (voir bibliographie).

Le paysagiste doit enfin inventorier et cartographier l'ensemble des parcs éoliens connus, existants, en construction ou en projet, terrestres ou en mer, dans l'ensemble des périmètres de l'étude et ce dans la mesure des informations disponibles.

Les perceptions visuelles

L'analyse des perceptions visuelles du territoire d'étude d'un projet en mer ne présente pas de différences fondamentales par rapport à un projet terrestre. Certaines particularités liées au contexte en mer méritent toutefois d'être signalées.

L'étude des perceptions visuelles regroupe celle des vues, des champs de visibilité, des bassins de vision. Généralement réalisée depuis les parties terrestres de l'aire d'étude, elle peut l'être également depuis la mer. Dans le cas d'un espace maritime très fréquenté par les plaisanciers, les pêcheurs, les ferries ou encore le transport maritime, une étude des perceptions du parc éolien depuis la mer sur fond de côte s'avère parfois intéressante.

Tous les points de repère existant au large et perceptibles à plusieurs kilomètres de distance (phares, îles, îlots, ligne de côte, balises) sont importants car ils permettent de s'orienter l'horizon.

L'étude de terrain doit aussi prendre en compte les modifications du paysage littoral dues aux marées (sauf en Méditerranée). En effet, certains paysages littoraux, plages, ou archipels subissent de réelles transformations entre la marée haute et la marée basse. Les perceptions des premiers plans visibles, des autres plans puis de la ligne d'horizon s'en trouvent modifiées plus ou moins fortement.

L'étude des «inter-visibilités» entre parcs éoliens concerne à la fois les parcs en mer entre eux, et les parcs terrestres et les parcs en mer construits, en construction, ou en projet.



De haut en bas : vues sur la côte de l'île de Gaou (83), les falaises de Saint-Jouin Bruneval (76) et les dunes de Cartheret (50)

8. Etude du paysage et du patrimoine - parcs en mer-

Les perceptions sociales

Dans le cas d'un projet en mer, à l'analyse des usages et acteurs terrestres s'ajoute celle de l'ensemble des usages et acteurs de la mer, soit autant de perceptions sociales différentes sur l'ensemble des périmètres de l'étude. *« Le point le plus complexe sera celui de la compatibilité avec les autres usages, notamment la pêche et le tourisme, d'où l'importance d'un travail précoce de sensibilisation, pédagogie et surtout de développement de l'emploi local y compris dans le tourisme énergétique (...). »*⁷⁵.

Les usages traditionnels se distinguent des nouveaux usages. Les usages traditionnels sont le transport maritime, la pêche, la navigation civile ou militaire, la conchyliculture, la navigation de plaisance, la pêche de loisir, ou encore les activités de loisirs en zone côtière. Les nouveaux usages sont par exemple l'exploitation des ressources marines vivantes ou non, renouvelables ou non, la production d'eau douce. L'étude des paysages insulaires requiert une attention particulière dans la mesure où ils sont souvent reconnus par les populations, et peuvent faire l'objet de nombreux déplacements (touristiques, économiques, sportifs) depuis le continent.

⁷⁵ Etude prospective énergies renouvelables marines (voir bibliographie).

Les sensibilités paysagères vis-à-vis des éoliennes en mer s'analysent du point de vue :

- **des lieux de vie et de villégiature**, pour tenir compte des perceptions du paysage quotidien de l'ensemble des résidents, qu'il s'agisse des résidents permanents, qui convergent vers le «rétro littoral» ou des résidents temporaires (vacanciers) qui se concentrent davantage sur la côte. La rencontre d'acteurs locaux est pour cela nécessaire ;
- **des représentations littéraires, artistiques ou touristiques du territoire étudié**, qui sont en effet étroitement liées aux lieux de vie et de villégiature. La comparaison des représentations est utile afin de caractériser l'attachement des populations au paysage maritime et terrestre des aires de l'étude. Cette analyse est d'autant plus importante que les zones littorales en général bénéficient d'un capital d'image souvent très positif, à la différence de certains paysages terrestres ;
- **des activités touristiques et de loisirs**, afin d'identifier les télescopes possibles entre les activités traditionnelles et la nouvelle activité projetée. Comme pour l'éolien terrestre, la création d'un parc en mer peut susciter des développements artistiques et culturels, contribuant ainsi à une vision partagée du territoire et à l'acceptation des aménagements.

Les dynamiques paysagères

Le paysagiste doit croiser entre eux les différents modes d'occupation des sols afin d'en définir les grandes tendances d'évolution concernant la localisation des différents espaces résidentiels, des activités agricoles, maritimes, industrielles ou touristiques.

Il est tenu compte en particulier de la tendance à l'urbanisation et l'artificialisation du littoral sur la plupart des côtes françaises, qui est mise en parallèle des actions de préservation et de protection environnementales et paysagères menées en faveur du littoral.

8.3.3 Le choix du projet et ses influences visuelles

Composition paysagère et projet d'aménagement

La démarche de projet et de composition paysagère demeure comme pour l'éolien terrestre avant tout une démarche de paysagiste qui s'appuie sur l'ensemble des enjeux et sensibilités paysagères et patrimoniales vis-à-vis du projet, pour proposer un aménagement du paysage.

La formulation du parti paysager de composition tient compte de l'ensemble des problématiques liées à l'interface terre-mer, et en particulier la dimension « mer » du littoral. *« Le littoral tire de l'interface entre terre et mer à la fois toute sa richesse et toutes les convoitises dont il fait l'objet, or les questions littorales ont longtemps été considérées en partant de la terre vers la mer. Certes, la mer côtière est le réceptacle des déchets et pollutions générées par la terre ; mais c'est aussi traditionnellement une source de richesses : ressources vivantes de la mer (pêche, cultures marines), commerce international. L'évolution marquée de l'intérêt pour la mer ces dernières décennies se traduit par l'intensification de la valorisation de ces ressources, et la multiplication des domaines d'intérêt (matériaux énergie, hydrocarbures...). Aujourd'hui s'impose tout particulièrement la nécessité de prendre en compte la dimension « mer » du littoral, longtemps oubliée. »*⁷⁶

Comme pour les études terrestres, les variantes du parc éolien en mer sont autant de scénarios d'un projet de paysage. Ici, la surface du site d'implantation, parfaitement plane et homogène, semble offrir de grandes latitudes de composition. Plus le site d'étude est éloigné des côtes, plus les rapports d'échelle entre les structures paysagères terrestres et le parc éolien à l'étude s'amenuisent jusqu'à les scinder en deux entités géographiques et paysagères totalement séparées. La configuration du parc peut alors s'affranchir de la plupart des contraintes liées aux structures paysagères habituellement rencontrées sur terre.

Les effets du parc éolien en mer sur le paysage et le patrimoine

Les effets sur le patrimoine sont de nature visuelle et se cumulent le cas échéant avec d'autres parcs éoliens. Ils s'évaluent sur toutes les aires d'étude et sont mis en perspective avec la description des sensibilités paysagères et patrimoniales.

La même méthode que pour un parc terrestre est employée, que ce soit pour la démarche générale, pour l'argumentation ou pour le choix des illustrations. L'ensemble des éléments de paysage perceptibles par

⁷⁶ Bilan de la loi littoral (voir bibliographie).

les observateurs depuis des points de vue particuliers sont pris en compte, et la manière dont le parc éolien interagit avec eux est analysée.

Le choix des points de vue se justifie, dans chaque périmètre d'étude, d'après les sensibilités paysagères et patrimoniales identifiées dans l'état initial.

Depuis **l'aire d'étude très éloignée**, l'analyse des effets vise à s'assurer qu'il n'existe pas d'incompatibilité du projet à l'échelle du grand paysage. Les notions d'« inter-visibilité », de cumul, de saturation sont traitées de la même manière que pour l'éolien terrestre, c'est-à-dire sur la base de croquis interprétatifs ou montages photographiques.

Depuis **l'aire d'étude éloignée** sont étudiées les inter-relations entre les structures paysagères de l'espace « rétro littoral », la mer et le projet. C'est dans cette aire d'étude qu'est réalisée la plus grande partie du travail de composition paysagère. Dans cet espace où se concentrent la plupart des activités liées au littoral et la plupart des lieux de vie les plus proches du bord de mer, le choix des points de vue doit être représentatif de l'ensemble des types de perceptions.

Depuis **l'aire d'étude intermédiaire** il existe peu, voire pas d'obstacles visuels entre l'observateur et le projet éolien. Les effets visuels du projet sont étudiés depuis le rivage, mais aussi, le cas échéant, depuis la mer, en particulier pour apprécier l'« inter-visibilité » entre les éoliennes et des éléments de patrimoine, vus depuis des liaisons maritimes ou des îles par exemple.

8.3.4 Les mesures d'insertion paysagère

Les principales mesures de réduction, voire de suppression des impacts concernent la composition d'un parc éolien en mer, et le choix de sa localisation.

Si la distance d'éloignement et le nombre d'éoliennes répondent à des préoccupations techniques, le maître d'ouvrage doit être en mesure de démontrer que son projet intègre dans sa conception même la prise en compte des impacts paysagers, et ce à différentes échelles.

A RETENIR

Les aires d'étude pour un projet éolien en mer couvrent l'espace rétro littoral.

La démarche de terrain est adaptée, de part la mise à distance forcée de l'observateur, mais le champ d'investigation peut être élargi aux voies maritimes pour appréhender la perception visuelle depuis la mer.

L'analyse visuelle utilise les mêmes modes de représentation que pour les études des parcs terrestres.

9 ETUDE DU BRUIT, DE LA SANTE ET DE LA SECURITE PUBLIQUES

Ce chapitre fournit des recommandations pour la réalisation de l'étude acoustique. Il fait le point sur les connaissances actuelles concernant les impacts sur la santé publique et présente les principes permettant d'assurer la sécurité publique. L'ensemble des préconisations de ce chapitre sont valables jusqu'à la mise en application de nouvelles mesures réglementaires et normes.

9.1 Le bruit et l'analyse des impacts acoustiques

Un **bruit** est un mélange de sons, d'intensités et de fréquences différentes. Il est notamment défini par son spectre qui représente le niveau de bruit, exprimé en décibels (dB) pour chaque fréquence. L'intensité est mesurée en décibels sur une échelle logarithmique afin de mieux prendre en compte les sensations auditives recueillies par l'oreille (et transmises au cerveau).

L'**émergence sonore**, exprimée en décibel et provoquée par une installation, correspond à la différence entre le niveau de bruit constaté avec cette installation en fonctionnement (bruit ambiant) et le niveau de bruit constaté avec l'installation à l'arrêt (bruit résiduel). Elle traduit donc l'augmentation de bruit liée au fonctionnement de l'installation.

L'ANNEXE 7 et le glossaire (ANNEXE 9) proposent des définitions de ces notions.

Une norme de mesurage du bruit des éoliennes est en cours d'élaboration. Les éléments fournis ci-après reflètent l'état d'avancement des réflexions sur l'élaboration de cette norme, et ne préjugent en rien de son contenu définitif. Le contenu de ce chapitre a vocation à être actualisé en fonction des évolutions de la réglementation.

9.1.1 Spécificité du bruit des éoliennes

Lorsque les éoliennes sont à des distances proches (jusqu'à environ 100 mètres), on distingue trois types de bruits issus de deux sources différentes, la nacelle et les pales :

- un bruit d'origine mécanique provenant de la nacelle et des éventuels multiplicateurs, plus marqué sous le vent de l'éolienne (et quasi inaudible au vent pour des distances supérieures à 200 mètres) ;
- un bruit continu d'origine aérodynamique localisé principalement en bout de pale et qui correspond au mouvement de chaque pale dans l'air ;
- un bruit périodique également d'origine aérodynamique, provenant du passage de chaque pale devant le mât de l'éolienne.

Ces différents bruits tendent à se confondre au fur et à mesure que l'on s'éloigne des éoliennes. Le bruit dit mécanique disparaît rapidement, et demeure alors un bruit d'origine aérodynamique avec un bruit périodique correspondant aux passages des pales devant le mât.

Le niveau sonore émis par une éolienne, tout comme la puissance électrique délivrée, dépend notamment de la vitesse du vent. Il s'agit d'une spécificité unique dans les équipements et infrastructures sources de bruit (voir figure 50).

A des vitesses de vent inférieures à 3 m/s à hauteur du moyeu (environ 10 km/h), l'éolienne ne tourne pas et ne produit donc pas de bruit. Vers 4 ou 5 m/s (15-20 km/h), elle entre très progressivement en production. Elle délivre sa puissance électrique maximale vers 12 ou 15 m/s (environ 50 km/h), selon les modèles. Entre 15 et 30 m/s (environ 50 et 90 km/h), la puissance électrique reste globalement constante. Au-delà, pour des raisons de sécurité, l'éolienne est arrêtée.

La puissance acoustique de l'éolienne (valeur intrinsèque qui caractérise l'énergie acoustique émise par l'éolienne) suit assez étroitement la puissance électrique délivrée par cette même éolienne. Aux faibles vitesses de vent, l'éolienne est peu bruyante, tandis qu'aux grandes vitesses, l'éolienne fonctionne à pleine puissance, et génère du bruit.

Le bruit des éoliennes évolue donc en fonction de la vitesse du vent, tout comme les niveaux de bruit résiduel (bruit de vent dans la végétation et/ou sur des obstacles), mais pas dans les mêmes proportions. Pour une distance donnée, lorsque la vitesse du vent est élevée, le bruit d'une éolienne peut être inférieur au bruit résiduel. Inversement, lorsque la vitesse du vent est faible, le bruit de l'éolienne peut être supérieur au bruit résiduel. La zone critique se situe donc généralement pour de faibles vitesses de vent, bien que cela dépende du site considéré.

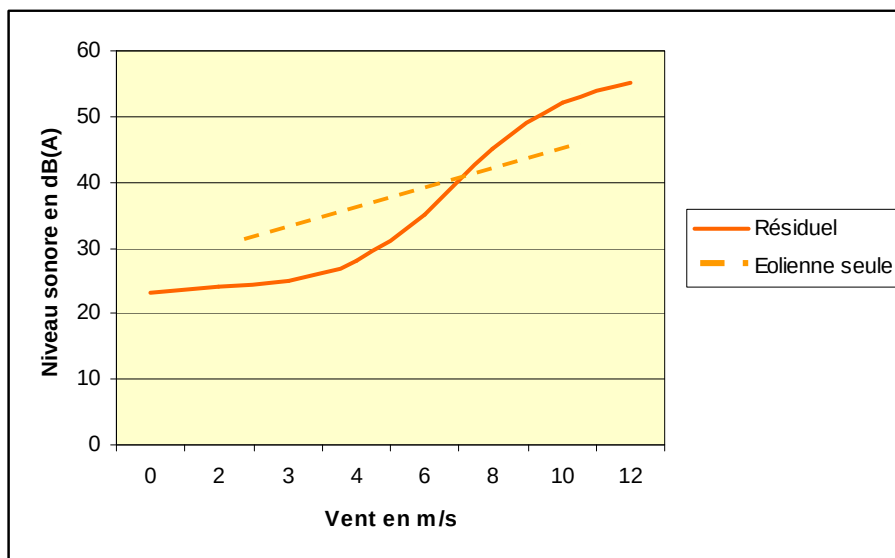


Figure 44 - Exemple de comparaison entre le bruit résiduel et le bruit d'une éolienne (source : d'après AFSSET)

L'augmentation de la puissance électrique des éoliennes ne s'accompagne pas nécessairement d'une augmentation de la puissance acoustique : ces dernières années, la taille et la puissance électrique des éoliennes installées n'ont cessé d'augmenter, alors que leur puissance acoustique a peu varié. En effet, la principale contribution sonore, à grande distance, est le bruit d'origine aérodynamique, qui est directement lié à la vitesse de rotation des pales et à celle du vent. Plus une éolienne est grande, plus ses pales tournent lentement (ceci s'explique techniquement par le fait que la vitesse en bout de pale a des limites qu'il ne faut pas dépasser, cette vitesse en bout de pale est donc similaire pour tous les modèles).

Quelques ordres de grandeur peuvent être donnés à titre indicatif et sont valables pour une propagation en champ libre uniquement (par exemple une plaine sans obstacle). Pour une éolienne de 3 MW environ, ayant une puissance acoustique de 105 dB(A), le niveau sonore à 100 mètres de l'éolienne est d'environ 55 dB(A).

9.1.2 Cadre réglementaire

Les projets éoliens sont soumis à la réglementation relative à la lutte contre les bruits de voisinage. Celle-ci a fait l'objet d'une évolution réglementaire en 2006 via le décret n°2006-1099 du 31 août 2006. Les articles du code de la santé publique réglementant le bruit des éoliennes sont les articles R. 1334-32 à R. 1334-35. En cas de non respect de ces dispositions, les sanctions encourues figurent à l'article R. 1334-37 (sanctions administratives) et aux articles R. 1337-6 et R. 1337-8 à R. 1337-10-1 (sanctions pénales).

Selon cette réglementation, les critères à respecter sont :

- **un critère d'émergence globale.** Les valeurs limites de l'émergence sont de 5 dB(A) de jour (7h-22h) et 3 dB(A) de nuit (22h-7h), valeurs auxquelles s'ajoute un terme correctif en fonction de la durée cumulée d'apparition du bruit particulier. Dans le cas des éoliennes (fonctionnement continu), ce terme correctif est égal à 0 ;
- **un critère d'émergence spectrale,** applicable uniquement à l'intérieur de pièces principales de logements d'habitation. Les valeurs limites de l'émergence spectrale sont fixées à 7 dB pour les bandes d'octaves 125 Hz et 250 Hz, et à 5 dB pour les bandes d'octave 500Hz à 4 kHz.

L'infraction n'est pas constituée lorsque le bruit ambiant en présence du bruit particulier incriminé est inférieur à 25 dB(A) en cas de mesure effectuée à l'intérieur des pièces principales de logements d'habitation, ou 30 dB(A) dans les autres cas.

9.1.3 Réalisation de l'étude d'impact acoustique

La réalisation de l'étude d'impact acoustique d'un parc éolien nécessite de caractériser avec précision l'état sonore initial du site sur lequel les machines doivent être implantées. C'est à partir de cette analyse de l'état initial que les émergences peuvent être calculées.

La méthode pour réaliser l'analyse de l'état initial nécessite une analyse croisée entre les paramètres acoustiques (niveaux sonores existants) et les paramètres aérauliques (vitesse et direction de vent). En effet, le bruit du parc éolien est fonction du vent (le niveau sonore des machines est fonction de la vitesse de vent). En outre, les habitations riveraines étant très souvent implantées dans des zones rurales avec présence de végétation, les niveaux sonores mesurés peuvent être influencés par la vitesse du vent dans la végétation (par exemple le vent dans les arbres) et par la direction du vent en fonction des sources de bruit environnantes (par exemple le trafic routier).

L'éolien en mer présente a priori beaucoup moins d'impact sur la santé humaine que l'éolien terrestre, du fait des distances entre les parcs et les rivages. En revanche les impacts acoustiques sur la faune marine, généralement plus sensible, pourront prendre une place prépondérante dans l'étude d'impact acoustique. Se référer au chapitre 6.

Quel que soit le site retenu, la méthodologie de réalisation de l'analyse de l'état initial nécessite un cadrage préalable, pour définir la zone d'étude et la période d'observation représentative.

9.1.4 Cadrage préalable

Les informations à rechercher

L'analyse de la **rose des vents** du site permet tout d'abord de retenir une période d'observation représentative des conditions habituelles en terme de vitesse et de direction de vent. Pour des raisons pratiques, les mesures sont généralement réalisées sur une seule période de l'année. Il convient alors de bien préciser le caractère représentatif des niveaux sonores retenus et des conditions de propagation rencontrées. Le bruit résiduel peut en effet varier en fonction de la présence de feuilles dans la végétation, du développement des cultures, des bruits de la nature, etc.

La définition de l'**aire d'étude** est issue du recensement préalable des habitations susceptibles d'être impactées. Elle est fonction de la distance aux plus proches machines, mais aussi du relief, des vents dominants, des autres sources de bruit présentes dans l'environnement, etc.

L'impact des émissions sonores des éoliennes doit être étudié auprès des habitations les plus exposées, à savoir :

- les habitations les plus proches du site. Leur repérage est indispensable pour identifier les plus sensibles d'entre elles selon le type d'occupation, l'agencement des lieux, etc. ;
- les habitations situées sous les vents dominants (en particulier là où la direction des vents dominants est marquée ;
- les habitations situées dans des configurations topographiques particulières pouvant induire des niveaux résiduels faibles localement, malgré des vitesses de vent élevées sur le site éolien.

Dans l'exemple ci-contre, l'habitation B est plus lointaine, mais avec un vent et donc un bruit résiduel plus faible. Même si elle est plus éloignée que A elle doit également être considérée. Dans l'exemple ci-dessous l'habitation B est plus lointaine du rivage, mais avec un vent et un bruit résiduel plus faible car le rivage est plus loin. Elle doit donc aussi être considérée dans l'étude.

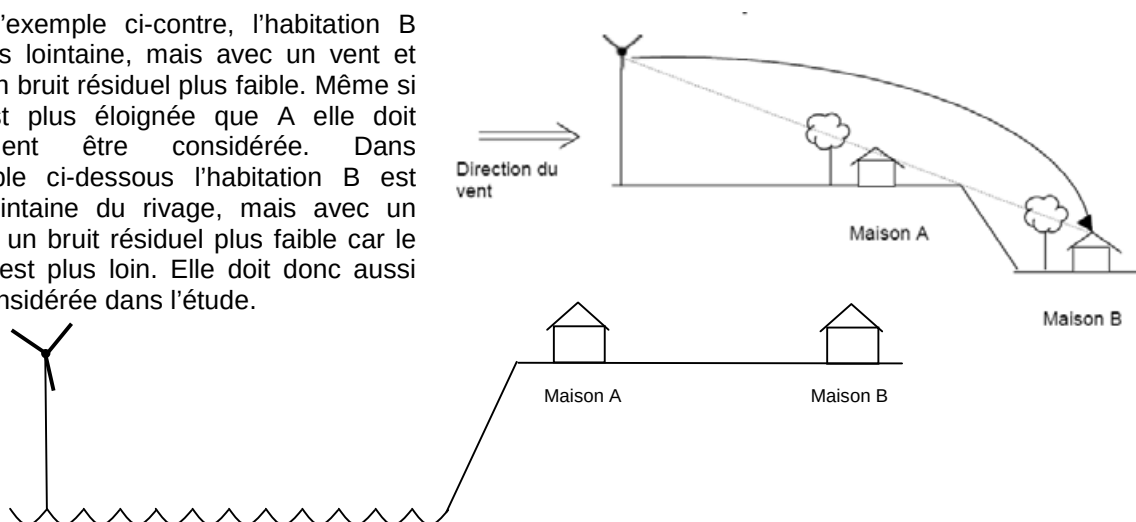


Figure 45 - Vitesse de vent et influence du relief (source : Acouphen Environnement)

Dans le cas **d'éoliennes implantées en mer**, le nombre de machines est généralement plus important, et la propagation sur l'eau s'atténue moins avec la distance. Le périmètre d'étude est donc généralement plus large qu'en éolien terrestre. Il dépend également de la répartition de l'habitat à proximité du site (sur les côtes et/ou dans les terres) et des spécificités topographiques.

Une fois définie la zone d'implantation des machines futures et, le cas échéant, des machines préexistantes, le cadrage préalable recherche les informations suivantes :

- les données cartographiques fournies par les cartes IGN 1:25 000 et les photos aériennes qui permettent de visualiser le bâti, la topographie et la couverture végétale des lieux. Il est préférable de vérifier l'exactitude des données par une visite de terrain ;
- éventuellement, la rose des vents qui indique les vents dominants, en distinguant la période nocturne qui est la plus contrainte par la réglementation ;
- les statistiques de distribution des vitesses de vent afin de prévoir quelle plage de vent est principalement recherchée dans le cadre de la campagne de mesurage, notamment en période nocturne.

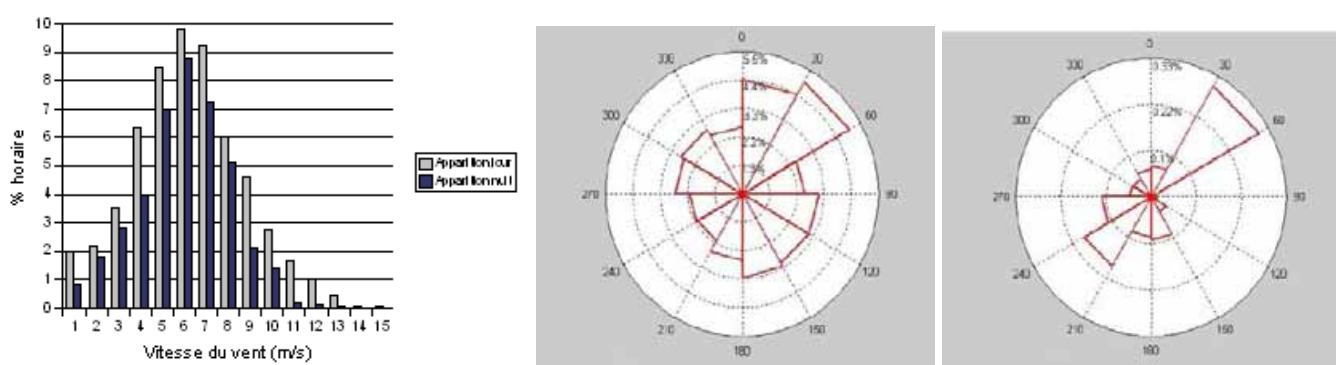


Figure 46 - Histogramme de distribution des vitesses et roses de vents jour/nuit (source : Acouphen environnement)

9.1.5 Réalisation des mesures acoustiques et aérodynamiques pour l'état initial

L'état initial caractérise les ambiances sonores auprès des habitations les plus exposées et/ou sensibles. Les mesures acoustiques peuvent être réalisées uniquement à l'extérieur des habitations en raison des difficultés évidentes à laisser un appareil de mesure à l'intérieur d'une habitation, fenêtre ouverte ou fermée. Elles sont donc réalisées en champ libre ou à une distance de 2 mètres de la façade, selon la norme NFS 31-010.

Simultanément avec les mesures acoustiques, des mesures aérodynamiques permettent, à l'aide d'un mât anémométrique, de mesurer la vitesse et la direction du vent. Ce mât est positionné à l'emplacement des éoliennes, et non pas au niveau des proches habitations, sauf si ces dernières sont situées à une altitude ou dans une configuration topographique similaire.



Figure 47 - Point de mesures acoustiques et mât anémométrique (source : Acouphen environnement et Corieaulys)

Cas des extensions de parcs existants, ou de parcs éoliens proches

Lors de projets d'extension de parcs existants, ou lorsque le projet est proche d'un ou plusieurs parcs éoliens existants, il existe de fait un risque d'impact cumulé. La méthodologie recommandée consiste à considérer comme état initial celui qu'il y aurait si l'ensemble des éoliennes étaient à l'arrêt. La méthode mesure les niveaux de bruit résiduel caractéristiques de la zone étudiée. Si l'arrêt des machines existantes n'est pas possible, le porteur de projet a le choix entre utiliser des mesures résiduelles antérieures (à condition que celles-ci soient utilisables et représentatives), et mesurer le résiduel dans un « endroit proche et représentatif du niveau de bruit résiduel au point de mesurage initialement prévu » (selon les termes de l'arrêté du 5 décembre 2006 – article 4).

La réalisation des mesures acoustiques

Pour l'acquisition des données de mesures acoustiques, il est impératif de pouvoir mesurer en continu les niveaux sonores par échantillons de Leq courts, en dB(A) et pour les bandes d'octave centrées de 125Hz à 4 kHz. L'émergence spectrale ne s'analyse qu'à l'intérieur des logements. Il sera donc nécessaire, lorsque les mesures sont réalisées en extérieur, de calculer les émergences à l'intérieur sur la base de certaines hypothèses.

La hauteur du mât anémométrique devra être au moins égale à 10m. Il peut être utile de réaliser des mesures à plusieurs hauteurs, afin de calculer par extrapolation la vitesse de vent au moyeu, puis la vitesse de référence à 10m, au sens de la norme IEC 61-400.

La vitesse de référence à 10m correspond à la vitesse de vent au moyeu de l'éolienne, ramenée à la hauteur de référence (10m) en tenant compte d'un profil de vent standard (rugosité de sol de 0,05).

Il est nécessaire de faire la distinction entre la vitesse de vent mesurée à 10m et la vitesse de vent de référence à 10m. L'utilisation de cette vitesse de référence à 10m a pour origine la norme IEC 61-400-11 dans laquelle les niveaux de puissance acoustique sont spécifiés par rapport cette vitesse. Afin d'être cohérent avec ces données d'entrée servant au calcul, les mesures aérodynamiques devront être converties en vitesse de référence à 10m.

Pour calculer le vent de référence à 10m, il est nécessaire dans un premier temps d'estimer la vitesse réelle à hauteur du moyeu à partir de mesures effectuées à une ou plusieurs hauteurs. Le choix de la méthode d'extrapolation est libre, sachant qu'une extrapolation précise peut être effectuée en partant de deux hauteurs de mesurage. Dans un deuxième temps, il s'agit de calculer la vitesse de vent qu'il y aurait à 10m si le profil de vent était standard. Le principe est illustré ci-après :

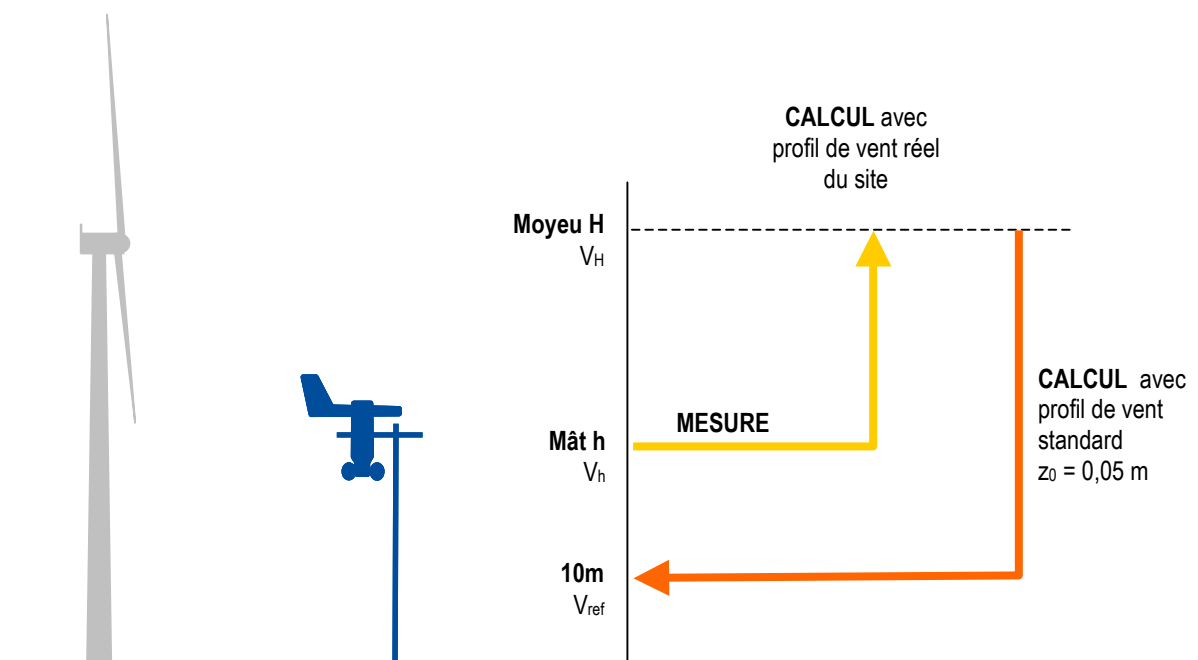


Figure 48 - Principe du calcul de la vitesse de référence à 10 m (source : Acouphen environnement)

La formule permettant de calculer la vitesse de référence à 10m V_{ref} à partir de V_H est la suivante :

$$V_{ref} = V_H \cdot \ln(z_{ref}/z_0) / \ln(H/z_0)$$

Avec :

- V_H : vitesse de vent au moyeu, en m/s
- H : hauteur au moyeu, en m
- z_{ref} : hauteur de référence (10m)
- z_0 : rugosité de sol de référence (profil de vent standard) égale à 0,05 m

9.1.6 Exploitation des mesures acoustiques

L'analyse consiste à déterminer une corrélation acoustique et météorologique pertinente, l'objectif étant d'attribuer un niveau sonore résiduel pour chaque vitesse de vent.

Cette corrélation acoustique est présentée graphiquement sous forme de nuage de points pour chaque période (Jour/Nuit). Chaque échantillon de données est représenté par un point positionné en fonction du couple (vitesse de référence à 10m en m/s ; niveau sonore en dB(A)).

Pour les échantillons de données, l'indicateur réglementaire est le LAeq mais il est recommandé de prendre également en considération l'indice fractile L50, utilisé dans d'autres textes réglementaires. Cette méthode permet notamment de combiner les avantages des deux indices acoustiques LAeq et L50. D'autres indicateurs cités dans la norme NFS 31-010 peuvent toutefois être employés.

L'intervalle de base recommandé pour les échantillons de données est de 10 minutes. Il peut toutefois être diminué jusqu'à 5 minutes, voire jusqu'à 2 minutes, en fonction des caractéristiques de la campagne de mesure effectuée, et notamment de la durée d'échantillonnage disponible pour les données météo (généralement 10 minutes).

En second lieu, et une fois les premiers tris effectués, il s'agit de déterminer la valeur de bruit résiduel à retenir. Ceci se réalise par une analyse statistique des données. Deux méthodes d'analyse sont proposées ci-dessous, sachant que d'autres méthodes statistiques peuvent être employées, et qu'il est possible de combiner les avantages des deux méthodes :

- une méthode par **régression linéaire** sur une ou plusieurs plages de vent (voire par régression polynomiale si elle est jugée plus adaptée au cas traité) ;
- une méthode basée sur les distributions statistiques des échantillons de données. Il est recommandé d'utiliser la **médiane** des échantillons (qui est plus pertinente du point de vue statistique que la moyenne brute) pour réaliser le calcul de la valeur retenue.

Cette analyse doit être effectuée :

- pour chaque point de mesure ;
- de jour comme de nuit ;
- de manière globale et pour chaque bande d'octave ;
- pour des vitesses de vent représentatives des vitesses rencontrées normalement sur le site.

La plage de vent comprise entre 3 et 8 m/s (vitesse de référence à 10m) est la plus communément représentée par des statistiques de vent. Toutefois, la plage de vent représentative change d'un site à l'autre et il peut s'avérer utile de caractériser les niveaux sonores seulement sur une partie de cette plage ou bien sur une plage de vitesses de vent plus élevées.

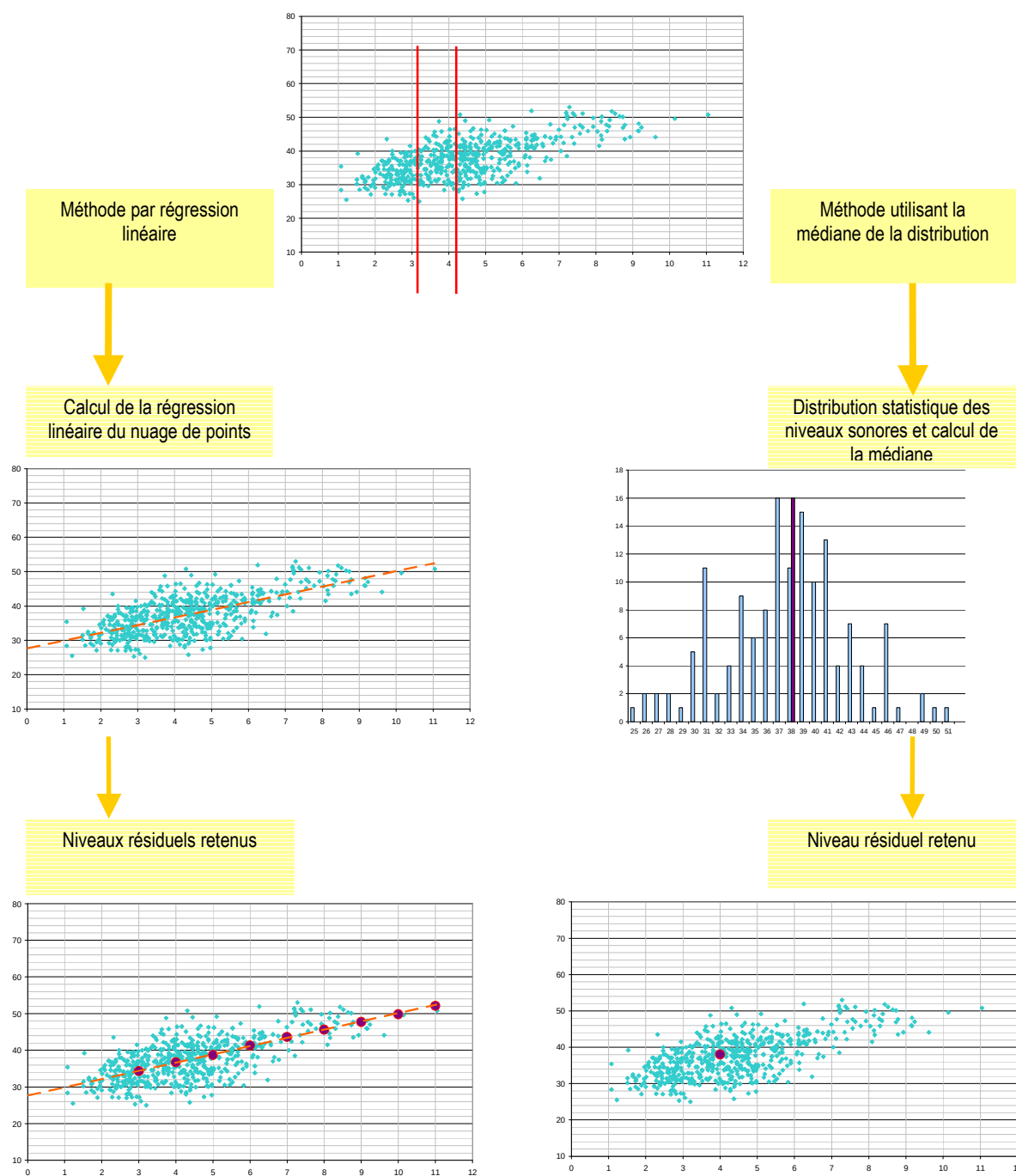


Figure 49 - Exemple d'analyse statistique des données

Le rapport de mesurage doit comporter les points suivants :

Eléments devant figurer dans le rapport de mesurage	Recommandations	Spécificités liées à l'éolien en mer
Localisation des points de mesure	- Choisir des points de mesures à proximité des habitations sensibles (en champ libre ou à 2 m de la façade) dans un lieu de vie exposé aux bruits émis par les éoliennes. - Réaliser une carte de situation des points de mesure avec prise en compte de la rose des vents sur une année.	Choisir des habitations situées en priorité dans les terres (bruit résiduel plus faible), mais aussi en front de mer si nécessaire, en fonction de la position des habitations et des vents dominants.
Environnement physique	Décrire la topographie, la végétation caractérisant le site, et la nature du sol.	Prendre en compte les effets topographiques du rivage (falaises, etc.)
Période d'analyse	- Indiquer la saison. - Indiquer la date et l'heure de début et de fin de mesurage.	
Instrumentation utilisée	Type, numéro d'approbation, comptes-rendus d'auto-vérification, rapport de la dernière vérification périodique par le LNE (Laboratoire National des Essais), logiciels utilisés.	
Description des conditions météorologiques	- Réaliser des mesures dans des conditions variables de force et éventuellement de direction de vent (dans la plage de fonctionnement des éoliennes). - Prendre en compte préférentiellement la situation nocturne par vents modérés. - Renseigner la température, la couverture nuageuse et la pression si les sources contribuant de façon prépondérante au niveau de bruit résiduel sont très éloignées du site.	Décrire l'état de la mer. Effectuer des mesures en vent contraire présente peu d'intérêt : compte tenu de l'éloignement généralement important entre le parc et les habitations, il ne devrait pas y avoir d'impact sonore.
Conditions de mesurage	- Préciser les caractéristiques de l'environnement influant sur la propagation de bruit (ex : champ labouré ou en culture). - Préciser les sources de bruit présentes dans l'environnement lors de la campagne de mesures (par exemple aboiements, avions, oiseaux, circulations diverses, bruit du vent dans la végétation, activités humaines, etc.).	
Résultats des mesures acoustiques	- Indiquer les mesures, réalisées en Leq courts en dB(A) et par bande de fréquence. - Prévoir les mesures sur une durée de plusieurs jours, voire une semaine pour chaque point de mesure, de façon à disposer de suffisamment d'échantillons pour réaliser l'analyse statistique des données de l'état initial. - Réaliser les mesures conformément à la norme NFS-31010.	
Localisation du mât météorologique	Installer le mât au niveau de l'implantation des futures éoliennes selon une méthodologie permettant par la suite de convertir les vitesses mesurées en vitesse de référence de 10 mètres au-dessus du sol.	
Interprétation des résultats	- Préciser l'indicateur acoustique et l'intervalle de base retenus pour les échantillons sonores. - Préciser la méthode d'analyse statistique retenue. - Présenter les évolutions temporelles des échantillons sonores en parallèle avec la vitesse de vent sur les périodes de mesurage. - Présenter les nuages de points jour et nuit pour chaque point de mesure. - Présenter les tableaux des niveaux sonores jour et nuit retenus après analyse, pour chaque classe de vent.	Prendre en compte les paramètres environnementaux classiques (saison, plage horaire, etc.) mais aussi aux caractéristiques marines (marées, etc.)

Tableau 22 - Contenu du rapport de mesurage

9.1.7 Evaluation des impacts

L'évaluation des impacts d'un parc éolien repose sur celle de l'émergence sonore auprès des habitations sensibles. Le calcul des niveaux sonores perçus en un point donné s'effectue à partir de la modélisation de la propagation des ondes sonores. Cette prévision est réalisée par des logiciels de calcul spécialisés. Les calculs prévisionnels se fondent :

- les données d'émission sonore des éoliennes (la puissance acoustique) ;
- les modèles de propagation des ondes sonores.

Puissance acoustique des éoliennes

Les émissions sonores des éoliennes sont certifiées conformément à la norme IEC 61400-11. Selon cette norme, les niveaux de puissance acoustique sont donnés pour une vitesse de vent de référence à 10m.

La puissance acoustique calculée est un niveau sonore intrinsèque à la machine, prenant en compte l'ensemble des bruits aérodynamiques et mécanique de l'éolienne. Elle est disponible par bande d'octaves. La puissance acoustique d'une éolienne est habituellement comprise entre 95 et 110 dB(A) selon les modèles et les vitesses de vent. Cette puissance n'est en rien comparable avec les niveaux de pression sonores au pied de la nacelle d'une éolienne, qui sont plutôt voisins de 60 dB(A).

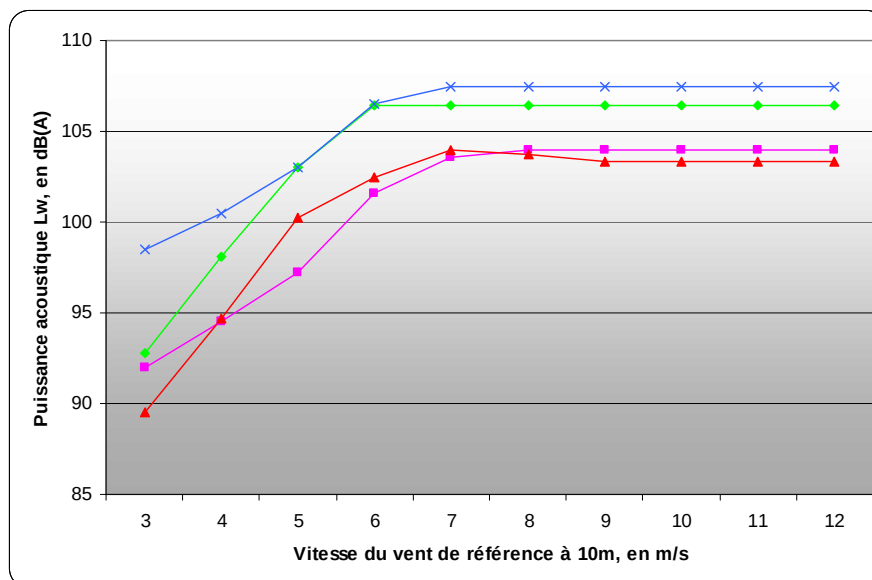


Figure 50 - Exemple d'évolution de la puissance acoustique en fonction de la vitesse du vent (source : Acouphen environnement)

Evaluation de la propagation des ondes sonores

Des modèles de propagation des ondes sonores sont ensuite utilisés pour évaluer l'impact acoustique en se fondant sur des normes, comme la norme ISO 9613-2. Certains pays, tels que le Danemark, la Suède ou les Pays-Bas, ont développé leurs propres normes spécifiques aux éoliennes.

Les modèles de propagation peuvent être classés en deux catégories. Les **modèles 3D** s'appuient sur des algorithmes de calculs élaborés ainsi que sur une représentation détaillée de l'environnement (topographie, occupation du sol, hauteur des sources et des obstacles). Les **modèles 2D** sont plus simples : ils ne prennent pas en compte la topographie, ni le fait que la source de bruit est ponctuelle et en surélévation par rapport au niveau du sol. Leur utilisation est donc à éviter dans tous les cas.

Quels que soient la norme ou l'algorithme de calcul et le logiciel utilisé, ils devront notamment tenir compte des effets suivants :

- les effets de sol ;
- les effets d'absorption spécifiques liés à la végétation ;
- la topographie autour du site ;
- l'influence des conditions météorologiques : les calculs sont réalisés a minima dans des conditions favorables à la propagation sonore (au sens de la norme ISO 9613) et si possible en fonction de la rose des vents (en direction et vitesse), et en prenant en compte le gradient de vent.

L'étude d'impact doit fournir la description de l'algorithme de calcul et du logiciel utilisé, la description des principaux paramètres de calculs du modèle acoustique et des valeurs retenues et la description des données d'entrée.

Dans tous les cas, la modélisation informatique reste une approximation de la réalité physique, notamment du fait de la complexité de la propagation des ondes sonores. Ses hypothèses, limites et incertitudes, doivent être maîtrisées par l'acousticien qui réalise l'étude.

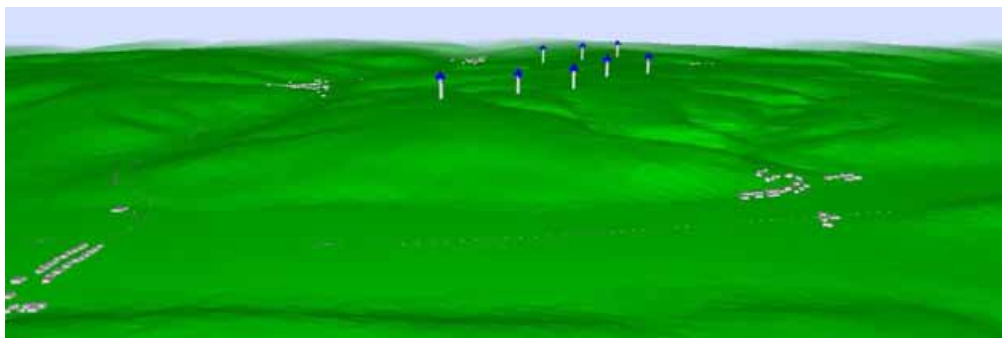


Figure 51 - Exemple de vue 3D issue d'un modèle acoustique (source : Acouphen environnement)

Evaluation de l'émergence prévisionnelle en dB(A)

Les émergences sonores prévisionnelles à présenter dans l'étude d'impact sont calculées à partir des niveaux de bruit résiduel retenus par classe de vent, et des contributions calculées pour chaque point récepteur par le modèle acoustique.

Les résultats de l'évaluation peuvent être présentés sous forme de tableau, comme dans l'exemple ci-dessous :

Vitesse de référence à 10m		-	4 m/s	-
Distribution annuelle des vitesses de vent		-	21 %	-
Point 1	Niveau résiduel retenu (issu de l'analyse par nuage de points)	-	29 dB(A)	-
	Contribution du parc (issue du modèle acoustique)	-	31 dB(A)	-
	Niveau ambiant futur	-	33 dB(A)	-
	Emergence constatée	-	4 dB(A)	-
	Emergence limite autorisée (pour la période nocturne)	-	3 dB(A)	-
	Dépassement d'émergence	-	1 dB(A)	-

Tableau 23 - Exemple présentation des émergences prévisionnelles en dB(A)

L'étude d'impact peut éventuellement proposer une évaluation de l'impact à long terme, qui « englobe des niveaux correspondants à une grande diversité de conditions météorologiques » (selon les termes de la norme de calcul ISO 9613-2). Cette analyse à long terme permet de caractériser la sensibilité acoustique d'un projet, et d'effectuer des comparaisons entre différents projets ou différentes variantes d'implantation.

Evaluation de l'émergence spectrale à l'intérieur des habitations

Les émergences spectrales sont évaluées à l'intérieur des habitations uniquement. Le cas le plus pénalisant correspond généralement à celui avec fenêtre ouverte, sauf dans le cas particulier d'habitations présentant des ouvrants de faible isolation acoustique.

Dans le cadre d'une étude d'impact, pour des raisons pratiques, et afin d'éviter des mesures de longue durée en fenêtres ouvertes, les mesures sont réalisées à l'extérieur, et l'émergence est ensuite évaluée pour l'intérieur des habitations. Les mesures permettent de définir pour chaque classe de vitesse de vent, et pour chaque bande d'octave entre 125Hz et 4000Hz, des niveaux résiduels selon la même méthode que pour les niveaux globaux. Ces analyses spectrales peuvent être présentées uniquement pour les points les plus pénalisants en émergence globale.

Pour évaluer l'émergence spectrale dans le cas d'une fenêtre ouverte et lorsque les mesures ont été réalisées à l'extérieur, la méthodologie décrite ci-après peut être mise en œuvre. D'autres hypothèses sont toutefois possibles selon le contexte étudié.

L'estimation du niveau sonore intérieur se fonde sur l'hypothèse suivante : la fenêtre apporte une atténuation identique sur le bruit résiduel et sur la contribution sonore du parc. Cette atténuation est fixée classiquement à 5 dB sur le niveau global en dB(A), et 5dB par bande d'octave.

Au bruit résiduel issu de l'extérieur, pourra être ajouté un « bruit résiduel forfaitaire » caractérisant une valeur typique de bruit résiduel interne. Un exemple de bruit forfaitaire, issu de retours d'expérience et de comparaisons avec des mesures in situ, est donné ci-dessous à titre indicatif :

Bande d'octave	125Hz	250Hz	500Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Bruit résiduel forfaitaire fréquentiel, en dBLin	25,0	15,0	14,0	14,0	14,0	13,0
Bruit résiduel forfaitaire fréquentiel, en dB(A)	8,9	6,4	10,8	14,0	15,2	14,0
Bande d'octave	125Hz	250Hz	500Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Bruit résiduel forfaitaire fréquentiel, en dBLin	33,0	24,0	17,0	13,0	10,0	8,0

Tableau 24 - Exemples de bruit forfaitaire

Le calcul de l'émergence spectrale est réalisée si la valeur de déclenchement de 25 dB(A) sur le bruit ambiant est dépassée.

Cas des projets d'extension

Lors de projets d'extension de parcs existants, l'impact acoustique à prendre en compte correspond à l'impact cumulé des machines existantes et de celles du projet d'extension, objet de l'étude d'impact. La méthode de calcul doit intégrer le bruit des machines existantes dans l'évaluation de l'impact.

Résultats de l'évaluation

Les résultats des modélisations peuvent être exprimés sous différentes formes :

- la contribution sonore en niveau global du parc éolien exprimée en dB(A) au niveau des points récepteurs situés à l'extérieur des habitations les plus exposées ;
- la contribution sonore en bande de fréquence calculée à l'intérieur de l'habitation. Les hypothèses de calcul pour la transposition du bruit de l'extérieur à l'intérieur de l'habitation devront être clairement explicitées ;
- une carte de bruit présentant la contribution sonore du parc éolien sur le territoire d'étude, pour une vitesse de vent donnée (par exemple 8 m/s).

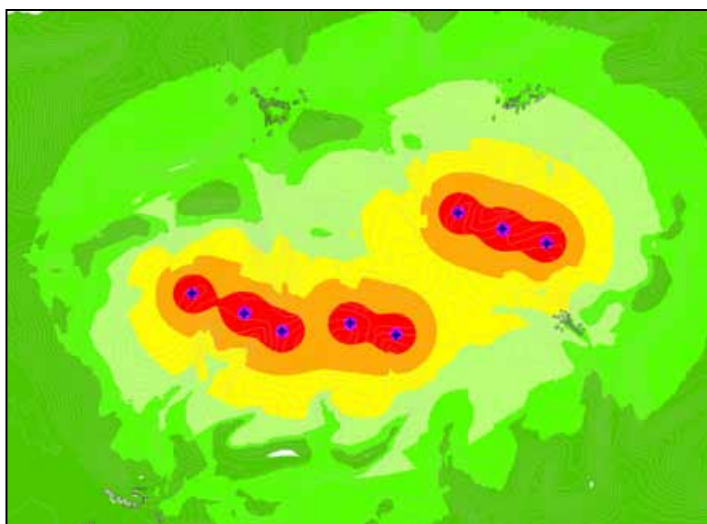


Figure 52 - Exemple de carte de bruit d'un parc éolien en dB(A) (source : Acouphen environnement)

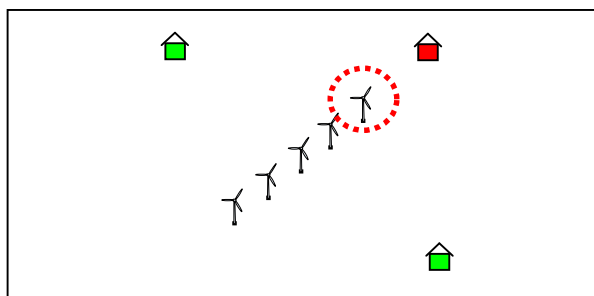
9.1.8 Définition des mesures

L'étude d'impact permet d'optimiser l'impact acoustique d'un parc éolien dès le stade de sa conception. Ainsi, différents types de mesures d'évitement ou de réduction sont possibles pour limiter les niveaux sonores auprès des habitations les plus proches et/ou les plus sensibles.

La modélisation acoustique permet non seulement de localiser les zones riveraines à risque, mais également de déterminer quelles machines sont les sources de bruit dominantes en un point donné et sur quelles plages de vent. La modélisation est donc un outil puissant de diagnostic pour orienter le choix vers les meilleurs scénarios au stade projet c'est-à-dire ceux concernant le schéma d'implantation et le type de machines. Les schémas ci-après présentent quelques exemples théoriques volontairement simplifiés d'optimisations préalables.

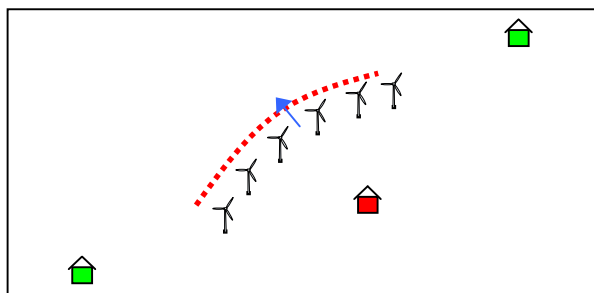
Cas n°1

Si l'impact est localisé sur une zone habitée uniquement (en rouge) et s'il est en grande partie lié à la machine la plus proche, son implantation devra être retravaillée.



Cas n°2

Si l'impact est localisé sur une zone habitée uniquement (en rouge), et est lié à un grand nombre de machines, c'est au minimum l'implantation de la première ligne de machines proche de cette zone qui est à revoir (l'exemple ci-contre illustre la possibilité de reculer cette première ligne), ou bien le choix de machines moins bruyantes qui est à privilégier.



Cas n°3

Si l'impact est réparti sur plusieurs zones autour du parc, le problème peut être plus complexe, d'autant plus si les émergences prévisionnelles sont fortes. L'ensemble de l'implantation (voire le type de machines) devra être à nouveau étudiée avec l'acousticien, ce qui pourra amener à réduire le nombre de machines prévues initialement ou définir d'autres solutions techniques.

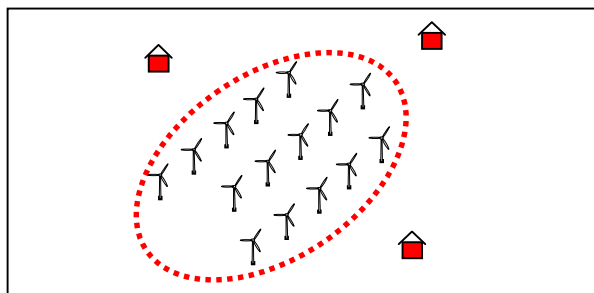


Figure 53 - Exemples d'optimisation acoustique d'un parc éolien en fonction de la localisation de l'habitat

Les mesures envisageables pour limiter l'impact acoustique d'un parc éolien concernent le choix du scénario d'implantation, le choix des machines ainsi que l'adaptation du mode de production.

Type de mesure	Description
Choix de l'implantation et choix des machines	Il s'agit de la principale mesure de réduction des nuisances sonores, et se situe au niveau de la conception du projet, permettant la recherche d'un impact acoustique le moindre possible. Cette mesure consiste à choisir : - l'implantation (nombre, localisation des éoliennes) ; - des machines répondant aux contraintes locales.
Adaptation du mode de production	Ces mesures visent à limiter le bruit émis par les éoliennes. L'exploitant a la possibilité d'ajuster leur fonctionnement, en particulier en fonction des contraintes sonores. Par exemple, certains fabricants proposent de programmer un fonctionnement « au ralenti » des éoliennes (et ainsi limiter les émissions sonores) en fonction des heures de la journée et de la période de la semaine ou de l'année. D'autres programmations en fonction de paramètres météorologiques peuvent être envisageables, mais les possibilités sont à considérer au cas par cas en fonction des éoliennes prévues.

Tableau 25 - Exemples de mesures pour limiter l'impact acoustique

9.1.9 Suivis et évaluation post-implantation

La réception acoustique d'un parc éolien se réalise par des mesures acoustiques chez les riverains les plus exposés. Afin d'évaluer l'émergence, des mesures avec parc en marche et parc à l'arrêt sont nécessaires, sauf si des mesures résiduelles antérieures sont utilisables et jugées représentatives.

Afin d'obtenir des échantillons de bruit résiduel et de bruit ambiant sur des périodes relativement homogènes en terme de conditions météorologiques, les mesures de bruit ambiant et de bruit résiduel sont de préférence effectuées lors de séquences de marche et d'arrêt du parc sur des durées relativement courtes (en fonction des possibilités de l'exploitant).

Lorsqu'il est impossible d'effectuer des séquences de marche et d'arrêt du parc, ou lorsque cette méthode n'est pas représentative (par exemple en présence d'un autre parc éolien proche), le bruit résiduel caractéristique de la zone peut être évalué dans un « *endroit proche et représentatif du niveau de bruit résiduel au point de mesurage initialement prévu* » (selon les termes de l'arrêté du 5 décembre 2006 – article 4).

Les analyses statistiques sont ensuite effectuées sur le bruit ambiant et sur le bruit résiduel pour chaque classe de vent, afin d'évaluer l'émergence selon les mêmes méthodologies que celles suivies lors de la réalisation de l'étude d'impact du projet éolien.

9.1.10 Les effets des basses fréquences

Description des effets

Les bruits de basses fréquences (BBF) désignés comme tels dans la littérature scientifique sont compris entre 10 Hz et 200 Hz, parfois de 10 Hz à 30 Hz. Ils sont spécifiquement identifiés et différents des modulations lentes des bruits. La gamme inférieure de ce domaine concerne les infrasons dont la fréquence se situe de 1 Hz à 20 Hz, parfois jusqu'à 30 Hz.

Le bruit dû aux éoliennes recouvre partiellement ce domaine, avec une part d'émission en basses fréquences.

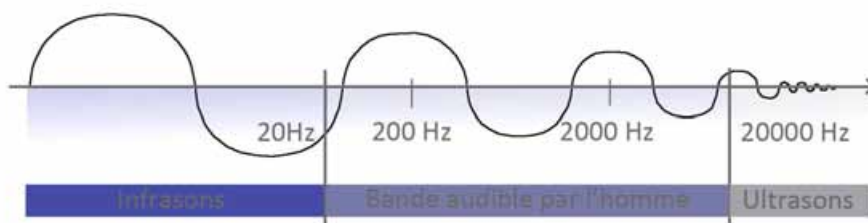


Figure 56 - Domaines de fréquences

Les bruits de basses fréquences (BBF) perturbent le sommeil et provoquent son interruption, par périodes brèves. Dans le cadre des parcs éoliens, l'AFSSET constate que le nombre des plaintes des riverains augmente nettement à partir de 32,5 dB(A)⁷⁷, et que 20 % des sujets s'estiment gênés à partir de 40 dB(A) (aucun sujet gêné en dessous de 32,5 dB(A)).

Les difficultés d'endormissement sont présentes entre 6 Hz et 16 Hz à partir de 10 dB au dessus du seuil d'audition, alors qu'aux mêmes fréquences et à 10 dB au dessous du seuil d'audition, ces effets ne sont pas sensibles.

Cas particulier des infrasons

Les infrasons se situent à une fréquence inférieure à 20 Hz. Des mesures réalisées dans le cadre d'études en Allemagne⁷⁸ montrent que les infrasons émis par les éoliennes se situent sensiblement en-deçà du seuil d'audibilité humaine dans la plage d'immissions. L'étude mentionne également que le niveau d'infrasons relevé ne serait pas uniquement imputable au fonctionnement de l'éolienne, mais serait également conditionné par le vent lui-même qui en constitue une source caractéristique.

⁷⁷ Rapport AFSSET, mars 2008 (voir bibliographie).

⁷⁸ Deutscher Naturschutzring, mars 2005 (voir bibliographie).

Fréquence	8 Hz	10 Hz	12,5 Hz	16 Hz	20 Hz
Niveau d'infrasons mesuré à 250 m de distance d'une éolienne de 1MW et à une vitesse de vent de 15m/s	72 dB	71 dB	69 dB	68 dB	65 dB
Seuil d'audibilité	103 dB	95 dB	87 dB	79 dB	71 dB

Tableau 26 - Comparaison du niveau d'infrasons et du seuil d'audibilité par fréquence (source : d'après Hammerl et Fichtner, 2000)

Les mesures d'infrasons réalisées pour toutes les dimensions d'éoliennes courantes concordent sur un point : les infrasons qu'elles émettent, même à proximité immédiate (100 à 250 m de distance), sont largement inférieurs au seuil d'audibilité.

Les bruits de la vie quotidienne généralement acceptés, comme le bruit intérieur d'une voiture particulière, présentent un niveau bien plus élevé. Dans une voiture particulière circulant à 100 km/h, les infrasons sont si forts qu'ils en sont audibles.

Les infrasons émis par une éolienne sont donc très éloignés des seuils dangereux pour l'homme⁷⁹. Par ailleurs, il n'a été montré, en l'état actuel des connaissances scientifiques, aucun impact sanitaire des infrasons sur l'homme, même à des niveaux d'exposition élevés⁸⁰.

Mesures préconisées

L'impact et les mesures concernant les basses fréquences ne peuvent être définis au stade de l'étude d'impact. On peut toutefois se référer à des niveaux dit acceptables pour les basses fréquences.

Les critères de nuisance vis-à-vis des basses fréquences sont de façon usuelle tirés de courbes d'audibilité (méthodes hollandaise, suédoise, polonaise, allemande). Les niveaux acceptables (dans l'habitat) sont approximativement les limites d'audition : autour de 100 dB à quelques Hz (80 à 105 dB(A), 10 Hz), jusque vers 35 dB à 100 Hz (10 à 30 dB(A) à 200 Hz).

A RETENIR

La mesure de l'état initial sonore nécessite la mise en œuvre d'un protocole de mesurage strict.

Des modèles de calcul numériques permettent d'estimer la propagation des ondes sonores, et ainsi de calculer les niveaux sonores des éoliennes, dans un contexte donné. Ces niveaux sont ensuite comparés avec les niveaux de bruit résiduels sur site pour déterminer l'émergence de la future installation.

Les éoliennes émettent des infrasons, cependant ceux-ci sont généralement inférieurs au seuil d'audibilité.

⁷⁹ Rapport Académie de médecine (voir bibliographie).

⁸⁰ Rapport AFFSET, mars 2008.

9.2 La santé publique

Hormis le bruit, d'autres facteurs d'impact concernent les populations riveraines. Le code de l'environnement impose à l'étude d'impact de produire une analyse des effets sur la commodité du voisinage, la santé et la sécurité publique. Cette partie analyse les effets potentiels d'un parc éolien sur la santé publique et la commodité du voisinage. Ces items ne nécessitent pas une analyse poussée dans le cadre de l'étude d'impact, au vu des faibles niveaux de risques pour les riverains, mais doivent toutefois être mentionnés à titre d'information.

9.2.1 Les effets d'ombre portée

Description des effets

L'ombre portée des pales des éoliennes en mouvement peut créer, au niveau des habitations proches, des effets stroboscopiques déplaisants.

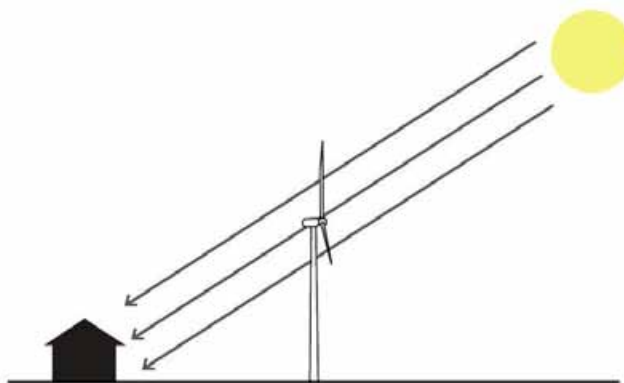


Figure 54 - Illustration du phénomène d'ombre stroboscopique

Plusieurs paramètres interviennent dans ce phénomène :

- la taille des éoliennes ;
- la position du soleil (les effets varient selon le jour de l'année et l'heure de la journée) ;
- l'existence d'un temps ensoleillé ;
- les caractéristiques de la façade concernée (orientation) ;
- la présence ou non de masques visuels (relief, végétation) ;
- l'orientation du rotor et son angle relatif par rapport à l'habitation concernée ;
- la présence ou non de vent (et donc la rotation ou non des pales).

Le risque de crises d'épilepsie suite à ce phénomène est parfois invoqué à tort. En effet, une réaction du corps humain ne peut apparaître que si la vitesse de clignotement est supérieure à 2,5 Hertz ce qui correspondrait pour une éolienne à 3 pales à une vitesse de rotation de 50 tours par minute. Les éoliennes actuelles tournent à une vitesse de 9 à 19 tours par minute soit bien en-deçà de ces fréquences.

Le phénomène d'ombre stroboscopique peut être perçu par un observateur statique, par exemple à l'intérieur d'une habitation, cet effet devient rapidement non perceptible pour un observateur en mouvement, par exemple à l'intérieur d'un véhicule.

Evaluation des impacts

Compte-tenu des paramètres intervenant dans le phénomène d'ombre portée, seule une approche statistique, prenant en compte les fractions d'ensoleillement, les caractéristiques locales du vent et du

site éolien, permet d'apprécier quantitativement la probabilité d'une perception de cet effet et d'une éventuelle gêne pour les riverains.

Les habitations localisées à l'est et à l'ouest des éoliennes sont davantage susceptibles d'être concernées par ces phénomènes que les habitations situées au nord ou au sud. Avec l'éloignement, ces phénomènes de gêne diminuent assez rapidement (ils décroissent selon une courbe hyperbolique). Des logiciels adaptés permettent de préciser les éventuelles périodes de gêne, pour produire des cartes indiquant le nombre d'heures d'ombre par an.

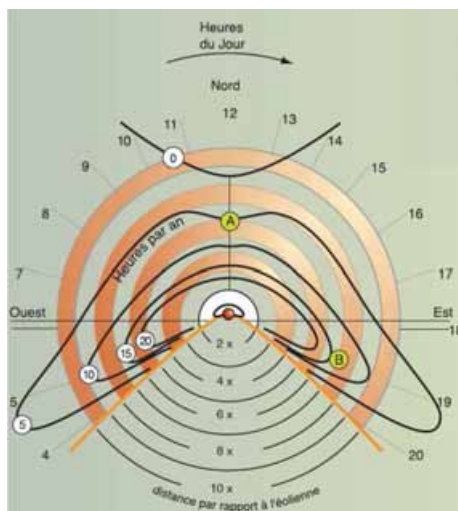


Figure 55 - Le masquage périodique du soleil par les pales en rotation (source : ADEME)

Il n'y a pas en France de valeur réglementaire concernant la perception des effets stroboscopiques. A titre d'exemple, le « Cadre de référence pour l'implantation d'éoliennes en Région wallonne⁸¹ » basé sur le modèle allemand, fait état d'un seuil de tolérance de 30 heures par an et d'une demi-heure par jour calculé sur base du nombre réel d'heures pendant lesquelles le soleil brille et pendant lesquelles l'ombre est susceptible d'être projetée sur l'habitation. Ce même document mentionne également, qu'une distance minimale de 250 mètres permet de rendre négligeable l'influence de l'ombre des éoliennes sur l'environnement humain.

9.2.2 Les effets des champs électromagnétiques

Les sources possibles de champs électromagnétiques sont de deux types :

- les sources naturelles : celles-ci génèrent des champs statiques, tels le champ magnétique terrestre et le champ électrique statique atmosphérique (faible par beau temps, de l'ordre de 100 V/m, mais très élevé par temps orageux jusqu'à 20000 V/m) ;
- les sources liées aux applications électriques, qu'il s'agisse des appareils domestiques ou des postes électriques.

Les tableaux suivants comparent les champs électriques et magnétiques produits par certains appareils ménagers et conducteurs de lignes électriques, que l'on comparera également aux câblages souterrains. Ainsi, les petits moteurs et transformateurs des appareils domestiques forment des sources locales de champ magnétique beaucoup plus importantes que leurs câbles électriques.

⁸¹ Voir le site du Ministère de la région Wallonne (<http://mrw.wallonie.be>).

Source	Champ électrique (en V/m)
Rasoir électrique	Négligeable
Micro-ordinateur	Négligeable
Grille-pain	40
Téléviseur	60
Chaîne stéréo	90
Réfrigérateur	90
Lignes 90 000 volts (à 30m de l'axe)	180
Lignes 400 000 volts (à 100 m de l'axe)	200
Couverture chauffante	250

Tableau 27 - Champs électriques de quelques appareils ménagers et des lignes électriques (source : RTE France)

Source	Champ magnétique (en μT)
Réfrigérateur	0,30
Grille-pain	0,80
Chaîne stéréo	1,00
Lignes 90 000 volts (à 30m de l'axe)	1,00
Lignes 90 000 volts (à 30m de l'axe)	1,20
Micro-ordinateur	1,40
Téléviseur	2,00
Couverture chauffante	3,60
Rasoir électrique	500
Liaison souterraine 225 000 V (pose de câbles : en trèfle – en nappe)	6 – 20 (à l'aplomb)
	1 – 4 (à 5 m de l'axe)
	0,1 – 0,3 (à 20m de l'axe)
Liaison souterraine 63 000 V (pose de câbles : en trèfle – en nappe)	3 – 15 (à l'aplomb)
	0,4 – 3 (à 5 m de l'axe)
	Négligeable – 0,2 (à 20m de l'axe)

Tableau 28 - Champs magnétiques de quelques appareils ménagers, des lignes électriques et des câbles souterrains (source : RTE France)

Dans le cas des parcs éoliens, les champs électromagnétiques sont principalement liés au poste de livraison et aux câbles souterrains. Les câbles à champ radial, communément utilisés dans les parcs éoliens, émettent des champs électromagnétiques, qui sont très faibles voire négligeables dès que l'on s'en éloigne.

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) considère qu'à partir de 1 à 10 mA/m² (induits par des champs magnétiques supérieurs à 0,5 mT⁸² et jusqu'à 5mT à 50-60 Hz, ou 10-100 mT à 3 Hz) des effets biologiques mineurs sont possibles. Les champs électromagnétiques auxquels sont habituellement exposées les populations n'ont donc pas d'effet sur la santé. Par ailleurs, le COWRIE a mené des travaux sur les champs électromagnétiques en mer, qui pourront utilement être consultés dans le cadre de l'étude d'impact.

A RETENIR

En matière de santé publique, les principaux effets des éoliennes sont les effets d'ombre portée, dont la probabilité de perception peut être évaluée par une approche statistique.

Le câblage souterrain forme une source de champ électromagnétique, qui demeure cependant faible.

⁸² 1 mT = 1 000 μT = 0,001 T.

9.3 La sécurité publique

9.3.1 Préambule

En matière de sécurité de nombreuses réglementations s'appliquent à la construction et l'exploitation d'un parc éolien (voir ANNEXE 8). Elles visent à assurer le respect de la sécurité publique et relèvent essentiellement du code du travail et de la Directive machine. Si elles peuvent être indiquées dans une étude d'impact à titre d'information, elles ne relèvent pas du code de l'environnement.

Cette partie du guide s'intéresse particulièrement à la sécurité publique au sens du code de l'environnement, à savoir la sécurité vis-à-vis des populations. L'étude d'impact doit préciser les points suivants :

- sécurité des riverains lors de la phase de travaux ;
- sécurité des riverains en phase d'exploitation ;
- risques de perturbation des radars ;
- risques pour la sécurité aérienne ;
- risques de perturbation des ondes hertziennes ;
- risque incendie, etc.

Sans prétendre à l'exhaustivité, quelques principes permettant d'assurer la sécurité des personnes en phase travaux et en phase d'exploitation sont décrits ci-après, ainsi que les obligations et les recommandations vis-à-vis des risques de perturbation des radars et du trafic aérien.

9.3.2 La sécurité des personnes lors de la phase travaux

En phase chantier, le personnel, formé et habilité pour ce type de chantier d'envergure, est bien plus exposé aux risques d'accidents que les populations riveraines. La mission CSPS indique les règles de sécurité à respecter.

Comme tout chantier de travaux publics, le chantier du parc éolien doit comporter une signalétique avertissant des dangers présents sur le site (chute d'objets, risque électrique, circulation d'engins de chantier,...) et interdisant l'accès. Cette signalisation doit être placée à l'entrée du chantier et au niveau de chaque plate-forme de stockage et de levage.

Cependant, un chantier de cette envergure attire souvent les curieux, prenant effectivement un risque, malgré l'interdiction de chantier. On ne peut que recommander qu'en dehors de leurs horaires de présence les entreprises chargées des travaux ne laissent pas de situation dangereuse sur le site (tranchée non rebouchée ou balisée, fers bétons hérissés sans protection, etc.).

De même, lors de la mise en place des éoliennes qui constitue une opération spectaculaire, il incombe au maître d'ouvrage et aux entreprises de prendre toutes les mesures pour conduire les éventuelles personnes étrangères au chantier dans des zones sans risque. Lors des visites organisées, les mesures élémentaires de sécurité doivent être respectées comme par exemple le port du casque.



Chantier d'un parc éolien

9.3.3 La sécurité des personnes en phase d'exploitation

Accidentologie

Comme toute activité humaine, le risque zéro n'existe pas dans l'exploitation d'un parc éolien. Le principal facteur de risque est par définition le produit de la probabilité d'occurrence (P) d'un événement par sa gravité (G) : $R = P \times G$. Il est ici lié à la présence d'éléments mécaniques en mouvement. Le risque d'accident pour un tiers qui en découle est, par conséquent, minime.

En juillet 2004, le Conseil général des Mines dénombrait 22 accidents mortels liés (plus ou moins directement) à l'énergie éolienne dans le monde : 20 personnes suite à un accident du travail (13 lors de la construction ou du démontage des éoliennes et 7 lors d'opérations de maintenance), ce qui justifie une formation du personnel appropriée, et deux tiers (une parachutiste débutante et une personne victime d'une crise cardiaque à la suite des efforts consentis pour accéder à la nacelle).

Un site éolien est généralement ouvert et visité par des promeneurs. Les locaux techniques que sont les postes de livraison et les éoliennes doivent être fermés à clé et comporter sur les portes d'accès les avertissements de dangers réglementaires, notamment celui du risque électrique.

Résistance des éoliennes aux tempêtes

Les éoliennes sont conçues pour s'arrêter systématiquement en cas de fortes rafales ou de défaillance.

En France, environ 300 éoliennes, réparties sur une cinquantaine de parcs ont été concernées par la tempête de février 2009. Outre les problèmes de réseaux électrique ou téléphonique survenus indépendamment des parcs éoliens, l'absence de dysfonctionnement des systèmes de protection, l'arrêt et le redémarrage automatique de la majorité des parcs éoliens, et seuls quelques dégâts matériels mineurs (chute d'une tôle de nacelle en site isolé, destruction de girouettes et d'anémomètres, etc.) ont été constatés⁸³.

Le risque de bris de pale ou l'effondrement de l'éolienne

La probabilité qu'un incident d'éolienne comme la rupture et l'éjection d'une pale ou la destruction totale de l'éolienne, entraîne un accident grave aux biens ou à la santé d'un tiers est très faible⁸⁴. En effet, la probabilité par an qu'une pale (pour un moyeu à 65 m de hauteur) atteigne une distance de 215 m serait⁸⁵ de l'ordre de 5.10^{-7} . Cette probabilité de projection d'un élément d'une éolienne de 2 MW serait d'un ordre de grandeur de 10^{-5} dans un rayon de 40 mètres (c'est-à-dire sous l'emprise de l'éolienne) et tombe à 10^{-6} (soit une chance sur un million) dans un rayon légèrement supérieur à 100 mètres.

Dans le cadre d'un projet éolien susceptible d'engendrer une incidence sur la sécurité publique (notamment lorsqu'il concerne une voie de communication à grande circulation), il peut être utile pour rassurer les populations riveraines ou les usagers de faire procéder à une analyse du risque de projection.

Cette étude, qui n'est réalisée que dans des cas particuliers, s'établit en 2 temps :

- une première analyse des risques en fonction des caractéristiques du périmètre rapproché du projet, réalisée lors de l'état initial permet de définir des distances de sécurité, des zones à éviter et d'orienter le projet ;
- une modélisation du danger, une fois le projet défini, sur la base d'une modélisation de type balistique définit précisément la « zone de risque » potentielle autour du parc éolien et quantifie ce risque.

Le risque de chute de glace

La formation de givre sur les pales n'est pas à exclure par temps froid, quelle que soit l'altitude. Lorsque le givre se forme sur une éolienne à l'arrêt, le risque de projection est très faible. En revanche, si l'éolienne entre en fonctionnement, le risque est plus élevé. Lorsque le givre se forme sur une éolienne en mouvement, des études sur site ont révélé que les distances de projection par rapport au mât des éoliennes étaient comprises entre 20 m environ à 120 m au maximum⁸⁶.

⁸³ Données du Syndicat des énergies renouvelables.

⁸⁴ Rapport du Conseil Général des Mines (voir bibliographie).

⁸⁵ Probabilité d'éjection d'une pale = 5.10^{-3} ; Probabilité que la pale éjectée atteigne 250 m = 10^{-7}

⁸⁶ Deutscher Naturschutzring (voir bibliographie).

Des dispositifs de chauffage ou vibratiles et/ou des systèmes d'arrêt automatique (la détection automatique est rendue possible par le déséquilibre de poids entre les pales quand la glace s'est formée) peuvent être mis en place. Ce dernier système trouve ses limites si les trois pales se chargent de manière identique. Le phénomène peut alors passer inaperçu et le système n'arrêtera la machine qu'après détachement d'un bloc de l'une des trois pales.

Il est également conseillé de signaler le danger de chute de glace aux abords de tout parc éolien concerné. La présence de risque lié à la chute de glace relève de la responsabilité de l'exploitant.

9.3.4 Perturbation des radars par les éoliennes

Compte tenu de leurs missions de service public et de sécurité des biens et des personnes, les opérateurs radars doivent pouvoir identifier l'impact potentiel de l'implantation d'une ou plusieurs éoliennes sur le fonctionnement de leurs radars fixes.

Tous ces radars peuvent bénéficier à ce jour de servitudes radioélectriques établies par décrets du Premier ministre, pris après avis de l'ANFR. Ces servitudes d'utilité publique sont relatives à la protection des centres radioélectriques d'émission et de réception contre les obstacles et les perturbations électromagnétiques. Elles peuvent s'étendre pour les radars jusqu'à un rayon de 5 km.

Certains effets peuvent cependant se produire au delà des zones de servitudes. C'est pourquoi la circulaire du 3 mars 2008 précise le cadre d'analyse des effets des projets éoliens sur les radars. Des zones de protection (d'un rayon de 5 km où l'implantation ne sera pas autorisée) et des zones de coordination (5 à 30 km, où des études sont à mener) sont ainsi créées par la circulaire.

La problématique des radars est à considérer le plus en amont possible des projets, c'est-à-dire dès le stade de la faisabilité d'un projet et/ou d'une ZDE.

Les radars concernés sont ceux de l'aviation civile, de la défense nationale, des ports de navigation maritime et fluviale, ou encore les radars météorologiques.

Le tableau suivant présente quelques effets des éoliennes sur le fonctionnement des radars. Il est souvent préconisé aux porteurs de projet en zone de coordination de s'implanter de manière radiale par rapport au radar ce qui entraînerait une baisse significative de l'effet « écran » et limiterait l'impact des éoliennes sur le fonctionnement du radar. Des pistes d'amélioration des radars sont également envisagées : commande du radar pour atténuer les parasites générés par les éoliennes, filtrage Doppler, procédures dédiées pour supprimer « l'effet fantôme », algorithme « anti-clutter⁸⁷ » adapté, etc. Cependant des études complètes sont nécessaires pour valider l'efficacité de telles mesures.

	Cause	Effet potentiel
Saturation	La surface équivalente radar ⁸⁸ de l'éolienne (30 à 60 dBm2 ou plus)	Saturation qui génère de fausses détections et/ou une perte d'information sur les cibles ⁸⁹ utiles
Doppler	Les parties tournantes des éoliennes (principalement les pâles) produisent un spectre Doppler.	Génération et entretien de pistes ⁹⁰ primaires et secondaires sur des périodes suffisamment longues pour générer des distorsions d'information Risque de fausses alarmes
Masque	Les éoliennes créent un masque avec des effets complexes liées aux parties mobiles de l'éolienne	« Trous de détection » dans certains secteurs de la veille radar Risque de perte d'information sur une cible masquée par l'éolienne Augmentation de la fausse alarme (clutter derrière le masque modulé par les parties mobiles)
Multitrajet	L'éolienne fait l'effet d'un miroir par la réflexion de l'énergie transmise (sur et par la cible et/ou l'environnement).	Plusieurs « plots » peuvent être générés pour une simple cible (effet « fantôme »). Dégradation sur la précision angulaire.

Tableau 29 - Perturbations des radars par les éoliennes et pistes d'amélioration potentielle (source : Direction Générale de l'Armement)

⁸⁷ Le « clutter » est un écho indésirable présent dans le faisceau réfléchi d'un radar.

⁸⁸ La surface équivalente radar (SER) caractérise la capacité d'un élément à renvoyer l'énergie électromagnétique d'un radar vers ce même radar.

⁸⁹ Une « cible » est un obstacle sur lequel vient se réfléchir l'onde électromagnétique émise par le radar, produisant un écho.

⁹⁰ Les détections radars sont appelées « plots » (qui contiennent généralement une information de gisement et de distance). A partir d'un certain nombre de « plots », le radar crée une « piste » (qui contient généralement les informations position, direction et vitesse).

9.3.5 La signalisation des parcs éoliens

Les parcs éoliens terrestres ou en mer doivent être signalés au trafic aérien par un balisage. A ces obligations s'ajoutent en mer des impératifs de signalisation pour le trafic maritime. Des obligations de balisage existent également lors de la phase de travaux (notamment vis-à-vis de l'aviation civile).

Balisage aérien des parcs éoliens terrestres et en mer

Afin d'assurer la sécurité vis-à-vis de la navigation aérienne, les parcs éoliens doivent respecter à compter du 1^{er} mars 2010 les dispositions de l'arrêté du 13 novembre 2009, relatif à la réalisation du balisage des éoliennes situées en dehors des zones grevées de servitudes aéronautiques. Les éoliennes érigées avant la date d'entrée en vigueur disposent d'un délai de cinq ans pour mettre en œuvre l'arrêté.

La réglementation prévoit que les éoliennes doivent être de couleur blanche⁹¹, et ce de manière uniforme, et dotées d'un balisage lumineux d'obstacle, qui doit faire l'objet d'un certificat de conformité délivré par le service technique de l'aviation civile.

Balisage de jour	Chaque éolienne est dotée d'un balisage de jour assuré par des feux d'obstacle moyenne intensité de type A (feux à éclats blancs de 20 000 candelas), installés sur le sommet de la nacelle
Balisage de nuit	Chaque éolienne est dotée d'un balisage lumineux de nuit assuré par des feux d'obstacles de moyenne intensité de type B (feux à éclats rouges de 2000 Cd), installés sur le sommet de la nacelle

Tableau 30 - Principes du balisage des parcs éoliens

Dans le cas d'une éolienne de grande hauteur (plus de 150 mètres en bout de pale), le balisage par feux moyenne intensité est complété par des feux d'obstacle de basse intensité de type B (rouges fixes 32 Cd), installés sur le mât, situés à des intervalles de hauteur de 45 mètres.

Toutes les éoliennes d'un même parc doivent être balisées, et les éclats des feux doivent être synchronisés, de jour comme de nuit.

Signalisation maritime des parcs éoliens en mer

Les parcs éoliens en mer (ou côtières) ne sont pas dispensés du balisage vis-à-vis de la navigation aérienne, et celui-ci doit être complété par un balisage vis-à-vis de la navigation maritime. Ces deux balisages ne doivent pas interférer entre eux. En matière de navigation maritime, les préconisations de balisage de parcs éoliens en mer sont données dans le cadre de la recommandation 0-139 de l'AIMS (Association Internationale de Signalisation Maritime) de décembre 2008.

Pendant le chantier, un balisage flottant cardinal doit être défini sur la zone, avec un éventuel balisage de police associé et si nécessaire le recours à un navire assurant la police sur zone.

Toutes les éoliennes sont peintes à la base en jaune (principe de la marque spéciale), du niveau des plus hautes mers jusqu'à une hauteur de 15 mètres au-dessus de ce niveau (ou au niveau du feu d'aide à la navigation, si celui-ci est plus haut).

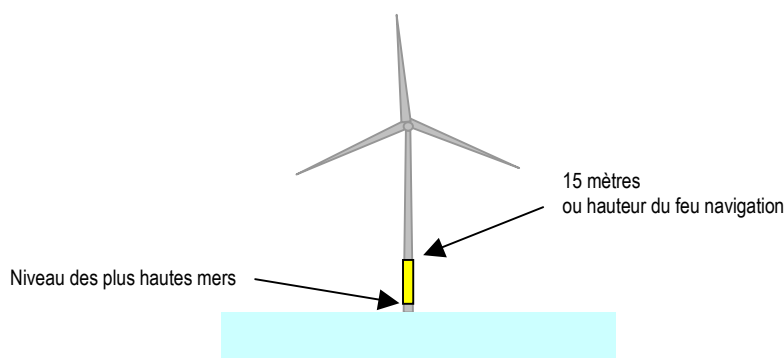


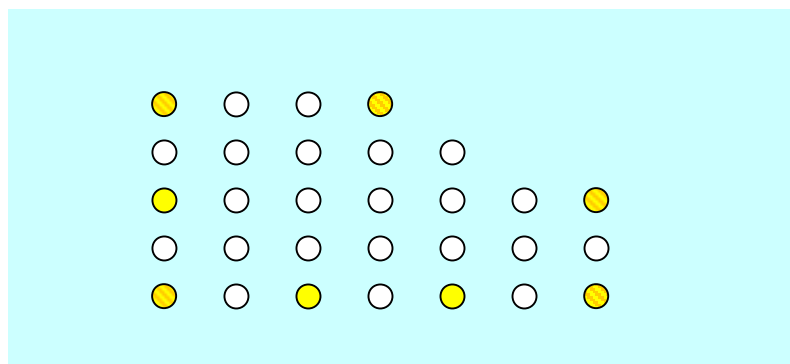
Figure 57 - Signalisation maritime d'une éolienne

⁹¹ Il est possible d'utiliser différents facteurs de luminance.

Les éoliennes aux coins du champ et situées sur le périmètre sont munies d'un feu de navigation maritime, visible sur l'horizon (ce qui signifie que sur un fût d'éolienne, il faut trois feux, dans le même plan, mais disposés à 120°). Ce feu est à implanter sur le fût à une hauteur supérieure à 6 mètres et inférieure à 15 mètres au-dessus des plus hautes mers de vives eaux, et dans tous les cas en-dessous du plan de rotation des pales.

Les feux sont jaunes, synchronisés entre eux, montrant un des rythmes caractéristiques de la marque spéciale (soit 1 éclat, (2+1) éclats, 4 éclats ou 5 éclats) à l'exclusion des autres rythmes. La portée du feu est supérieure à 5 milles nautiques.

Si les feux aux coins sont espacés de plus de 2 milles, il est nécessaire de prévoir une éolienne signalée de la même manière, en intermédiaire, avec un feu d'un rythme différent des premières, et synchronisé avec les feux des autres éoliennes intermédiaires. La portée nominale des feux des intermédiaires doit être supérieure à 2 milles nautiques.



- **Structures significatives aux coins de la périphérie**
Feux visibles dans toutes les directions dans le plan horizontal. Ces feux doivent être synchronisés et montrer une marque AISM de type marque spéciale, rythmée en jaune, avec une portée qui ne doit pas être inférieure à 5 milles nautiques
- **Structures intermédiaires**
Les structures périphériques, autres que celles des coins, sont marquées par un feu rythmé jaune, visible sur tout l'horizon, dans le plan horizontal, avec un rythme différent de celles des structures situées dans les coins et dont la portée ne doit pas être inférieure à 2 milles.

Figure 58 - Signalisation maritime d'un parc éolien

Selon les cas, l'installation d'un Racon (balise radioélectrique) sur le champ, voire d'un transpondeur AIS, peut être demandée, ou la mise en place d'un rétro-éclairage des fûts par des projecteurs permanents sur l'ensemble des éoliennes ou quelques éoliennes.

Certaines structures peuvent porter un signal sonore, si jugé nécessaire, prenant en compte les conditions de visibilité du lieu et les conditions de trafic pour être audible en approche depuis n'importe quelle direction. La portée minimale d'un tel signal sonore doit être supérieure à 2 milles.

Lorsque nécessaire, des balises ou bouées seront placées pour marquer le parc éolien. Un balisage complémentaire ne s'impose, que s'il existe une nécessité de signaler des chenaux au travers du champ éolien, celui-ci étant suffisamment marqué en lui-même. Une analyse locale est ici nécessaire pour mettre en avant les besoins éventuels.

Problématique de la nuisance lumineuse due au balisage

Si ce balisage est rendu obligatoire pour des raisons de sécurité, il peut poser des difficultés d'acceptation des parcs éoliens par la gêne pouvant être procurée à certains riverains du fait du clignotement permanent. Le balisage éolien peut donc, au cas par cas, être synonyme d'impact paysager.

Le balisage de couleur rouge la nuit est moins source d'impact que le balisage blanc. Des solutions techniques sont également à l'étude (angles d'orientation, nouveaux types de feux, règles de synchronisation, balisage périphérique, feux réglables en fonction de la visibilité) qui pourraient éventuellement être testées sur site avant choix définitif afin de pouvoir prendre en compte le ressenti des riverains. La réglementation actuelle ne prévoit pas ce type de mesure, mais impose uniquement un balisage nocturne rouge.

10 ANNEXES

Annexe 1 – grille d'analyse d'un projet éolien

La grille ci-dessous propose un questionnaire permettant d'analyser la démarche menée pour un projet éolien. Elle s'adresse d'une part aux services de l'Etat pour l'appréciation des dossiers qui leurs sont présentés, et d'autre part aux porteurs de projet pour les guider dans leur démarche et dans l'élaboration de l'étude 'impact. Les items ci-dessous s'appliquent à l'ensemble des projets, qu'ils soient terrestres ou en mer.

Les intervenants et la démarche projet

- Le projet résulte-t-il d'un travail pluridisciplinaire, est-il le reflet du professionnalisme des intervenants ayant participé à sa conception ?
- Les compétences nécessaires ont-elles été associées ?
- Quel a été le délai de maturation du projet, le temps imparti aux études et à la concertation ?
- Y-a-t-il eu un cadrage préalable avec la sélection de sites (différents partis d'aménagement) ?
- L'étude d'impact a-t-elle permis l'analyse de variantes d'implantation et le choix du projet proposé ?
- La démarche a-t-elle été itérative, c'est-à-dire que les choix ont-ils été affinés tout au long de l'étude ?

Approche territoriale

- Y-a-t-il eu une analyse préalable des documents de planification ?
- Y-aura-t-il des retombées économiques partagées pour l'intercommunalité? Sinon, cela est-il justifié?
- Une analyse de plusieurs sites a-t-elle été effectuée? Le choix est-il argumenté ?
- Le choix des aires d'étude est-il justifié ?

Concertation

- Quand a commencé la concertation avec l'autorité administrative : lors du cadrage préalable, lors des études, lors de l'instruction du projet ?
- La concertation avec les collectivités a-t-elle concerné le territoire de projet uniquement ou les collectivités des territoires voisins ?
- La concertation avec les acteurs locaux (groupes de travail, tables rondes, réunions publiques) a-t-elle été large et effective ? Comment a-t-elle été organisée ? A-t-elle seulement consisté en une information sur le projet ?
- Le choix du site a-t-il obtenu une approbation majoritaire lors de la concertation? Y-a-t-il une opposition notoire au projet ?
- Lorsque d'autres projets existent sur la zone, les opérateurs se sont-ils rapprochés pour élaborer une réflexion d'ensemble ?

Environnement physique

- Le recensement des sensibilités physiques du territoire est-il complet, documenté et argumenté ?
- Le recensement des risques naturels et majeurs est-il complet, documenté et argumenté ?

Environnement naturel	• La prise en compte des milieux naturels a-t-elle été précoce avec analyse des enjeux dès le stade du cadrage préalable ? • Les protections et inventaires du milieu naturels sont-ils pris en compte et analysés ? • Les études naturalistes sont-elles ciblées et adaptées aux enjeux ? • L'étude de la végétation est-elle adaptée ? A-t-elle été bien programmée en fonction des saisons propices à la détermination des espèces sensibles ou patrimoniales du site ? • L'étude de l'avifaune est-elle adaptée ? A-t-elle été bien programmée en fonction des enjeux (nidifications, migrations, hivernage) ? • L'étude des chiroptères est-elle adaptée ? A-t-elle été bien programmée en fonction des enjeux (migration, chasse, gîtes) ? • L'étude de la faune terrestre ou pélagique est-elle adaptée et ciblée ? Y-a-t-il eu étude de terrain ou son absence est-elle justifiée par le cadrage préalable ? • Les intervenants pour les études relatives à l'environnement naturel étaient-ils compétents ?
Environnement humain	• Le recensement des sensibilités (habitat, activités, usagers du territoire...) est-il complet ? Les méthodes nécessaires ont-elles été mises en œuvre (enquêtes locales, levés de terrain, cartographie) ? • Une analyse détaillée du contexte humain du territoire a-t-elle été réalisée ? • Y-a-t-il eu un recensement exhaustif des servitudes d'utilité publique et des contraintes réglementaires ? Les contre-indications réglementaires majeures ont-elles été prises en compte ?
Environnement administratif	• Les documents d'urbanisme ont-ils été analysés ? Les aménagements futurs ont-ils été pris en compte ? • Le développement éolien est-il compatible avec les documents d'urbanisme ? Une mise en compatibilité des documents d'urbanisme est-elle nécessaire ? • Existe-t-il concernant l'aménagement du territoire des recommandations (non réglementaires) sur le site concerné et son environnement ? • Le projet est-il cohérent avec les documents relatifs à la politique climatique locale et régionale existants (schémas, plans, etc.) ? Sinon, des mesures sont-elles proposées ? • Les retombées financières du parc éolien sont-elles évaluées ? Leur utilisation est-elle analysée ? Participent-elles à un projet de développement durable ?
Paysage et patrimoine	• L'analyse paysagère est-elle menée par un intervenant spécialisé (paysagiste) ? • Les recommandations des documents relatifs à la politique paysagère locale et régionale existants (schémas, plans, etc.) ont-ils été pris en compte ? • Le périmètre d'étude éloigné à très éloigné s'appuie-t-il sur des éléments physiques identifiables ou remarquables ? • Les points de vue sont-ils décrits, justifiés et visualisés ? • Y-a-t-il une analyse de l'« inter-visibilité » possible avec les éléments du patrimoine ou ceux-ci sont-ils seulement listés ? • Une analyse élargie des zones d'influence visuelle et du niveau de prégnance du projet dans le territoire a-t-elle été menée ? Les outils appropriés ont-ils été utilisés ? • Y-a-t-il une analyse des vues rapprochées avec des illustrations ? Les autres projets sont-ils intégrés aux visualisations ? Dans le cas contraire, leur absence est-elle justifiée par exemple par le manque d'information sur les implantations précises des éoliennes des autres parcs ? • Le choix des prises de vues et photomontages est-il présenté et argumenté ? • Une analyse des variantes paysagères et une justification des choix est-elle présentée ? • Des mesures d'accompagnement sont-elles proposées ? • Des mesures en phases chantier sont-elles étudiées ? • Des mesures de gestion des emprises, d'insertion des éléments connexes sont-elles présentées ? Dans le cas contraire est-ce justifié par un projet de moindre impact grâce à la prise en compte en amont de ces éléments ?

Sécurité publique

- Une évaluation des retombées environnementales positives (CO₂ évité, etc.) est-elle proposée et argumentée ?
- L'étude d'impact acoustique est-elle complète : modèle statistique / vitesse et direction du vent, analyse de l'émergence globale, analyse de l'émergence spectrale ?
- Le chapitre relatif aux risques sur la santé est-il argumenté ?
- Une analyse théorique sur la sécurité publique (bris de pale, projection de glace, distances aux voies de circulation...) a-t-elle été menée ? Les conclusions sont-elles argumentées ?

Projet technique

- Combien de temps a duré la campagne de mesure de vent ? A-t-elle été réalisée à plusieurs hauteurs ? La simulation est-elle proposée sur un logiciel reconnu par la profession ?
- Y-a-t-il eu une étude des conditions d'accès, des possibilités de raccordement ?
- Les coûts de démantèlement sont-ils chiffrés ?
- Les conditions de maintenance sont-elles explicitées (maintenance préventive, télé-contrôle ...) ?
- L'étude économique et financière détaillée rentre-t-elle dans l'analyse multicritères des variantes ? Le coût des mesures proposées a-t-il été pris en compte ? Les mesures sont-elles proportionnées aux effets du projet, sont-elles adaptées et financièrement réalisables ?

Annexe 2 – éléments à considérer pour le choix du site de projet

Le choix du site doit tenir compte d'un ensemble d'éléments de nature technique et environnementale. Le tableau ci-dessous présente les principaux éléments à considérer pour le choix du site. L'ensemble de ces informations contribue au cadrage préalable de l'étude d'impact.

	Information recherchée	Source	Intérêt ou obligations pour le futur projet
Contexte éolien local	Schéma régional éolien, atlas départemental, directive territoriale d'aménagement (DTA), zone de développement de l'éolien (ZDE), Agenda 21, PADD, Schéma régional de cohérence écologique (SRCE), Schéma régional du climat de l'air et de l'énergie (SRCAE), plan climat énergie territorial (PCET)	Collectivités locales, Préfecture, ADEME, Région, Pôle de compétence éolien, Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL), direction départementale des territoires (DDT)	Connaissance des zones jugées favorable au développement éolien Connaissance des autres projets sur la zone Connaissance des politiques favorables au développement de l'éolien
	Documents de planification du milieu marin, schémas de mise en valeur de la mer (SMVM)	DREAL, pôle mer, préfecture maritime (PREMAR)	Identification des zonages et politiques favorables au développement offshore
Servitudes réglementaires	Servitudes radioélectriques PT1 et PT2 Zone de protection, zone de coordination des radars (circulaire du 12 mars 2008)	DREAL, Agence nationale des fréquences (ANFR), Météo France	Interdiction dans les zones de protection radioélectrique Implantation déconseillée dans les zones de protection et examen au cas par cas dans les zones de coordination
	Servitudes aéronautiques, couloirs aériens, zones de dégagement d'aérodrome, vol à très grande vitesse et à basse altitude	Direction générale de l'aviation civile, Défense nationale, DDT, cartes OACI	Implantation contrainte suivant la distance à l'aérodrome ou la hauteur du plafond aérien
	Périmètre de protection autour des ouvrages de pompage d'eau destinée à la consommation humaine	Direction départementale des affaires sanitaires et sociales (DDASS)	Implantation interdite en périmètre immédiat, envisageable selon recommandations en périmètre rapproché.
	Zone maritime réglementée	PREMAR, carte SHOM	Interdiction dans la zone maritime réglementée
Urbanisme	Schéma de cohérence territoriale (SCOT), plan local d'urbanisme (PLU), carte communale, Règlement national d'urbanisme, Loi littoral, Loi Montagne, plan de prévention des risques	DDT, commune, préfecture	Connaissance du contexte urbanistique Modification des documents d'urbanisme. Connaissance des risques sur le territoire (incendie, glissement de terrain, inondation, etc.)
	Localisation et nature de l'habitat	Carte IGN 1/25 000, bases de données locales, intercommunales	Implantation difficile si l'urbanisation est trop dense

	Information recherchée	Source	Intérêt ou obligations pour le futur projet
Milieux naturels	Zonages et inventaires du milieu naturel : zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF), zones importantes pour la connaissance des oiseaux (ZICO), zones Natura 2000, réserve naturelle (RN), arrêté préfectoral de protection de biotope (APPB), parc naturel régional (PNR), parc national (PN), forêt domaniale, réserve biologique, etc.	DREAL, Office national des forêts (ONF), Centre national de la propriété forestière (CNPF), DDT, Inventaire national du patrimoine naturel (INPN), portail du réseau Natura 2000, etc.	Implantation déconseillée dans les RN, les APPB, le cœur des PN, les sites des conservatoires. Procédure d'évaluation des incidences dans ou à proximité de sites Natura 2000. Alerte sur des enjeux potentiels dans zones inventoriées. Dossier de concession en forêt domaniale.
	Parc naturel marin, zone Natura 2000 en mer, contrat de baie, etc.	DREAL, délégation de façade, conservatoire du littoral, agence des aires marines protégées	Prise en compte des enjeux potentiels dans les zones inventoriées, et des recommandations dans les parcs naturels marins. Document d'incidences Natura 2000 à réaliser
	Sensibilité naturaliste, espèces protégées, couloirs migratoires	Associations naturalistes, écologues indépendants, Conservatoires	Prise en compte des enjeux potentiels
Archéologie	Zone de protection du patrimoine archéologique	Service régional de l'archéologie de la direction régionale des affaires culturelles (DRAC)	Se référer au cas par cas à l'avis du service en charge de l'archéologie
Patrimoine	Monuments historiques inscrits ou classés	DRAC, service départemental de l'architecture et du patrimoine (SDAP), Base Mérimée	Avis conforme de l'ABF dans le périmètre de 500 m autour du monument
Paysage et patrimoine	Zone de protection du patrimoine architectural urbain et paysager (ZPPAUP)	SDAP, DRAC	Avis de l'ABF si le projet se situe dans la zone de protection
	Sites inscrits et classés Sites emblématiques	DREAL, SDAP	Interdiction de détruire ou modifier dans l'état ou l'aspect d'un site classé Avis simple de l'ABF en site inscrit, accord du Ministre chargé des sites en site classé
	Secteurs sauvegardés	SDAP, DRAC	Respect du PSMV Avis conforme sur les demandes d'urbanisme
Activités humaines	Activités économiques et touristiques, usagers de la mer	DDT, chambre d'agriculture, collectivités territoriales, PREMAR, Grande commission nautique	Prise en compte les possibles conflits d'usages

Annexe 3 – données à recueillir dans le cadre de l'analyse de l'état initial

L'analyse de l'état initial débute par une phase de recueil des données disponibles sur le site concerné par le projet. Elle est complétée par des études spécialisées menées sur le terrain. Les éléments ci-dessous sont fournis à titre indicatif.

	Informations recherchées	Sources
Contexte général	Situations géographique et administrative du site	• Cartes de l'Institut Géographique National (IGN) au 1:25 000 et 1:100 000 • Photographies aériennes • Cartes marines (Grafocarte, SHOM, Ifremer)
	Position du projet dans le contexte éolien	• Schéma régionaux, SRCAE, Atlas départemental (Préfecture, ADEME, Conseil Régional, DDT) • Documents de planification applicables au milieu marin et aux énergies marines (PREMAR, DREAL)
Milieu physique	Climatologie (climat local, ressource en vent)	• Atlas et schéma régionaux • Rose des Vents, suivi des stations météorologiques • Météo France, maître d'ouvrage
	Géologie (unités géologiques, contexte pédologique)	• Cartes géologiques du Bureau de Recherche Géologique et Minière (BRGM)
	Topographie (altitude, pente, organisation du relief)	• Cartes IGN au 1:25 000 et 1:100 000 • Base de données altimétrique IGN
	Géomorphologie marine (géologie des fonds marins, bathymétrie, sédimentologie)	• Etudes spécialisées • Base de données BRGM • Ifremer • Observatoire régional de la mer
	Eau et usages de l'eau (localisation et qualité des cours d'eau, zones humides, captages d'eau potable (AEP) et périmètres de protection, utilisations de l'eau)	• SDAGE, SAGE • Banques de données (Agences de l'eau, DREAL, fédérations départementales de la Pêche, Conseil Supérieur de la Pêche) • Base de données Infoterre (BRGM) • DDASS, commune
	Hydrodynamique marine (marées, vitesse et direction des courants, ampleur de la houle, etc.)	• Etudes spécialisées • CETMEF
	Qualité de l'air (état de l'air local, pollutions)	• Réseau de surveillance régional de la qualité de l'air
	Qualité physico-chimique de l'eau de mer	• Etudes spécialisées • IFREMER
	Risques naturels (sismicité, foudre, mouvements de terrain, géotechnique, inondations, remontées de nappe, risques d'incendie, périmètres de défense des forêts contre l'incendie (DFCI))	• Dossier départemental des Risques Majeurs, Dossier Communal Synthétique, Dossier d'Information Communal sur les Risques Majeurs, Plan de Prévention des Risques • Préfecture, DDT, commune, DREAL, Service Départemental des Incendies et Secours • Sites Internet Primnet, Sisfrance, Bdmvt, etc.

	Informations recherchées	Sources
Milieu naturel	Inventaires et protections du milieu naturel (ZNIEFF, ZICO, Natura 2000, APPB, RN, RN, convention RAMSAR, ENS...) Espèces protégées connues sur le territoire étudié Nature et intérêt écologique des boisements	- Base de données naturalistes (DREAL, Institut National de Protection de la Nature, Conservatoire régional des espaces naturels, Conservatoire Botanique National, associations naturalistes, Conseil Général, Parc Naturel Régional, Parc National...) - Chartes de parcs naturels - Documents d'objectifs Natura 2000 - Office National des Forêt, Inventaire Forestier national, Centres régionaux de la propriété Forestière, DDT, etc.)
	Inventaires et protections du milieu naturel Espèces protégées connues sur le territoire étudié	- Agence des aires marines protégées, délégations de façade - Parcs naturels marins - Documents d'objectifs Natura 2000 - Base de données REBENT
	Formations végétales du site, habitats remarquables	Etudes spécialisées - Corine Land Cover, EUR 15 - Guides (DREAL), carte de végétation du CNRS - Documents d'objectifs Natura 2000 - Bibliographie spécialisée - Sites Internet de Tela Botanica, des conservatoires botaniques, de l'INPN
	Flore marine et côtière	Etudes spécialisées - Conservatoire du littoral - Ifremer (Base de données REBENT), Institut Universitaire Européen de la Mer
	Faune terrestre, intérêt cynégétique	Etudes spécialisées - Office National de la Chasse et de la Faune sauvage - MNHN, INPN, réseau Natura 2000, Fédération départementale des Chasseurs - Agriculteurs et Naturalistes locaux
	Faune benthique, pélagique et côtière, ressource halieutique	Etudes spécialisées - Ifremer, base de données REBENT - Associations naturalistes - Comité national des pêches (CNPME) - Centre for Environment Fisheries and Aquaculture Science - Collaborative offshore Wind Research Into the Environment (COWRIE)
	Avifaune nicheuse, hivernante, migratrice	Etudes spécialisées - MNHN, INPN, réseau Natura 2000, Associations naturalistes - Naturalistes locaux
	Chiroptères	Etudes spécialisées - Associations naturalistes, groupes chiroptères, SFEPM - Naturalistes locaux
Milieu humain	Contexte socio-économique (démographie, taux d'activité, aménagements existants et futurs, etc.)	- Recensement général de la population (INSEE) - Publications régionales (conseil régional) - Données locales (communes, communautés de communes) - Préfectures
	Usagers de la mer (pêche, nautisme exploitations marines), routes de navigation maritime, activités de plongée, etc.	- PREMAR - Grande Commission Nautique, capitaineries, affaires maritimes, marine de Commerce - Ifremer - Comité national des pêches
	Urbanisme (réglementation de l'urbanisation, tendance d'évolution de l'urbanisation, etc.)	- Documents d'urbanisme en vigueur : RNU, carte communale, POS, PLU, SCOT, SDAU, SAR, loi Montagne, etc. - DDT, commune

Milieu humain

Informations recherchées	Sources
Servitudes aéronautiques militaires et civiles	• Cartes OACI de l'IGN • Armée de l'air, Aviation Civile, DDT
Zones réglementées maritimes	• PREMAR
Infrastructures de transport (distances de recul à respecter)	• Cartes IGN • Conseil Général, DDT, communes, DREAL, • Réseau Ferré de France (RFF), Voies Navigables de France (VNF) • Réseau de Transport d'Electricité (RTE), GDF-Suez
Réseaux radioélectrique et télécommunication, surveillance maritime, sémaphores	• ANFR, Télédiffusion de France • CROSS, CETMEF
Transports de fluides (pipeline, gazoducs, conduites d'eau) ou d'énergie	• PREMAR • DDTM/DRAM
Réseaux radioélectriques et télécommunication	• Agence Nationale des Fréquences • Télédiffusion de France • SDIS
Radars hydrométéorologiques	• Météo France
Risques technologiques (ICPE, SEVESO)	• DREAL • Site Internet : installationsclassees.ecologie.gouv.fr
Activités économiques (agriculture, sylviculture, viticulture, commerce, artisanat, industrie, etc.)	• DDT, INAO • Recensement Général Agricole (AGRESTE) • Chambre d'agriculture, chambre de Commerce et d'Industrie • Publications régionales INSEE • Commune
Contexte touristique et activités de loisirs, espaces naturels de loisirs, attraits touristiques, circuits de randonnées, itinéraires VTT, équestres, activités de loisirs aériens, etc.	• Documentation touristique (Comité départemental et office du Tourisme, Conseil Régional), guides • Fédération Française de Vol Libre • Direction départementale de la Jeunesse et des sports • Communes
Activités littorales, ports de plaisance, tourisme littoral	• Office de tourisme, comité départemental du tourisme • Conseil général et conseil régional • Capitaineries
Bruit	• Etudes spécialisées • Mesures de bruit

Patrimoine et paysage

Sites naturels classés et inscrits, sites emblématiques, sites inscrits au Patrimoine Mondial de l'UNESCO, ZPPAUP	• DREAL Service Départemental de l'Architecture et du Patrimoine
Monuments historiques classés et inscrit, inventaire du patrimoine, vestiges archéologiques terrestres et maritimes	• SDAP • Base Mérimée • Service Régional de l'Archéologie • Carte archéologique de la Gaule, Éditions de la Maison des sciences de l'homme • Cartes de Cassini • DRASSM
Entités paysagères, fréquentation des paysages, reconnaissance sociale des paysages, panoramiques, points d'appel visuel	• Etudes spécialisées • Schémas paysagers éoliens, atlas paysagers • DREAL, DDT, CAUE • Documentation touristique, naturelle, patrimoniale

Annexe 4 – les outils de protection et d’inventaire des espaces naturels et des espèces, et les engagements internationaux

Les zones de protection spéciale (ZPS)

Les zones de protection spéciale (ZPS) présentent un intérêt communautaire pour les oiseaux, en fonction de critères définis par la Directive Européenne n°79/409 pour la conservation des oiseaux sauvages et par la Directive n°92/43 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que la faune et la flore sauvages. Chaque État s'engage à prendre des mesures pour éviter la détérioration des habitats et la perturbation des oiseaux. Les projets susceptibles d'affecter ces zonages doivent faire l'objet d'une évaluation d'incidences au titre de Natura 2000, démontrant notamment que les impacts ne sont pas susceptibles de mettre en danger les populations d'oiseaux.

Les zones spéciales de conservation (ZSC)

Les zones spéciales de conservation (ZSC) résultent de la mise en œuvre de la Directive européenne « Habitats » qui prévoit la conservation des habitats naturels et des espèces menacées. Elles concernent des habitats naturels d'intérêt communautaire ou des habitats abritant des espèces d'intérêt communautaire. Les ZSC sont définies par la Directive n°92/43 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que la faune et la flore sauvages. Les projets éoliens susceptibles d'affecter ces zonages doivent faire l'objet d'une évaluation d'incidences au titre de Natura 2000, démontrant notamment que les impacts ne sont pas susceptibles de mettre en danger ces espaces naturels d'intérêt communautaire.

Les arrêtés de protection de biotope

L'objectif des arrêtés préfectoraux de protection de biotope est la préservation des habitats naturels nécessaires à la survie des espèces végétales et animales menacées. Cet arrêté est pris par le Préfet au niveau départemental et fixe les mesures qui doivent permettre la conservation des biotopes. De fait, en application des articles L. 411-1 et suivants du code de l'environnement, aucun projet d'éoliennes ne pourra trouver place dans ces périmètres.

Les réserves naturelles

Les réserves naturelles ont pour but la préservation de la faune, de la flore et des milieux naturels qui présentent une importance particulière. Toute action susceptible de nuire au développement de la flore ou de la faune ou entraînant la dégradation des milieux naturels est interdite ou réglementée. Aucun projet d'éoliennes ne pourra trouver place dans ces périmètres (Art. L.332-1 et suivants du code de l'environnement). **Les réserves naturelles nationales** sont créées par décret ministériel. **Les réserves naturelles régionales** sont créées par délibération du Conseil Régional ou, en cas d'opposition ou de désaccord des propriétaires, par décret en Conseil d'Etat. Les réserves naturelles de Corse sont créées par délibération de l'Assemblée de Corse ou, en cas d'opposition ou de désaccord des propriétaires, par décret en Conseil d'Etat.

Les parcs nationaux

Institués par la loi du 22 juillet 1960, les parcs nationaux ont pour but de protéger des milieux naturels de grande qualité. Leurs zones cœur sont inhabitées ou faiblement peuplées, à l'inverse de la zone périphérique. Une réglementation est édictée pour chaque parc. Constituant des « sanctuaires », l'implantation d'un parc éolien est interdite dans la zone centrale des sept parcs nationaux français. En revanche, l'installation d'un parc éolien est éventuellement envisageable dans la zone périphérique. Cette dernière n'est en effet pas réglementée et constitue un domaine de transition entre le monde extérieur et la pleine nature.

Les parcs naturels régionaux (PNR)

L'objectif des PNR est de permettre un développement durable dans des zones au patrimoine naturel et culturel riche, mais fragile. Le Conseil Régional prend l'initiative de leur création en concertation avec les communes concernées. Une charte définit les grandes orientations de gestion du parc. Certains PNR, favorable au développement de l'énergie éolienne, ont élaboré des schémas éoliens, d'autres, défavorables, n'encouragent pas cette énergie. Ils peuvent donner leur avis sur les études d'impact des projets sur leur territoire.

Les réserves de chasse

Les réserves de chasse et de faune sauvage (arrêté départemental) et les réserves nationales de chasse et de faune sauvage (arrêté ministériel) ont pour but de préserver la quiétude et les habitats du gibier et de la faune sauvage en général. Certaines activités peuvent y être réglementées ou interdites (articles R.222-82 à R.222-92 du code rural – Livre II). Tout projet éolien doit faire l'objet d'une très large consultation entre les partenaires.

Les zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique ou floristique (ZNIEFF)

L'inventaire des zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique ou floristique (ZNIEFF) repose sur la richesse des milieux naturels ou la présence d'espèces floristique ou faunistique rares ou menacées. On distingue : les ZNIEFF de type I, qui sont des secteurs limités géographiquement ayant une valeur biologique importante ; et les ZNIEFF de type II, qui regroupent de grands ensembles plus vastes. Ces zones révèlent la richesse d'un milieu ; si le zonage en lui-même ne constitue pas une contrainte juridique susceptible d'interdire un aménagement en son sein, il implique sa prise en compte et des études spécialisées naturalistes systématiques d'autant plus approfondies si le projet concerne une ZNIEFF I.

Les zones importantes pour la conservation des oiseaux (ZICO)

Les zones importantes pour la conservation des oiseaux (ZICO) sont des inventaires européens mis en œuvre dans le cadre de la Directive Européenne pour la Conservation des Oiseaux Sauvages. Cet inventaire, sans valeur juridique, recense les espaces indispensables aux espèces d'oiseaux menacés. Il convient de prendre en compte plus particulièrement les espèces menacées présentes dans ces ZICO.

Les conférences internationales

Déclaration de Stockholm

Déclaration de Rio

Déclaration sur les Forêts

Déclaration de Johannesburg

Les chartes

Charte mondiale de la nature

Charte de l'environnement (constitution française)

Les conventions internationales

Convention "Oiseaux Utiles à l'agriculture"

Convention Internationale Baleinière

Convention de Canberra

Convention de Ramsar

Convention sur le patrimoine culturel et naturel mondial

Convention de Washington - CITES

Annexes de la CITES

Règlement n°338/97 CITES

Règlement (CE) n°318/2008

Convention de Berne

Annexes de la convention de Berne

Convention de Bonn

Annexes de la convention de Bonn

Convention Alpine

Convention sur les changements climatiques

Convention de Rio

Protocole de Kyoto

Convention de lutte contre la désertification

Convention sur le Paysage

Les directives européennes

Directive Oiseaux + annexes

Directive Habitats + annexes

Le droit français

Code de l'environnement

Ordonnance n°2000-914

Décret n°2005-934 et n°2005-935

Loi sur la protection de la nature, 1976

Loi Pêche, 1984

Loi Montagne, 1985

Loi Littoral, 1986

Loi Paysage, 1993

Loi de Renforcement de la protection de la nature, 1995

Loi sur le Développement des territoires ruraux, 2005

Loi Forêt, 2001

Loi Parcs, 2006

Les arrêtés ministériels relatifs aux espèces végétales et animales, espèces protégées, chassables ou nuisibles, en métropole et en outre-mer.

Arrêté fixant les modalités d'application de la CITES en France

Annexe 5 – données relatives à la mortalité des chauves-souris sur les parcs éoliens en Europe

Le tableau ci-dessous présente les données disponibles en 2009 sur les cas de mortalité connus de chauves-souris relevés sur des parcs éoliens en Europe (données compilées par T. Dürr, L. Rodrigues, et SFPEM, 2009). Les données du Portugal pour 2008 ne sont pas disponibles. Il ne s'agit pas de chiffres de mortalité annuels, mais de la compilation de toutes les données connues des suivis réalisés jusqu'en 2009.

	Autriche	Suisse	Croatie	France	Allemagne	Pays-Bas	Portugal	Suède	Slovaquie	Espagne	Angleterre	Total Europe
<i>Nyctalus lasiopterus</i>										1		1
<i>Myotis dasyscneme</i>					1							1
<i>Myotis brandtii</i>					1							1
<i>Tadarida teniotis</i>							1			1		2
<i>Myotis myotis</i>					2					1		3
<i>Plecotus auritus</i>					3							3
<i>Miniopterus schreibersii</i>				1			1			1		3
<i>Myotis daubentonii</i>					3		2					5
<i>Plecotus austriacus</i>	1				6							7
<i>Eptesicus nilssonii</i>					2			8				10
<i>Hypsugo savii</i>			3	1	1		6		2	3		16
<i>Pipistrellus kuhlii</i>			4	18						1		23
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>				11	13		2	1			1	28
<i>Eptesicus serotinus</i>				6	21		1			1		29
<i>Vespertilio discolor</i>					36			1				37
<i>Nyctalus leisleri</i>		1		7	39		18			1		66
<i>Pipistrellus sp.</i>		1		43	12		16				3	75
<i>Chiroptera sp.</i>				8	15		8	30		14	6	81
<i>Pipistrellus nathusii</i>	1			53	203	1		5				263
<i>Nyctalus noctula</i>	3			7	279		1	1		1		292
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>				124	194	1	10	1		1		331
	5	2	7	279	831	2	66	47	2	26	10	1277

Annexe 6 – ressources documentaires pour l'analyse du paysage et du patrimoine

Document, outil réglementaire ou contractuel	Information à récolter et intérêt	Limites du document ou de l'outil
Atlas des paysages	Connaissance du contexte paysager départemental, des unités paysagères, de leur organisation, de la tendance générale d'évolution des paysages, des grandes problématiques paysagères.	L'atlas est de niveau départemental et n'a pas vocation à trop détailler le contexte éolien. La connaissance des unités paysagères doit être plus détaillée dans l'étude d'impact et surtout adaptée au contexte éolien.
Volet paysager d'autres projets soumis à étude d'impact	Connaissance de certains éléments du contexte paysager dans une aire d'étude donnée.	La définition du contexte paysager est orientée par rapport au projet qui fait l'objet de l'étude d'impact.
Photographies aériennes	- Première approche de l'organisation de l'espace (si leur degré de définition est suffisant) - Illustration de l'étude d'impact, par exemple si elles sont présentées avec d'autres documents graphiques.	Les photographies aériennes peuvent difficilement être présentées seules en raison de leur manque de précision (sur la localisation et la nature des éléments et des structures paysagères). Leur usage est à limiter car elles correspondent à une perception rare du parc éolien.
Cartes de l'IGN (1/25 000, 1/100 000 ...)	Informations quantitatives (localisation de différents éléments de paysages) et qualitatives (toponymie,...)	L'information et le degré de détail sont fonction de l'échelle choisie.
BD alti et topo	Base pour la réalisation de cartographies	

Organismes ressource : DREAL, CAUE, DDT, ONF, collectivités territoriales.

Zone de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager (ZPPAUP)	Présence d'un intérêt patrimonial	
Sites inscrits et sites classés et abords des monuments historiques (base de données Mérimée)	Nature et localisation des sites et des éléments inscrits/classés. Répartition dans le territoire étudié et bref historique de son évolution.	La liste des sites protégés n'informe pas sur le degré de leur reconnaissance par les populations.
Espace Naturel Sensible (ENS)	- Nature, emprise et degré de sensibilité de l'espace considéré - Proximité de l'espace protégé avec le territoire étudié	La présence d'un ENS n'indique pas d'enjeu par rapport à l'éolien.
Espace boisé classé	- Emprise et composition de l'espace boisé considéré - Proximité du boisement classé avec le territoire étudié	La présence d'un espace boisé classé n'indique pas d'enjeu par rapport à l'éolien.

Organismes ressource : DREAL, SDAP, DRAC.

Document, outil réglementaire ou contractuel	Information à récolter et intérêt	Limites du document ou de l'outil
--	-----------------------------------	-----------------------------------

Politiques d'aménagement et de développement

Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT)	Connaissance du contexte humain, bâti, du patrimoine naturel et des grandes tendances de la politique d'équipement et d'aménagement au niveau d'une collectivité.	
Plan Local d'Urbanisme (PLU)	Connaissance de la politique de développement et d'aménagement locale	Le PLU ne fournit des informations qu'à l'échelle de la commune.
Carte communale	Connaissance de la politique de développement et d'aménagement de la commune (zones de constructions, exploitation agricole ou forestière, mise en valeur des ressources naturelles).	La carte communale ne fournit des informations qu'à l'échelle de la commune.
Contrats et plans de paysage	Connaissance du contexte paysager, des acteurs, de leur implication dans la gestion des paysages sur un territoire qui peut être étendu (communauté de communes par exemple)	
Chartes paysagères	Connaissance partielle du contexte paysager fonction du type de territoire (structures végétales, tendances d'évolution des paysages,...)	Les recommandations des chartes paysagères n'ont pas de valeur juridique.
Directive territoriale d'aménagement (DTA) Directive de protection et de mise en valeur des paysages	Connaissance de la politique paysagère à l'échelle d'un territoire large	
Chartes de parcs nationaux	- Eléments identitaires et marqueurs des paysages du parc - Fréquentation du territoire, types de publics,...	
Chartes de parcs naturels régionaux	- Eléments identitaires et marqueurs des paysages du parc - Position adoptée vis-à-vis de l'éolien	

Organismes ressource : DDT, collectivités territoriales (conseil régional, conseil général, intercommunalités, communes), ADEME.

Tourisme

Carte touristique du territoire étudié Circuits de découverte du paysage et du patrimoine Sites d'intérêt	- Connaissance des « images » du territoire et de celles qui sont particulièrement mises en avant - Types de fréquentations, équipements touristiques, lieux d'accueil du public - Réseaux dans lesquels s'inscrivent les éléments de tourisme (« plus beaux villages de France », « villages perchés »)	Les documents touristiques sont parfois déconnectés de la réalité paysagère et géographique du territoire. Ces documents prennent souvent parti pour un territoire, ce qui constitue aussi leur intérêt.
---	--	--

Organismes ressource : Office de tourisme, syndicats d'initiative, collectivités territoriales.

Document, outil réglementaire ou contractuel	Information à récolter et intérêt	Limites du document ou de l'outil
Dossiers de zones de développement de l'éolien (ZDE)	• Connaissance partielle du contexte paysager, de l'échelle des éléments de paysage, des principaux champs de vision • Liste de tous les éléments de patrimoine	La ZDE aborde les différents sujets relatifs à l'éolien, mais ils ne sont pas nécessairement approfondis dans le dossier.
Atlas éolien régional, Schéma régional éolien, SRCAE, Schéma départemental éolien	• Connaissance du contexte paysager et patrimonial et des enjeux liés au paysage et au patrimoine vis-à-vis de l'éolien	Ces documents, de part leur échelle régionale ou départementale, manquent de précision à l'échelle locale.
Schéma paysager éolien (échelle de l'intercommunalité ou du département)	• Connaissance du contexte paysager et des sensibilités paysagères et patrimoniales liées à l'éolien • Argumentaire paysager pour justifier du choix de secteurs préférentiels d'implantation d'éoliennes • Prise en compte des effets cumulés des parcs éoliens construits et accordés	
Etudes d'impact d'autres projets éoliens	• Connaissance du contexte paysager d'un territoire • Enjeux paysagers et patrimoniaux liés au projet éolien étudié	L'analyse des effets et des impacts est orientée en fonction du projet étudié.

Organismes ressource : DREAL, DDT, préfecture, SDAP, collectivités territoriales.

Annexe 7 – notions générales sur le bruit

Qu'est-ce qu'un son ?

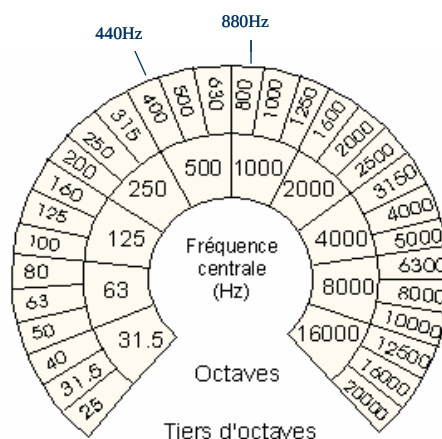
Un son se définit par :

- **sa force perçue**, son volume ou son amplitude (dépendant de son intensité), exprimé en décibel (dB) permettant de distinguer les sons faibles des sons forts ;
- **sa hauteur** dépendant de sa fréquence, exprimée en hertz (Hz) c'est-à-dire en vibrations par seconde, permettant de distinguer les sons graves des sons aigus ; les sons graves correspondent à des fréquences de 20 à 200 Hz, les médiums à des fréquences de 200 à 2 000 Hz et les aigus à des fréquences de 2 000 à 20 000 Hz. En deçà, ce sont des infrasons inaudibles et au-delà, ce sont des ultrasons perçus par certains animaux ;
- **sa durée**, mesurée en unité de temps (minutes ou secondes), permettant de distinguer les sons brefs des sons persistants.

Un bruit est donc un mélange de sons, d'intensités et de fréquences différentes. Il est notamment défini par son spectre qui représente le niveau de bruit, exprimé en décibels (dB) pour chaque fréquence.

Qu'est-ce qu'une bande d'octave ?

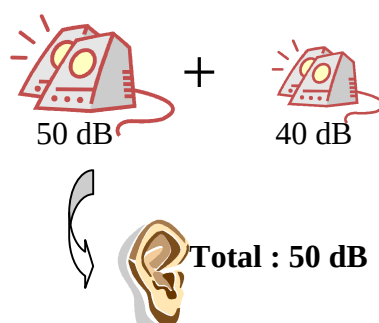
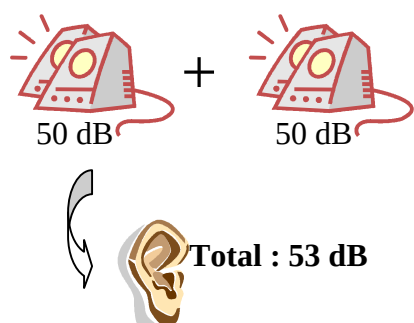
Pour des raisons pratiques de définition des composantes spectrales d'un bruit, on utilise couramment la représentation par bande d'octave ou de tiers d'octave. Elles correspondent à une division de l'échelle des fréquences en bande, avec dans l'exemple de l'octave, un doublement de la fréquence centrale d'une octave à l'autre.



Qu'est-ce que le dB et le dB(A) ?

L'intensité est mesurée **en décibels** sur une **échelle logarithmique** afin de mieux prendre en compte les sensations auditives recueillies par l'oreille (et transmises au cerveau). Ainsi lorsque la pression acoustique est multipliée par dix, la sensation sonore n'est que doublée, et un doublement de la pression acoustique entraîne un accroissement du niveau de pression sonore de 3 dB. Un niveau sonore de 100 dB contient donc deux fois plus d'énergie qu'un niveau sonore de 97 dB.

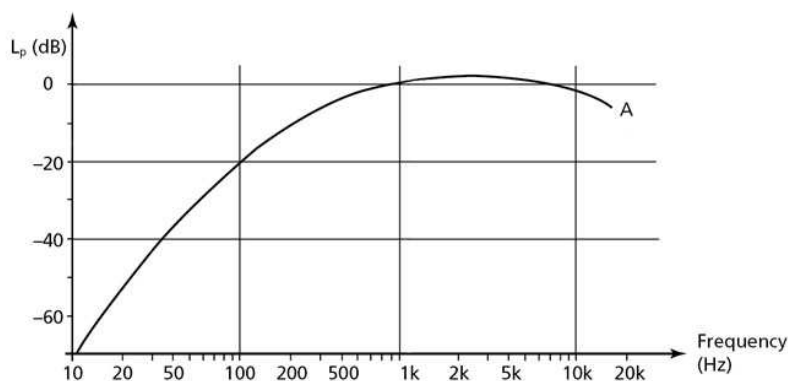
Le décibel étant une unité logarithmique, l'addition de 2 niveaux sonores n'est pas très intuitive. Par exemple, la somme de 2 niveaux sonores identiques correspond à une augmentation de 3 dB, et la somme de 2 niveaux dont la différence est de plus de 10 dB correspond approximativement à la valeur du niveau le plus fort.



Exemple : addition en décibel de deux niveaux sonores

Pour tenir compte de la sensibilité de l'oreille humaine, plus grande aux sons aigus qu'aux sons graves, on applique une pondération selon les fréquences : le niveau sonore global est alors exprimé en dB(A).

Pour apprécier la conformité à la réglementation ou la gêne provoquée par un bruit, on emploie fréquemment le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A (LAeq) qui est une moyenne de l'énergie sonore sur une période de temps.



Courbe de pondération A en fonction de la fréquence

Qu'est-ce que l'émergence spectrale ?

L'émergence sonore, exprimée en décibel et provoquée par une installation correspond à la différence entre le niveau de bruit constaté avec cette installation en fonctionnement (bruit ambiant) et le niveau de bruit constaté installation à l'arrêt (bruit résiduel). Elle traduit donc l'augmentation de bruit liée au fonctionnement de l'installation. Les définitions précises de ces notions sont données dans le glossaire en annexe 11.

On parle d'émergence globale en dB(A) quand cette émergence est calculée par rapport à l'indicateur de bruit global exprimé en dB(A).

On parle d'**émergence spectrale** quand l'émergence est calculée par rapport à une ou plusieurs bandes de fréquence du bruit (par exemple : émergence de « x » dB dans la bande d'octave de 125 Hz).

Annexe 8 – règles de sécurité applicables à la construction et à l'exploitation d'un parc éolien

Le tableau ci-dessous donne un aperçu de la réglementation et des normes applicables à la construction et l'exploitation des parcs éoliens. Ces éléments, non exhaustifs, sont fournis à titre indicatif et sont valables jusqu'à la mise en application de nouvelles mesures réglementaires.

		Élément concerné	Réglementation ou norme à respecter
Travaux	Exploitation	Eolienne (jusqu'aux bornes de sortie de l'énergie) Maintien en état de conformité	Directive machine 98/37/CE NFEN 61.400 NFEN 50.308
		Réseaux électriques Poste de livraison Mât anémométrique Vérification initiale Conformité consuel Vérifications périodiques	Décret du 14/11/88 NFC 13.100 NFC 13.200 NFC 15.100 Arrêté du 10/10/2000 Arrêté du 14/12/1972 Arrêté du 10/10/2000
		Etudes de sol Massifs fondations	NFEN 61.400 NFP 94500 Fascicule 62 du CCTG Eurocodes
		Mise en place des machines : - examen d'adéquation ; - CACES des conducteurs d'engins ou autorisations de conduite ; - conformité et vérification des grues, élingues, engins divers maintenues à jour.	Arrêté du 01/03/2004 Art. R 4323-55-56-57 du Code du Travail Recommandation CNAM Arrêté du 01/03/2004
		Mission CSPS (Coordination sécurité, protection de la santé)	Art. R 4532.2 et suivants du Code du Travail
		Mission de solidité des fondations pour éoliennes de hauteur supérieure à 12m	Art. R 111-38 du Code de l'Urbanisme
	Exploitation	Installation du paratonnerre : - dispositif d'écoulement dans le sol ; - vérification périodique.	NFEN 62.305
		Evaluation des risques	L. 4121.1 du Code du Travail
		Mise en conformité des parcs non marqués CE	Décret 93.40 du 11/1/1993
		Formation du personnel Formation aux opérations de maintenance et à la sécurité Habitations électriques Travaux en hauteur Utilisation des EPI Sauveteur secouriste du travail	Art. L4141.2 du Code du Travail Décret du 14.11.88 UTE C 18.510 R 4323.61 du Code du Travail R 4323.61 DU Code du Travail

Annexe 9 – glossaire

Aérogénérateur	Un aérogénérateur est un système complet permettant de convertir l'énergie mécanique du vent en énergie électrique. Les aérogénérateurs les plus courants sont à axe horizontal. Ils sont composés d'un mât, d'un rotor (composé de deux ou trois pales) et d'une nacelle. Les synonymes employés sont « éolienne » ou « turbine ». Pour désigner un ensemble d'aérogénérateurs, on emploie habituellement le terme de « parc éolien ».
Aire d'étude	Zone géographique potentiellement soumise aux effets temporaires et permanents, directs et indirects du projet.
Aire de mise en scène	Aire visuelle participant à la mise en scène d'un élément de patrimoine ou de paysage. Elle est constituée d'un ensemble d'éléments de paysage ou de structures paysagères. Ses limites sont le plus souvent liées à l'ouverture du champ de vision depuis un ou des points de vue particuliers. Cette aire visuelle est souvent reconnue par les populations.
Aire minimale	Surface minimale dont il faut relever les espèces végétales pour avoir une représentation satisfaisante de l'association végétale. L'aire minimale est utilisée en phytosociologie.
Benthique	Organisme d'un écosystème aquatique vivant au contact du sol ou à sa proximité immédiate. Les peuplements benthiques sont appelés « benthos ».
Bio-indicateur	Organisme ou ensemble d'organismes capable de traduire de façon directe les modifications qualitatives et quantitatives de son écosystème. La notion de bio-indicateur ne peut être utilisée que dans les conditions très précises.
Biodiversité	Variété des espèces vivantes peuplant un écosystème donné.
Bruit	Ensemble de sons non désirés, caractérisés par leur intensité (exprimée en décibel ou dB) et leur fréquence (exprimée en Hertz ou Hz). Il s'agit d'une nuisance subjective qui est généralement considérée comme désagréable ou gênante.
Bruit ambiant	Bruit total existant dans une situation donnée pendant un intervalle de temps donné. Il est composé de l'ensemble des bruits émis par toutes les sources proches et éloignées.
Bruit particulier	Composante du bruit ambiant qui peut être identifiée spécifiquement et que l'on désire distinguer du bruit ambiant notamment parce qu'il est l'objet d'une requête. Ce peut être, par exemple, un bruit dont la production ou la transmission est habituelle dans une zone résidentielle ou un bruit émis ou transmis dans une pièce d'habitation du fait du non-respect des règles de l'art de la construction ou des règles de bon usage des lieux d'habitation.
Bruit résiduel	Bruit ambiant, en l'absence du (des) bruits(s) particulier(s), objet(s) de la requête considérée. Ce peut être, par exemple, dans un logement, l'ensemble des bruits habituels provenant de l'extérieur et des bruits intérieurs correspondant à l'usage normal des locaux et équipements.
Cad战略 préalable	Etape qui permet au maître d'ouvrage de faire appel à l'autorité compétente pour autoriser ou approuver le projet afin de se faire préciser les informations qui devront figurer dans l'étude d'impact. Le terme « cad战略 préalable » est également utilisé pour désigner la phase de préparation de l'étude d'impact d'un projet qui consiste à préciser le contenu des études qui devront être réalisées. Il s'agit pour le maître d'ouvrage d'identifier les effets potentiels sur l'environnement qui sont généralement associés au projet envisagé, de déterminer ceux qui sont les plus importants pour définir la ou les aires d'études à retenir et le contenu des informations sur l'environnement à recueillir.
Certification	Contrôle du respect des normes applicables aux éoliennes (sécurité, résistance de la structure).
Champ de vision	Etendue spatiale qui s'offre à la vue depuis un territoire donné. Elle peut être réduite par des haies ou des bâtiments, ou au contraire s'étendre jusqu'à l'horizon en l'absence d'écran visuel.
Cisaillement du vent	Variation de la vitesse du vent en fonction de la hauteur (dans le cas d'un cisaillement vertical).

Concertation	Dialogue entre les différents acteurs d'un projet éolien (porteur de projet, collectivités territoriales, administration, etc.) afin de s'accorder ensemble sur le projet. La concertation contribue au processus de décision par une réflexion commune.
Courbe de puissance	Graphique présentant la puissance fournie par l'éolienne en fonction de la vitesse du vent. Elle permet de calculer la production d'énergie d'une éolienne donnée selon le vent disponible sur le site projeté.
Co-visibilité	Présence d'un édifice au moins en partie dans les abords d'un monument historique et visible depuis lui ou en même temps que lui.
Décibel pondéré A, ou dB(A)	Unité qui permet de représenter la perception de l'oreille humaine. En effet, l'oreille humaine n'est pas sensible aux différentes fréquences de la même manière : elle est plus sensible aux fréquences graves qu'aux fréquences aiguës, et se comporte comme un filtre. Afin de représenter ce que l'oreille perçoit, des pondérations (A, B, C ou D) sont appliquées aux fréquences selon le type de bruit afin d'obtenir un chiffre unique et représentatif de ce que l'oreille perçoit. Toutes les réglementations européennes utilisent la pondération A.
Démantèlement	Etape finale d'un projet qui consiste à démonter l'éolienne, débarrasser le site de tous les équipements liés au projet et restituer le terrain à son usage initial ou à un autre usage approuvé collectivement.
Développement Durable	Mode de développement économique cherchant à concilier le progrès économique et social et la préservation de l'environnement, considérant ce dernier comme un patrimoine à transmettre aux générations futures.
Disponibilité	Rapport entre le nombre d'heures pendant lequel l'éolienne est prête à fonctionner et le nombre d'heures total dans l'année (8 760 heures). La disponibilité atteint couramment 98%.
Echantillon	Petite quantité ou fraction représentative qui permet de donner une idée de l'ensemble.
Eco-complexe	Ensemble d'écosystèmes interdépendants modelés par une histoire écologique et humaine commune.
Ecologue	Scientifique étudiant l'écologie.
Ecosystème	Unité écologique fonctionnelle dotée d'une certaine stabilité, constituée par un ensemble d'organismes vivants (biocénose) exploitant un milieu naturel déterminé (biotope).
Effet	Conséquence objective d'un projet sur l'environnement, indépendamment du territoire affecté. On distingue les effets cumulés, directs, indirects, permanents, temporaires, réversibles, irréversibles, positifs, négatifs, etc.
Emergence	Modification temporelle du niveau du bruit ambiant induite par l'apparition ou la disparition d'un bruit particulier. Cette modification porte sur le niveau global ou sur le niveau mesuré dans une bande quelconque de fréquence.
Environnement	Ensemble des agents physiques, chimiques, biologiques et des facteurs sociaux susceptibles d'avoir un effet sur les êtres vivants et les activités humaines. L'environnement désigne aussi dans un sens courant la composante écologique du cadre de vie de la société humaine.
Etat initial	Etat de référence « E ₀ » de l'environnement physique, naturel, paysager et humain du site d'accueil avant que le projet ne soit implanté. Il constitue ainsi le document de référence pour apprécier les conséquences du projet sur l'environnement et la remise en état du site à la fin de l'exploitation.
Etude d'impact	Démarche d'évaluation permettant d'apprécier les effets directs et indirects, temporaires et permanents, d'un projet (travaux, ouvrages ou activités) sur l'environnement.
Formation végétale	Groupe végétal naturel d'aspect défini.
Hauteur d'une éolienne	Hauteur du mât et de la nacelle, à l'exclusion des pales (art. L.412-1-1 du code de l'urbanisme), ou hauteur du mât de l'éolienne (code de l'environnement).
Impact	Transposition des effets sur une échelle de valeurs. On distingue les impacts directs / indirects, temporaires / permanents, induits.
Intertidale (zone)	Partie d'une côte située entre les limites extrêmes atteintes par les plus fortes marées.

Kilowattheure (kWh)	Unité de mesure de l'énergie électrique consommée ou produite pendant 1 heure.
Littoral	Entité géographique qui appelle une politique spécifique d'aménagement, de protection, et de mise en valeur. Le littoral est l'espace qui relie la terre et la mer. Du point de vue paysager, le littoral est un ensemble paysager qui contribue à offrir un cadre de vie et d'activité (touristique) qui répond à la demande de population présente, et qui possède à ce titre un valeur patrimoniale à préserver.
Maître d'œuvre	Personne physique ou morale chargée par le maître d'ouvrage de concevoir le projet et de réaliser les ouvrages ou les travaux.
Maître d'ouvrage	Personne physique ou morale, publique ou privée, pour le compte de laquelle l'ouvrage est réalisé. C'est le donneur d'ordre au maître d'œuvre. Le matire d'ouvrage est également appelé « pétitionnaire » ou « porteur de projet » car il porte le dossier de demande d'autorisation.
Mât de mesure	Mât d'une hauteur de 10 à 80 m sur lequel sont fixés des instruments de mesure de la vitesse (anémomètre) et de la direction du vent (girouette). Il s'agit généralement de mâts tubulaires haubanés. Les mesures se réalisent au minimum sur plusieurs mois (en moyenne : 6 à 9 mois).
Megawatts, kilowatts et watts	Unité de mesure de puissance (quantité d'énergie consommée ou produite par unité de temps). Un mégawatt (MW) est égal à mille kilowatts (kW) ou un million de watts (W). 1 W = 1 Joule / seconde.
Mesure compensatoire	Mesure visant à offrir une contrepartie à un impact dommageable non réductible provoqué par le projet.
Mesure de réduction	Mesure pouvant être mise en œuvre dès lors qu'un impact négatif ou dommageable ne peut être supprimé totalement lors de la conception du projet. La mesure de réduction s'attache à réduire, sinon à prévenir l'apparition d'un impact.
Mesure de suppression	Mesure intégrée dans la conception du projet, soit du fait de sa nature même, soit en raison du choix d'une solution ou d'une alternative, qui permet d'éviter un impact fort pour l'environnement.
« Micrositing »	Placement affiné des éoliennes en fonction de la topographie par exemple vis à vis des zones d'ascendances thermiques.
Migrateurs de fuite	Oiseaux du Nord de l'Europe (vanneaux, pluviers, grues, oiseaux d'eau...), régulièrement « poussés » vers la France en période hivernale par les vagues de froid limitant leurs ressources trophiques (plans d'eau gelés, couverture neigeuse...).
Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, $L_{Aeq,T}$	Valeur du niveau de pression acoustique pondéré A d'un son continu stable qui au cours d'une période spécifiée T, a la même pression acoustique quadratique moyenne qu'un son considéré dont le niveau varie en fonction du temps. Il est défini par la formule : $L_{Aeq, (t1,t2)} = 10 \log [1/ (t2-t1) \int P_A^2(t)/ P_0^2 dt] \quad \text{où :}$ $L_{Aeq, (t1,t2)}$ est le niveau de pression continu équivalent pondéré A, en décibels, déterminé pour un intervalle de temps T qui commence à t1 et se termine à t2 ; P_0 est la pression acoustique de référence (20μPa) ; $P_A(t)$ est la pression acoustique instantanée pondérée A du signal.
Partis d'aménagement	Projets alternatifs qui traduisent les différents scénarios d'aménagement envisagés.
Parti paysager de composition	Ensemble des choix et des prises de position du paysagiste quant à la concrétisation du projet de parc éolien : détermination des grandes lignes d'implantation (alignements, bouquets, trames régulières, ...), de l'organisation des éoliennes les unes par rapport aux autres et choix des des orientations du projet de territoire (aménagement des abords du parc, mise en scène depuis certains points de vue, etc.). Le parti paysager de composition résulte des analyses et des études préalables.
Patrimoine	Ensemble des biens immobiliers ou mobiliers, relevant de la propriété publique ou privée, qui présentent un intérêt historique, artistique, archéologique, esthétique, scientifique ou technique.
Paysage	Partie de territoire telle que perçue par les populations, dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations.

Pélagique	Organisme vivant en pleine eau sans contact avec le fond.
Phénologie	Etude des variations des phénomènes périodiques de la vie animale et végétale en fonction des climats et des saisons. Description des diverses phases du cycle vital d'une espèce.
Plancton	Ensemble des organismes aquatiques vivant en suspension dans l'eau.
Poste de livraison	Point de raccordement du parc éolien au réseau électrique. Il est équipé de dispositifs de sécurité et de compteurs d'énergie et constitue la limite entre le réseau électrique interne (privé) et externe (public).
Poste de raccordement	Poste électrique sur lequel se réalise la livraison du courant, au lieu d'être effectuée sur une ligne électrique, afin de ne pas perturber le réseau électrique. Le poste de raccordement est aussi appelé « poste source ». Ainsi, une liaison est créée entre le poste de livraison du parc éolien et le poste source afin que le courant soit distribué sur le réseau électrique national.
Principe BACI	Contrôle des impacts par comparaison avec l'état initial (Before After Control Impact).
Production d'énergie	La production d'énergie d'une éolienne dépend fortement des conditions locales de vent à la hauteur du moyeu de l'éolienne ainsi que de la courbe de puissance de l'éolienne. Lorsque la vitesse de vent double, la puissance est multipliée par 8. Pour un diamètre de l'éolienne doublé, la puissance est multipliée par 4. L'augmentation de la hauteur du rotor de 1 mètre augmente la quantité d'énergie de 1% dans la plupart des cas.
Repasse	Utilisation d'un magnétophone pour émettre des chants d'oiseau afin de stimuler les mâles reproducteurs.
Repowering	Remplacement des éoliennes d'un parc par de nouvelles machines généralement plus puissantes.
«rétro littoral»	Adjectif désignant ce qui est relatif à l'arrière-côte (espace s'étendant en arrière du trait de côte). Synonyme de « hinterland ».
Saturation visuelle	Terme s'appliquant à la part de l'éolien dans un paysage, et indiquant que l'on a atteint le degré au delà duquel la présence de l'éolien dans ce paysage s'impose dans tous les champs de vision. Ce degré est spécifique à chaque territoire et il est fonction de ses qualités paysagères et patrimoniales et de la densité de son habitat.
Suivi environnemental	Ensemble des moyens d'analyse, de mesures et de surveillance des impacts du fonctionnement des installations sur l'environnement. Ces moyens peuvent être proposés par le maître d'ouvrage dans le cadre de l'étude d'impact. Ils relèvent alors des mesures d'accompagnement du projet.
Transect	Coupe virtuelle destinée à représenter schématiquement, sur un axe donné, une séquence d'information.
Transformateur	Dispositif qui permet de convertir la tension fournie par l'éolienne en tension en 20 000 V (par exemple), véhiculée dans les câbles électriques allant vers le poste de livraison. Le transformateur est généralement intégré dans l'éolienne (au pied du mât ou dans la nacelle).
Zone d' « inter-visibilité»	Portion de l'aire d'étude depuis lesquelles le parc éolien sera théoriquement visible. L'analyse préalable des zones d'« inter-visibilité» permet de faire un premier tri parmi les points de vue possibles en excluant certains points de vue (éoliennes invisibles) ou au contraire en alertant sur des visibilités très lointaines.
Variante (s)	Ensemble des possibilités (notamment techniques) qui s'offrent au maître d'ouvrage et qui sont étudiées tout au long du projet.

Annexe 10 – sigles et abréviations

ABF	Architecte des Bâtiments de France
ADEME	Agence de l'Environnement et de Maîtrise de l'Energie
AEP	Alimentation en Eau Potable
AFSSET	Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail
AIMS	Association Internationale de Signalisation Maritime
AMBE	Association Multidisciplinaire des Biologistes de l'Environnement
ANFR	Agence Nationale des Fréquences
APPB	Arrêté de Protection de Biotope
BACI	Before After Control Impact
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
CAUE	Conseil en Architecture Urbanisme et Environnement
CBN	Conservatoire Botanique National
CCI	Chambre de Commerce et d'Industrie
CETMEF	Centre d'Etudes Techniques Maritimes et Fluviales
Cd	Candela
CNAM	Centre National des Arts et Métiers
CNPF	Centre national de Propriété Forestière
CNPMEM	Comité National des Pêches Maritimes et des Elevages Marins
CORINE	Coordination de l'Information en Environnement
COWRIE	Collaborative Offshore Wind Research Into the Environment
CROSS	Centre Régional Opérationnel de Surveillance et de Sauvetage
dB	Décibel
DDT	Direction Départementale des Territoires
DDTM	Direction Départementale des Territoires et de la Mer
DDASS	Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales
DDJS	Direction Départementale Jeunesse et Sports
DFCI	Défense des Forêts contre les Incendies
DGAC	Direction Générale de l'Aviation Civile
DGFAR	Direction Générale de la Forêt et des Affaires Rurales
DGEC	Direction Générale de l'Energie et du Climat
DOCOB	Document d'objectifs
DPM	Domaine Public Maritime
DRAC	Direction Régionale des Affaires Culturelles
DRAM	Direction Régionale des Affaires Maritimes
DRASM	Direction des Recherches Archéologiques Sous-Marines
DRASS	Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
DUP	Déclaration d'Utilité Publique
EDF	Electricité de France
ENS	Espace Naturel Sensible
EPS	Echantillon Ponctuel Simple
GPS	Global Positioning System
GW	Gigawatt
HTB	Haute tension B (50 à 400 kilovolts)
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IFEN	Institut Français de l'Environnement
IFREMER	Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer
IGN	Institut Géographique National
INAO	Institut National des Appellations d'Origine
INPN	Inventaire National du Patrimoine Naturel
INSEE	Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
IPA	Indice Ponctuel d'Abondance
kW	kilowatt
LPO	Ligue pour la Protection des Oiseaux
MEDD	Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (jusqu'en 2007)
MEEDDM	Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer
MH	Monument Historique

MNHN	Muséum National d'Histoire Naturelle
MW	Mégawatt
OACI	Organisation de l'Aviation Civile Internationale
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ONCFS	Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage
ONF	Office National des Forêts
ORGHF	Orientations Régionales de Gestion et de conservation de la Faune sauvage et de ses Habitats
PADD	Projet d'Aménagement et de Développement Durable
PLU	Plan Local d'Urbanisme
PN	Parc National
PNR	Parc Naturel Régional
POS	Plan d'Occupation du Sol
PREMAR	Préfecture Maritime
PSMV	Plan de Sauvegarde et de Mise en Valeur
RFF	Réseau Ferré de France
RTE	Réseau de Transport d'Electricité
SAGE	Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SAR	Schéma d'Aménagement Régional
SCOT	Schéma de Cohérence Territoriale
SDAGE	Schéma Départemental d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SDAP	Service Départemental de l'Architecture et du Patrimoine
SDAU	Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme
SDIS	Service Départemental d'Incendie et de Secours
SER	Surface Equivalente Radar
SER	Syndicat des Energies renouvelables
SFEPM	Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères
SHOM	Service Hydrographique et Océanographique de la Marine
SIC	Site d'Intérêt Communautaire (=ZPS ou ZSC)
SINP	Système d'Information sur la Nature et le Patrimoine
SRCAE	Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie
ULM	Ultra Léger Motorisé
UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture
ZDE	Zone de développement de l'éolien
ZICO	Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux
ZNIEFF	Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique
ZPPAUP	Zone de Protection du Patrimoine Architecture Urbain et Paysager
ZPS	Zone de Protection Spéciale
ZSC	Zone Spéciale de Conservation

Annexe 11 – bibliographie

Guides méthodologiques

- AGENCE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA MAITRISE DE L'ENERGIE, Guide du porteur de projet éolien, 1999.
- AGENCE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA MAITRISE DE L'ENERGIE, Manuel préliminaire de l'étude d'impact sur l'environnement de parcs éoliens, 2000.
- COMMISSION EUROPEENNE, Final Report on the Study on the Assessment of Indirect and Cumulative Impacts, as well as Impact Interactions within the Environmental Impact Assessment (EIA) Process, DG XI, Environment, Mai 1999.
- COMMISSION EUROPEENNE, Impact Assessment Guidance on Scoping, DG Environment, Nuclear Safety and Civil Protection, Mai 1996.
- COMMISSION EUROPEENNE, Guidelines for the assessment of indirect and cumulative impacts as well as impact interactions, EC DG XI Environment, Nuclear Safety and Civil Protection, 1999.
- COMMISSION EUROPEENNE, Wind energy developments and Natura 2000, Guidance document (à paraître).
- COMMISSION OSPAR, Orientations sur les parcs d'éoliennes en mer en ce qui concerne l'évaluation des impacts environnementaux de leur construction et la meilleure pratique environnementale pour leur construction, réf 2006-5, 2006. Disponibles sur <http://www.ospar.org>
- MINISTERE DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'ENVIRONNEMENT, L'étude d'impact sur l'Environnement : objectifs, cadre réglementaire et conduite de l'évaluation, 2000.
- MINISTERE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE, AGENCE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA MAITRISE DE L'ENERGIE, Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens, 2005. Disponible sur <http://www.developpement-durable.gouv.fr>
- MINISTERE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE, AGENCE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA MAITRISE DE L'ENERGIE, Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens, Actualisation 2006. Disponible sur <http://www.developpement-durable.gouv.fr>
- MINISTERE DE L'ÉCOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE, Le cadrage préalable de l'étude d'impact sur l'environnement, 2004.
- MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT, Guide des plans de paysage, des chartes et des contrats, 2001. Disponible au centre de documentation du MEEDDM.

Références bibliographiques

- ACADEMIE NATIONALE DE MEDECINE, Le retentissement du fonctionnement des éoliennes sur la santé de l'homme, Rapport et recommandations d'un groupe de travail, 2006. Disponible sur <http://www.academie-medecine.fr>
- AFSSET, Rapport - Impacts sanitaires du bruit généré par les éoliennes, Saisine n° 2006/005, 2008. Disponible sur <http://www.afsset.fr>
- AGENCE NATIONALE DES FREQUENCES, Perturbation de la réception des ondes radioélectriques par les éoliennes, 2002. Disponible sur <http://www.anfr.fr> [Les travaux sur l'impact des éoliennes sur les systèmes radioélectriques, et en particulier les radars peuvent également être téléchargés à cette adresse]
- AHLÉN I., Fauna och flora, Fladdermöss och fåglar dödade av vindkraftverk, 2002. [Mortalité des oiseaux et des chauves-souris due aux éoliennes]
- AHLÉN I., Migratory behaviour of bats at south Swedish coasts, 1997.
- AHLÉN I., Wind turbines and Bats, a pilot study. Final report to the Swedish National Energy Administration, 2003.
- AHLÉN L., BAAGØE H-J., BACH L., Behaviour of bats on migration at sea. First International Symposium on Bat Migration in Berlin, 2009.

- AHLÉN L., BACH L., BAAGØE H.-J., PETTERSON J., Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia. Swedish Environmental Protection Agency, Naturvårdsverket, Stockholm, 2007.
- ALCALDE J.T., Impacto de los parques eólicos sobre las poblaciones de murciélago, Barbastella 2003.
- ANDRE Y., Protocoles de suivi pour l'étude des impacts d'un parc éolien sur l'avifaune, LPO, 2004.
- ARNETT E.B., ERICKSON W.P., KERNS J., HORN J., Relationships between Bats and Wind Turbines in Pennsylvania and West Virginia, 2005.
- BACH L., BRINKMAN R., LIMPENS H. J., RAHMEL U., REICHENBACH M., ROSCHEN A., Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz 4, Bewertung und planerische Umsetzung von Fledermausdaten im Rahmen der Windkraftplanung, 1999, pp. 163-170.
- BAERWALD E.F., D'AMOURS G.H., KLUG B.J. et R.M.R. Current Biology, Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. BARCLAY, Vol 18 N°16, 2008.
- BEGUE M., Manuel préliminaire d'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens offshore, Contribution Ifremer, IFREMER et ADEME, décembre 2007.
- BEHR O., NIERMANN I., MAGES J., BRINKMANN R., Fachtagung methoden zur untersuchung und reduktion des kollisionsrisikos von fledermäusen an onshore-windenergieanlagen : akustische erfassung der fledermausaktivität an windenergieanlagen, 2009. [Conférence sur les méthodes d'analyse et de réduction des risques de collision des Chiroptères avec les éoliennes onshore, Hanovre, 9 juin 2009]
- BERGEN F., Untersuchungen zum Einfluss der Errichtung und des Betriebs von Windenergieanlagen auf Vögel im Binnenland. Unveröffentlichtes Manuskript eingereicht als Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Naturwissenschaften der Fakultät für Biologie der Ruhr-Universität Bochum angefertigt am Lehrstuhl Allgemeine Zoologie und Neurobiologie, 2001.
- BRAUNEIS W., Der Einfluss von Windkraftanlagen auf die Avifauna, dargestellt insb. Am Beispiel des Kranichs Grus. Ornithologische Mitteilungen, 2000.
- BRINKMANN, R. & SCHAUER-WEISSHAHN, H. Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse in Südbaden – Zwischenbericht. – Unveröff, 2004. Disponible sur <http://www.rp-freiburg.de/servlet/PB/show/1158478/rpf-windkraft-fledermaeuse.pdf>
- BRINKMANN R., SCHAUER-WEISSHAHN H., BONTADINA F., Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg [Etudes sur les effets potentiels liés au fonctionnement des éoliennes sur les chauves-souris dans le district de Fribourg], 2006. Traduction en français réalisée par le Bureau de coordination franco-allemand <http://www.wind-eole.com> .
- BUNDESUMWELTAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE, Untersuchung der Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen auf die Meeresumwelt (StUK 3), 2007. Disponible sur <http://www.bsh.de>, traduction en français réalisée par le Bureau de coordination franco-allemand <http://www.wind-eole.com> .
- CRYAN P. M., Mating behavior as a possible cause of bat fatalities at wind turbines. Journal of Wildlife Management, 2008.
- CRYAN P. M., BROWN A. C., Migration of bats past a remote island offers clues toward the problem of bat fatalities at wind turbines. Biological Conservation, 2007.
- DANISH ENERGY AUTHORITY, Danish Experiences from Horns Rev and Nysted, Offshore Wind Farms and the Environment, 2006.
- DANISH ENERGY AUTHORITY, DANISH FOREST AND NATURE AGENCY, VATTENFALL, DONG Energy, Danish offshore wind, Key environmental issues, novembre 2006. Disponible sur <http://www.ens.dk> [les rapports de fond sur le programme de suivi environnemental peuvent être téléchargés sur <http://www.ens.dk/offshorewind>].
- DE SEYNES A., ANDRE Y., De l'inventaire des connaissances à la définition des protocoles de suivi des oiseaux en mer en prévision du développement des parcs éoliens offshore, Programme éolien-biodiversité, septembre 2008. Disponible sur <http://eolien-biodiversite.com>

- DIACT et SG mer, Bilan de la loi littoral et de mesures en faveur du littoral, Rapport du Gouvernement au Parlement sur l'application de la loi n°86-2 du 3 janvier 1986 relative à l'aménagement, la protection et la mise en valeur du littoral, La Documentation Française, 1997.
- DIERSCHKE V., GARTHE S., MENDEL B., Possible conflicts between offshore wind farms and seabirds in the German sectors of North Sea and Baltic Sea, 2006. In : Offshore Wind Energy, Research on Environmental Impacts, Springer-Verlag, Berlin.
- ERICKSON W., JOHNSON G., YOUNG D., STRICKLAND D., GOOD R., BOURASSA M., BAY K., SERNKA K., Bonneville Power Administration, Synthesis and Comparison of Baseline Avian and Bat Use, Raptor Nesting and Mortality Information from Proposed and existing Wind Developments, Portland, 2002, 129 p.
- EVANS W.R. et MANVILLE A.M., Avian mortality at communication towers. Transcripts of proceedings of the workshop on avian mortality at communication towers at Cornell University, Ithaca, NY, 2000.
- GARTHE S., HÜPPOP O., Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds : developing and applying a vulnerability index, 2004.
- GROUPE MAMMALOGIQUE NORMAND (2004), Les Mammifères Sauvages de Normandie - Statut et Répartition 1991-2001. 308 p.
- GUILLET R., LETEURTROIS J.-P., Rapport sur la sécurité des installations éoliennes, Conseil Général des Mines, 2004. Disponible sur <http://www.cgm.org>
- HINSCH, C., Auswirkungen von Windenergieanlagen auf die Avifauna. In : Neue Energie 5 [Impacts des éoliennes sur l'avifaune. In : Énergie nouvelle n°5], 1996.
- HÖTKER H., THOMSEN K.-M. et JEROMIN H., Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources : the example of birds and bats - facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen, 2006.
- HÖTKER H., THOMSEN K.-M. & KÖSTER H., Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und Fledermäuse. BfNSkripten 142, Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.), Bonn – Bad Godesberg, 2005.
- IALA AISM, IALA recommendation O-139 on The Marking of Man-Made Offshore Structures, 2008. Disponible sur <http://iala-aism.org/>
- JOHNSON G.D., What is known and not known about bat collision mortality at windplants? (2003) In R.L. Carlton, editor. Avian interactions with wind power structures. Proceedings of a workshop in Jackson Hole, Wyoming, USA, October 16-17, 2002. Electric Power Research Institute, Palo Alto, California.
- KEELEY, B., UGORETZ S., STRICKLAND D., Bat ecology and wind turbine considerations. Proceedings of the National Avian-Wind Power Planning Meeting, National Wind Coordinating Committee, Washington, D.C., 2001.
- KOSCHINSKI S., CULIK B.M., HENRIKSEN O.D., TREGENZA N., ELLIS G., JANSEN C., KATHE G. Behavioural reactions of free-ranging porpoises and seals to the noise of a simulated 2MW wind power generator, 2003.
- LUGINBÜHL Y., TOUBLANC M., Les indicateurs sociaux du paysage, UMR LADYSS CNRS et ENSP Versailles, Rapport de recherche réalisé avec la collaboration d'O. SINEAU et de l'équipe SINP pour le compte du Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable, de la Mer, Direction de l'Habitat, de l'Urbanisme et des Paysages, Bureau des Paysages et de la Publicité, 2008. Disponible au format pdf sur demande à Jean-francois.Seguin@developpement-durable.gouv.fr
- MENZEL C., Habitat Utilization by Selected Indigenous Game Species in the Vicinity of Wind-driven Power Generators Hannover, Germany, 2001.
- MINISTERE DE LA REGION WALLONNE, Cadre de référence pour l'implantation d'éoliennes en Région wallonne, 2002. Disponible sur <http://energie.wallonie.be>
- NATIONAL WIND COORDINATING COMMITTEE, Avian Collisions with Wind Turbines : a Summary of Existing Studies and Comparisons to Other Sources of Avian Collision Mortality in the United States, Resource document, Août 2001.

- NICHOLLS, B., RACEY. P.A., Bats Avoid Radar Installations : Could Electromagnetic Fields Deter Bats from Colliding with Wind Turbines? 2007. Disponible sur <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0000297>
- PAILLARD M., LACROIX D., LAMBLIN V., Energies renouvelables marines, Etude prospective à l'horizon 2030, IFREMER, Ed. QUAE, 2009.
- PERCIVAL S.M., Birds and wind farms in Ireland : a review of potential issues and impact assessment, Durham, 2003.
- PETERSONS G., Die Rauhhautfledermaus, *Pipistrellus nathusii* in Lettland : Vorkommen, Phänologie und Migration. *Nyctalus*, 1990.
- PREFECTURE DE LA MEURTHE-ET-MOSELLE, Les parcs éoliens dans les paysages de Meurthe-et-Moselle, 2006. Disponible sur <http://www.lorraine.ecologie.gouv.fr>
- RAHMEL U., BACH L., BRINKMANN R., LIMPENS H., ROSCHEN A., Wind turbines and bats – Guidelines for an assessment study and for planning aspects. *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz*, Volume 7, pp. 265-271, 2004.
- RAEVEL P. et TOMBAL J-C., Aménagement et Environnement, Impact des lignes Haute-Tension sur l'avifaune, Les cahiers de l'AMBE, Volume n°2, mai 1991.
- RATZBOR G., Grundlagenarbeit für eine Informationskampagne "Umwelt- und naturverträgliche Windenergienutzung in Deutschland (onshore)" - Analysenteil, [Travaux dans le cadre d'une campagne d'information sur l'énergie éolienne] Deutscher Naturschutzring, 2005. Disponible sur <http://www.dnr.de>, traduction en français réalisée par le Bureau de coordination franco-allemand <http://www.wind-eole.com>.
- REICHENBACH, M., Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Vögel – Ausmaß und planerische Bewältigung, 2002.
- RICHARDSON W.J., Bird Migration and Wind Turbines : Migration Timing, Flight Behaviour, and Collision Risk, 2000. Proceedings of National Avian-Wind Power Planning Meeting II, pp 132-140. Disponible sur <http://www.Nationalwind.Org/Publications/Avian.Htm>
- RODRIGUES L., BACH L., DUBOURG-SAVAGE M-J., GOODWIN J., HARBUSCH C., Ligne directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens, EUROBATS Publications Series n°3, 2009.
- SZEWCZAK J. M., ARNETT E. B., Field Test Results of a Potential Acoustic Deterrent to Reduce Bat Mortality from Wind Turbines, 2007.
- SZEWCZAK, J. M., ARNETT E. B., Field test results of a potential acoustic deterrent to reduce bat mortality from wind turbines. An investigative report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA, 2008.
- TUTTLE M. D., Wind energy and the threat to bats, 2004.
- WILLIAMS T.C., WILLIAMS J.M., WILLIAMS P.G. et STOCKSTAD P., Bird migration through a mountain pass studied with high resolution radar, ceilometers, and census, 2001.

Annexe 12 – Liste des personnes sollicitées pour participer au groupe de travail

Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer - Direction Générale de l'Energie et du Climat : M-C. Degryse (coordination du projet), D. Delalande, F. Delplace.

Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer - Direction Générale de l'Aménagement, du Logement et de la Nature : F. Anfray, M. Boucard, C. De Pins, F. Déhu, S. Denantes, C. Drocourt, N. Lacour, L. Mauchamp, H. Montelly, S. Moraud, C. Payen, D. Petigas-Huet, L. Rambaud, J-F. Seguin, M. Valette, A. Vandervorst.

Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer - Commissariat Général au Développement Durable : G. Carré, M. Lansiait, S. Monteillet.

Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer - Direction Générale de la Prévention des Risques : E. Bert, C. Bieth, C. Lambersens, M-H. Leroy, L. Olivé.

Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer - Direction Générale de l'Aviation Civile : P. Chevasson, C. Tedesco.

Ministère de la Santé – Direction Générale de la Santé : C. Bringer-Guérin, A. Godal.

Ministère de la Culture et de la Communication - Direction Générale des Patrimoines : J-F. Briand, P. Hénault.

Ministère de la Défense - Direction Générale de l'Armement : M. Brishoual.

Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement : Y. Benzenet (Midi-Pyrénées), M. Berthier (Lorraine), N. Coudret (Bourgogne), J-M. Gantier (Haute-Normandie), H. Gaudin (Champagne-Ardenne), M. Le Saout (Poitou-Charentes), T. Morinière (Centre), D. Pesenti (Lorraine), C. Picoulet (Poitou-Charentes), M-O. Ratouis (Rhône-Alpes), Y. Sauvalle (Lorraine), S. Seytre (Auvergne), G. Widiez (Champagne-Ardenne).

Direction des Territoires et de la mer du Pas-de-Calais: P. Allard.

Service Départemental de l'Architecture et du Patrimoine du Pas-de-Calais : C. Madoni.

Préfecture Maritime de la Méditerranée : M. Dausset.

Office National des Forêts : C. Gernigon, L. Tillon, V. Vinot.

Muséum National d'Histoire Naturelle : Y. Comolet, A-C. Vaudin.

Centre National pour la Propriété Forestière : P. Beaudesson.

Centre d'études techniques, maritime et fluviales : F. Villers.

Agence de l'Environnement de la Maîtrise de l'Energie : M. Galiano.

Fédération Nationale des CAUE : Y. Helbert.

Association des Paysagistes Conseils de l'Etat : P. Hilaire.

Syndicat des Energies Renouvelables : J. Clément (Eole Res), F. Costes (EDF Energies Nouvelles), H. Decat (Eole Res), B. Delubac (Eole Res), C. Deverchere (GAMESA), F. Kirchstetter (Eole Res), S. Kozłowski (Eole Res), E. Perret, S. Terrier (Enel Erelis), G. Wendling (WPD Energie 21).

Associations naturalistes : Y. André (Ligue pour la Protection des Oiseaux), I. Bismuth et M-J. Dubourg-Savage (Société française pour l'étude et la protection des mammifères).

Prestataires : Y. Beucher (Exen), V. Bichon (Corieaulys), A. Bigot et F. Delafosse (Acouphen Environnement), M. Blaise (Atelier des Paysages), G. Mazars (Apave).

Experts associés : V. Kelm (KJM Conseil), V. Lecoq.

Ressources, territoires, habitats et logement
Énergie et climat
Prévention des risques
Développement durable
Infrastructures, transports et mer

**Présent
pour
l'avenir**

Ministère de l'Écologie, de l'Énergie,
du Développement durable et de la Mer,
en charge des Technologies vertes et des Négociations sur le climat

Direction générale de l'Énergie et du Climat

Grande Arche de La Défense

Paroi nord

92055 La Défense cedex

tel. 01 40 81 21 22