



HAL
open science

Les mesures d'évitement, de réduction et de compensation appliquées aux projets éoliens

Claire Lefeuvre

► **To cite this version:**

Claire Lefeuvre. Les mesures d'évitement, de réduction et de compensation appliquées aux projets éoliens. Sciences agricoles. 2016. dumas-01391955

HAL Id: dumas-01391955

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01391955v1>

Submitted on 4 Nov 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**AGROCAMPUS
OUEST**

- CFR Angers**
 CFR Rennes



*Logo(s) des établissements en co-
habilitation, de l'école partenaire
accueillant l'étudiant en année de
spécialisation, ou de l'école d'origine
de l'étudiant*



Année universitaire : 2015 - 2016

Spécialité :

Paysage.....

Spécialisation (et option éventuelle) :

Ingénierie des Territoires.....

Mémoire de fin d'études

- d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage
 de Master de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage
 d'un autre établissement (étudiant arrivé en M2)

Les mesures d'évitement, de réduction et de compensation appliquées aux projets éoliens

Par : Claire LEFEUVRE



Source : Claire Lefevre

Soutenu à Angers, le 19 septembre 2016

Devant le jury composé de :

Président : Véronique BEAUJOUAN

Autres membres du jury (Nom, Qualité)

Maître de stage : Maxime PIOT

Enseignant référent : Nathalie CARCAUD

Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST

Ce document est soumis aux conditions d'utilisation
«Paternité-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de Modification 4.0 France»
disponible en ligne <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr>



Fiche de confidentialité et de diffusion du mémoire

Confidentialité

Non Oui si oui : 1 an 5 ans 10 ans

Pendant toute la durée de confidentialité, aucune diffusion du mémoire n'est possible ⁽¹⁾.

Date et signature du maître de stage ⁽²⁾ :

A la fin de la période de confidentialité, sa diffusion est soumise aux règles ci-dessous (droits d'auteur et autorisation de diffusion par l'enseignant à renseigner).

Droits d'auteur

L'auteur ⁽³⁾ Nom Prénom -----

autorise la diffusion de son travail (immédiatement ou à la fin de la période de confidentialité)

Oui Non

Si oui, il autorise

la diffusion papier du mémoire uniquement(4)

la diffusion papier du mémoire et la diffusion électronique du résumé

la diffusion papier et électronique du mémoire (joindre dans ce cas la fiche de conformité du mémoire numérique et le contrat de diffusion)

(Facultatif) accepte de placer son mémoire sous licence Creative commons CC-By-Nc-Nd (voir Guide du mémoire Chap 1.4 page 6)

Date et signature de l'auteur :

Autorisation de diffusion par le responsable de spécialisation ou son représentant

L'enseignant juge le mémoire de qualité suffisante pour être diffusé (immédiatement ou à la fin de la période de confidentialité)

Oui Non

Si non, seul le titre du mémoire apparaîtra dans les bases de données.

Si oui, il autorise

la diffusion papier du mémoire uniquement(4)

la diffusion papier du mémoire et la diffusion électronique du résumé

la diffusion papier et électronique du mémoire

Date et signature de l'enseignant :

(1) L'administration, les enseignants et les différents services de documentation d'AGROCAMPUS OUEST s'engagent à respecter cette confidentialité.

(2) Signature et cachet de l'organisme

(3).Auteur = étudiant qui réalise son mémoire de fin d'études

(4) La référence bibliographique (= Nom de l'auteur, titre du mémoire, année de soutenance, diplôme, spécialité et spécialisation/Option)) sera signalée dans les bases de données documentaires sans le résumé

REMERCIEMENTS

Je souhaite adresser mes remerciements à l'ensemble de l'équipe de l'agence Laurent Coüasnon pour leur accueil chaleureux. Merci à Laurent Coüasnon, gérant de l'entreprise, pour avoir permis la réalisation de ce stage et la confiance accordée dans les missions qui m'ont été confiées. Un grand merci à Soizic, Céline, Christophe et Maxime pour leur gentillesse, leurs précieux conseils et leur soutien tout au long de ce stage.

Je remercie également Madame Carcaud, référente Agrocampus Ouest, pour sa disponibilité et son accompagnement dans l'élaboration de ce mémoire.

Enfin, je remercie l'ensemble des personnes de mon entourage pour m'avoir accordé du temps et soutenue durant cette période.



GLOSSAIRE

Aérogénérateur

« Un aérogénérateur est un système complet permettant de convertir l'énergie mécanique du vent en énergie électrique. [...] Les synonymes employés sont éolienne ou turbine. [...] » (MEDDM, ADEME, 2010, page 173)

Aire d'étude

« Zone géographique potentiellement soumise aux effets temporaires et permanents, directs et indirects du projet. » (MEDDM, ADEME, 2010, page 173)

Biodiversité

« Variété des espèces vivantes peuplant un écosystème donné ». (MEDDM, ADEME, 2010, page 173)

Consommation d'énergie primaire (ou total des disponibilités)

« Il s'agit de la consommation d'énergie de tous les acteurs économiques sur le territoire national. [...] Elle correspond aussi à la somme de la consommation finale et de la consommation de la branche énergie. [...] Permet de mesurer le taux d'indépendance énergétique national [...] » (Commissariat général au développement durable, 2015a, page 57)

Consommation finale énergétique

« Elle correspond à la consommation des seuls utilisateurs finals (industries, ménages, services, agriculture, sylviculture et pêche, transports), et n'intègre pas la consommation de la branche énergie. [...] sert à suivre la pénétration des diverses formes d'énergie dans les secteurs utilisateurs de l'économie. » (Commissariat général au développement durable, 2015a, page 57)

Consommation finale brute d'énergie

« Elle est égale à la somme de la consommation finale d'énergie, des pertes de réseau et de l'électricité et/ou chaleur consommées par la branche énergie pour produire de l'électricité et/ou de la chaleur. Elle est toujours exprimée en données réelles. » (Commissariat général au développement durable, 2015a, page 57)

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. » (MEDDM, ADEME, 2010, page 174)

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. » (MEDDM, ADEME, 2010, page 174)

Énergie finale

« Énergie livrée au consommateur pour sa consommation finale. Il s'agit par exemple de l'essence à la pompe, de l'électricité au foyer, du gaz pour chauffer une serre, du bois utilisé par une chaufferie collective, etc. [...] » (CGDD, 2015, page 56)

Énergie fossile

« Désigne l'énergie produite à partir de composés issus de la décomposition sédimentaire des matières organiques, c'est à dire principalement composés de carbone. Elle englobe le pétrole, le gaz naturel et le charbon. » [1]

Énergie primaire

« *Énergie brute, c'est-à-dire non transformée après extraction (houille, lignite, pétrole brut, gaz naturel, électricité primaire). [...]. On considère donc que l'énergie électrique produite à partir d'une éolienne, d'un barrage ou de capteurs photovoltaïques est une énergie primaire. [...]* » (CGDD, 2015, page 56)

Énergie renouvelable

« *Ensemble de filières dont la mise en œuvre n'entraîne pas l'extinction de la ressource initiale et est renouvelable à l'échelle humaine (vent : énergie éolienne, houlomotrice ; soleil : thermique, photovoltaïque, thermodynamique ; chaleur terrestre : géothermie ; eau : hydroélectrique, marémotrice ; biodégradation : biomasse).* » (Conseil départemental de l'Ain, 2008, page 35)

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.* » (MEDDM, ADEME, 2010, page 174)

Impact

« *Transposition des effets sur une échelle de valeurs. On distingue les impacts directs, indirects, temporaires, permanents, induits.* » (MEDDM, ADEME, 2010, page 174)

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.* » (MEDDM, ADEME, 2010, page 175)

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.* » (MEDDM, ADEME, 2010, page 175)

Puissance installée

Elle correspond à la puissance théorique de l'éolienne si elle fonctionnait avec son rendement maximal. Aussi appelée puissance nominale. (Hermans, 2011).

Puissance raccordée

Elle correspond à la puissance installée de l'éolienne une fois celle-ci raccordée au réseau d'électricité. (Hermans, 2011).

Puissance réelle

Puissance électrique délivrée par l'éolienne. Elle est généralement de l'ordre de 20 à 30% de la puissance nominale. (Hermans, 2011)

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.* » (MEDDM, ADEME, 2010, page 176)

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ADEME : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
AE : Autorité environnementale
CEP : Convention européenne du paysage
CETE : Centre d'études techniques
CGDD : Commissariat général au développement durable
CGEDD : Conseil général de l'environnement et du développement durable
DDT : Direction départementale des territoires
DRAC : Direction régionale des affaires culturelles
DREAL : Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
EI : Étude d'impact
ENE : Engagement national pour l'environnement
EnR : Énergie renouvelable
ERC : Éviter-réduire-compenser
GES : Gaz à effet de serre
ICPE : Installation classée pour la protection de l'environnement
LPO : Ligue pour la protection des oiseaux
LTECV : Loi de la transition énergétique pour la croissance verte
MEDDE : Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie
MEDDTL : Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement
MEEDDM : Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer
MEEM : Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer
MH : Monument historique
PNA : Plan national d'action
PNR : Parc naturel régional
POPE : Programmation d'orientation de la politique énergétique
PPI : Programmation pluriannuelle des investissements
SER : Sources d'énergies renouvelables
SIG : Système d'information géographique
SRCAE : Schémas régionaux climat, air, énergie
SRE : Schéma régional éolien
UE : Union européenne
ZDE : Zone de développement de l'éolien
ZICO : Zone importante pour la conservation des oiseaux
ZNIEFF : Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique
ZPPAUP : Zone de protection du patrimoine architecture urbain et paysager

kW : Kilowatt

MW : Mégawatt

Mtep : Million de tonnes équivalent pétrole

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE I : Extrait réglementaire de l'article R 122-5 du code de l'environnement	44
ANNEXE II : Extrait réglementaire de l'article R. 122-5 du code de l'environnement	46
ANNEXE III : Les phases successives d'un projet éolien terrestre	48
ANNEXE IV : Les étapes d'un projet éolien	49
ANNEXE V : Schéma des étapes administratives successives de l'étude d'impact	50
ANNEXE VI : L'origine du nombre de pales	51
ANNEXE VII : Comparaison des approches énergétique et paysagère de 3 pays	52
ANNEXE VIII : Logigramme sur la conception du projet de moindre impact	53

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Liste des tableaux

Tableau 1 : Part des énergies renouvelables en France et dans l'Union Européenne et objectifs pour 2020	2
Tableau 2 : État des lieux et objectifs pour la puissance éolienne installée dans l'Union Européenne et en France.....	3
Tableau 3 : Les principaux effets positifs et négatifs des éoliennes.....	16
Tableau 4 : Principales réglementations applicables aux projets éoliens	18
Tableau 5 : Inventaire des mesures ERC proposées dans le cadre des volets paysagers des projets éoliens	34

Liste des figures

Figure 1 : Évolution de la consommation d'énergie primaire en France entre 1970 et 2014 .	1
Figure 2 : Évolution de la part des énergies renouvelables en France entre 2005 et 2014 ...	2
Figure 3 : Évolution de la puissance éolienne installée (par an et cumulée) en France	4
Figure 4 : Principaux composants d'une éolienne.....	5
Figure 5 : Comparaison des éoliennes installées en 2005 et 2015	6
Figure 6 : L'organisation d'un parc éolien	7
Figure 7 : L'organisation spatiale des parcs éoliens et des distances de respirations.....	8
Figure 8 : Simulation d'une répartition de l'éolien terrestre en 2020 en France.....	11
Figure 9 : L'angle de perception en fonction de la distance	11
Figure 10 : Rapport d'échelle entre les éoliennes et d'autres éléments du paysage	12
Figure 11 : Différents types de relations visuelles avec les éoliennes.....	13
Figure 12 : Effet d'encerclement d'un bourg	14
Figure 13 : Imbrication des différents dossiers réglementaires	19
Figure 14 : Principe de l'étude d'impact sur l'environnement	20
Figure 15 : Principe des mesures ERC et de l'étude d'impact	24
Figure 16 : Principe de la séquence ERC	27
Figure 17 : Tableau type de proposition des mesures	27

TABLE DES MATIÈRES

I. INTRODUCTION	1
I.1 – LE CONTEXTE ENERGETIQUE.....	1
I.2 – LA PROMOTION DES ENERGIES RENOUVELABLES.....	2
I.2.1 Union Européenne	2
I.2.2 France	2
I.3 – L’ENERGIE EOLIENNE	3
I.3.1 Union Européenne	3
I.3.2 France	3
I.4 –ORIGINE DU QUESTIONNEMENT	4
II. PROJETS EOLIENS ET PAYSAGE.....	5
II.1 L’EOLIEN, DE QUOI S’AGIT-IL ?	5
II.1.1 L’objet « éolienne »	5
II.1.2 Une organisation en parc et en pôle éolien.....	7
II.1.3 Les lieux d’implantation.....	8
II.2 LES EFFETS ET LES ENJEUX DE L’EOLIEN	10
II.2.1 Effets paysagers des éoliennes	10
II.2.2 Autres effets des projets éoliens.....	15
II.2.3 Les enjeux	17
II.3 LES DISPOSITIONS REGLEMENTAIRES ET LEGISLATIVES DES PROJETS EOLIENS	17
II.3.1 Quel statut juridique des projets éoliens ?	17
II.3.2 À quelles procédures réglementaires sont soumis les projets éoliens ?	17
III. LES MESURES ERC.....	19
III.1 LES ORIGINES DE LA SEQUENCE ERC	19
III.2 L’EVALUATION ENVIRONNEMENTALE.....	19
III.3 L’ETUDE D’IMPACT SUR L’ENVIRONNEMENT	19
III.3.1 Origine et projets visés	19
III.3.2 Objectifs.....	20
III.3.3 Définitions des termes	20
III.3.4 Principes	21
III.3.5 Contenu réglementaire.....	21
III.3.6 Évolutions passées et à venir	22
III.4 LES MESURES ERC	24
III.4.1 Textes législatifs	24
III.4.2 Définitions.....	25
III.4.3 Les principes de la séquence ERC.....	26
III.4.4 Autres éléments associés aux mesures.....	27
III.4.5 Les champs d’application	27
III.4.6 Les mesures d’accompagnement	28
IV. APPLICATION DES MESURES ERC AUX PROJETS EOLIENS : ENTRE THEORIE ET REALITE	29
IV.1 LES ETUDES D’IMPACT SEMBLENT D’ABORD CONÇUES POUR L’ANALYSE DES MILIEUX NATURELS.....	29
IV.1.1 Les milieux naturels, un domaine privilégié ?.....	29
IV.1.2 Les milieux naturels, un domaine plus scientifique ?.....	30
IV.2 LE PAYSAGE, UNE COMPOSANTE AMBIGUË.....	31
IV.3 DES PROBLEMES DE COMPREHENSION DU PRINCIPE ERC	31
IV.4 LE PAYSAGE, PRINCIPAL MOTIF DE CONTESTATION DES PROJETS EOLIENS	32
IV.5 DEVELOPPEMENT D’OUTILS D’ANALYSE « OBJECTIFS »	33
IV.6 LA COMPENSATION DU PAYSAGE.....	33
IV.7 QUELS TYPES DE MESURES ERC POUR UNE MEILLEURE INTEGRATION PAYSAGERE ?	34
V. CONCLUSION.....	36

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	37
REFERENCES SITOGRAPHIQUES	41
<i>ANNEXE I</i>	44
<i>ANNEXE II</i>	46
<i>ANNEXE III</i>	48
<i>ANNEXE IV</i>	49
<i>ANNEXE V</i>	50
<i>ANNEXE VI</i>	51
<i>ANNEXE VII</i>	52
<i>ANNEXE VIII</i>	53

I. INTRODUCTION

I.1 – Le contexte énergétique

Dans un contexte global de changement climatique, pour lequel les membres signataires du protocole de Kyoto (1997) se sont engagés à réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) puis ont convenu en 2009 de limiter le réchauffement atmosphérique à une hausse maximale de 2 °C¹, les enjeux énergétiques sont majeurs et font l'objet de préoccupations internationales.

Depuis l'époque industrielle, les énergies fossiles sont exploitées pour couvrir notre demande en énergie sans cesse croissante (Figure 1). À l'échelle mondiale, notre consommation d'énergie a triplé depuis 1960 d'après l'agence internationale de l'énergie de Paris (Roch, 2011). À partir des années 1970, et notamment suite aux deux chocs pétroliers de 1973 et 1979, une prise de conscience s'opère quant de la rareté des énergies fossiles. Les situations de crise nous révèlent à quel point nos sociétés consommatrices sont dépendantes de ces énergies mais leur surexploitation conduira à leur épuisement dans les siècles à venir. Plus récemment, la prise de conscience de l'impact des activités humaines et des enjeux environnementaux associés, a accentué le souhait d'un modèle de société plus durable.

Une transition est en marche et passe notamment par la recherche d'une mixité énergétique et par le développement d'énergies moins polluantes pour l'environnement : les énergies renouvelables (EnR).

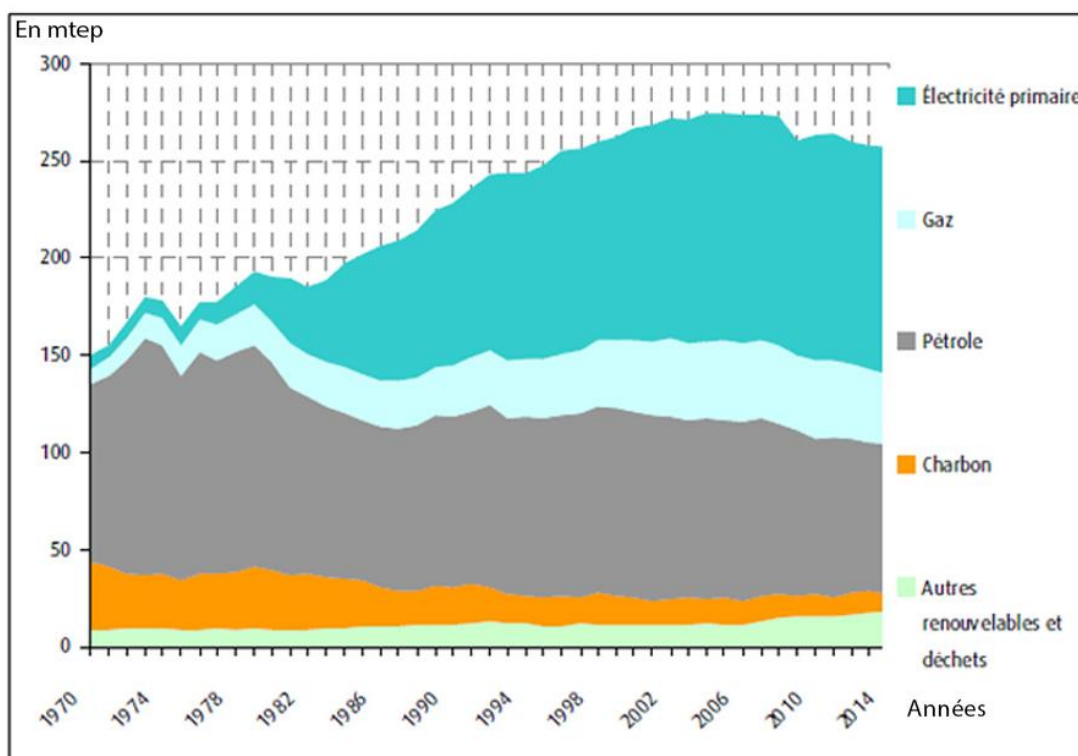


Figure 1 : Évolution de la consommation d'énergie primaire en France entre 1970 et 2014 (Commissariat général au développement durable, 2015b)

1 Par rapport à l'ère pré-industrielle

I.2 – La promotion des énergies renouvelables

Les EnR sont produites à partir de sources d'énergies renouvelables (SER) telles que le soleil, le vent, l'énergie des vagues, la chaleur terrestre et la biomasse qui donnent respectivement les EnR suivantes : solaire photovoltaïque et thermique, éolienne, marémotrice et géothermie. On distingue deux catégories d'EnR en fonction du type d'énergie produite : électrique et thermique (Commissariat général au développement durable, 2015a).

À travers le développement des EnR, plusieurs objectifs sont recherchés : réduire les émissions de GES et donc limiter le changement climatique, garantir une sécurité d'approvisionnement en diversifiant les sources d'énergies et enfin réduire la dépendance aux énergies fossiles et au nucléaire (ADEME, 2015).

I.2.1 Union Européenne

La directive 2009/28/CE², les feuilles de route³ pour 2050 et plus récemment le cadre européen énergie-climat 2030, fixent les objectifs à atteindre avec des étapes intermédiaires en 2020 et 2030. Il s'agit, pour l'horizon 2020, de porter à 20% la part des EnR, de réduire les émissions de GES de 20% par rapport au niveau de 1990 et de diminuer de 20% la consommation énergétique (Commission Européenne, 2013). En 2013, les EnR atteignent 15% de la consommation finale brute d'énergie dans l'Union Européenne (UE) (Commissariat général au développement durable, 2015a) (Tableau 1).

I.2.2 France

Les lois Grenelle⁴ traduisent dans la réglementation française les engagements européens. Le plan national d'action en faveur des énergies renouvelables (PNA) indique un objectif de 23% d'EnR dans la consommation d'énergie globale pour 2020, ce qui implique également des efforts sur la maîtrise de la consommation énergétique (MEEDDM, 2010). En 2014, les EnR atteignent 14,6% de la consommation finale brute d'énergie en France mais restent en deçà des 16% prévus par la trajectoire pour 2020 (Commissariat général au développement durable, 2015a) (Figure 2).

Tableau 1 : Part des énergies renouvelables en France et dans l'Union Européenne et objectifs pour 2020 (source : Claire Lefeuvre)

	2013 / 2014	Objectifs pour 2020
Union Européenne	15%	20%
France	14,6% (16% prévu)	23%

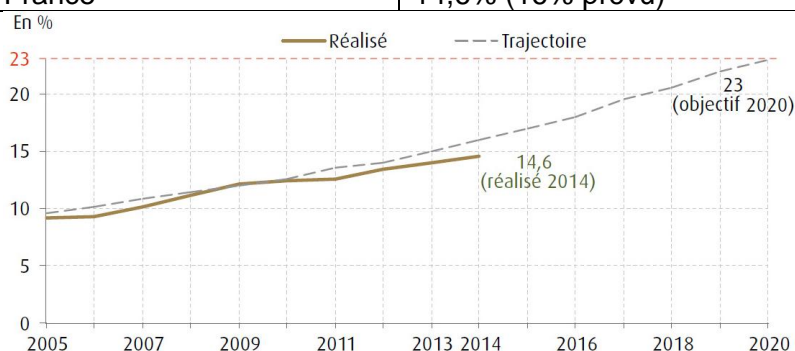


Figure 2 : Évolution de la part des énergies renouvelables en France entre 2005 et 2014 (Commissariat général au développement durable, 2015a)

² Directive relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables

³ Feuille de route vers une économie compétitive à faible intensité de carbone à l'horizon 2050 et feuille de route pour l'énergie à l'horizon 2050

⁴ Grenelle I (loi n°2009-967 du 3 août 2009) et Grenelle II aussi appelée loi d'Engagement National pour l'Environnement (loi n°2010-788 du 12 juillet 2010)

I.3 – L'énergie éolienne

L'éolien s'inscrit donc dans la grande thématique de l'énergie renouvelable et plus précisément de l'électricité renouvelable.

I.3.1 Union Européenne

L'UE fixe des objectifs précis et ambitieux en matière d'énergie éolienne. Pour 2020, il s'agit d'atteindre une puissance installée de 190 000 MW en éolien terrestre et 40 000 MW en éolien offshore⁵ (ADEME, 2012). D'après les chiffres de 2015 de l'association mondiale de l'énergie éolienne, l'UE aurait une puissance installée totale de 144 000 MW (ADEME, 2016).

I.3.2 France

L'énergie éolienne est présente en France depuis une vingtaine d'années. La première éolienne a été inaugurée à Port-la-Nouvelle (Aude) en 1991 (France Energie Eolienne, 2015b). Le programme « Eole 2005 », mis en place en 1996, a véritablement lancé la filière éolienne (ADEME, 2016) qui s'est ensuite envolée entre les années 2005 et 2010 (Figure 3).

La loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV), adoptée en juillet 2015, donne un objectif pour la production d'électricité, à savoir atteindre en 2030 40% d'électricité d'origine renouvelable où l'éolien apportera une contribution majeure (ADEME, 2016). Le programme pluriannuel des investissements (PPI), arrêté en 2009, définit les objectifs pour chaque type d'EnR. Pour la filière éolienne, il est demandé d'atteindre en 2020 une puissance installée totale de 25 000 MW dont 19 000 MW pour l'éolien terrestre et 6 000 MW pour l'éolien en mer (Tableau 2), ce qui représente environ 8 000 éoliennes (MEEDDM, 2010). Avec l'hydraulique, l'énergie éolienne dispose d'un grand potentiel et figure parmi les sources majeures de production d'électricité renouvelable pour l'avenir (ADEME, 2016).

À la fin de l'année 2015, le secteur éolien français cumule une puissance totale raccordée de 10 308 MW (Commissariat général au développement durable, 2016) et environ 5500 éoliennes. D'après les chiffres clés des énergies renouvelables de l'édition 2015, le secteur éolien n'a pas atteint les seuils fixés pour 2014 et il lui reste encore beaucoup à faire pour les atteindre les objectifs de 2020 (Commissariat général au développement durable, 2015a). En 2014, l'éolien représente 1% des EnR dans la consommation finale brute d'énergie mais doit atteindre 3,2% en 2020 (Commissariat général au développement durable, 2015a).

Les éoliennes sont installées sur l'ensemble du territoire français mais présentent une répartition inégale. Les régions Grand Est (Alsace-Champagne-Ardenne-Lorraine) et Hauts de France (Nord-Pas-de-Calais-Picardie) bénéficient du plus grand nombre d'installations (France Energie Eolienne, 2015a). La France, qui possède un gisement de vent important, se situe à ce jour en 4^e position européenne en terme de puissance installée (ADEME, 2016).

Tableau 2 : État des lieux et objectifs pour la puissance éolienne installée dans l'Union Européenne et en France (source : Claire Lefeuvre)

	2015	Objectifs pour 2020
Union Européenne	144 000 MW	190 000 + 40 000 MW
France	10 308 MW	19 000 + 6 000 MW

⁵ Offshore : désigne l'énergie éolienne produite en mer par opposition à l'éolienne onshore ou terrestre

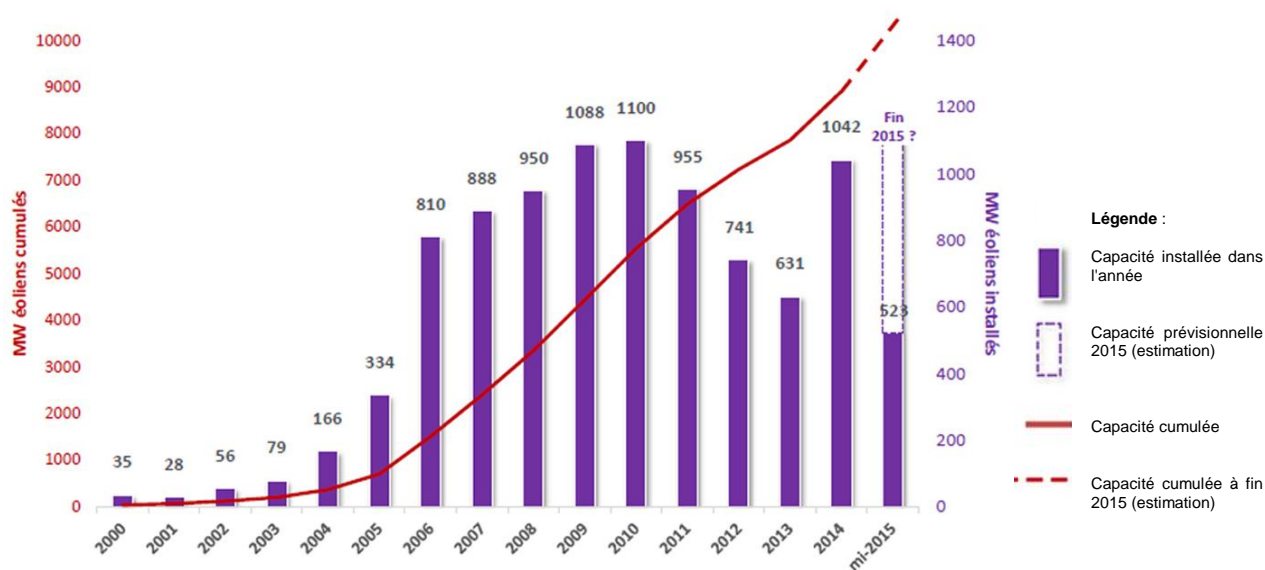


Figure 3 : Évolution de la puissance éolienne installée (par an et cumulée) en France (France Energie Eolienne, 2015a)

1.4 – Origine du questionnement

En France, la plupart des projets éoliens sont soumis à une étude d'impact qui permet à l'autorité décisionnelle de se prononcer sur l'autorisation ou non du projet. Ce document est essentiel au processus de mise en place d'un projet. L'étude d'impact se compose de plusieurs parties dont l'une d'elles porte sur les mesures d'évitement, de réduction et de compensation (ERC) des impacts générés sur l'environnement, notamment sur les milieux naturels et le paysage. Les éoliennes étant de grandes structures verticales, elles impactent fortement le paysage.

La question suivante peut alors se poser : *En quoi, les mesures ERC peuvent-elles favoriser l'intégration paysagère des projets éoliens ?*

Cette étude fait suite au constat des difficultés d'application des mesures ERC dans le volet paysager des projets éoliens et aux échanges au sein de l'entreprise indiquant un désaccord sur la définition de ces mesures et de ce qu'elles impliquent pour l'étude paysagère.

L'objectif de ce document est donc de comprendre les enjeux des projets éoliens, le principe de la séquence ERC et enfin d'appréhender l'articulation entre les mesures ERC, le paysage et les projets éoliens.

L'étude s'appuie sur de multiples supports tels que des ouvrages sur l'énergie éolienne, des articles scientifiques, des volets paysagers d'études d'impacts éoliens, des schémas éoliens, des avis de l'autorité environnementale et des guides réalisés par le ministère de l'écologie.

Afin de limiter l'étendue du sujet, cette étude concerne uniquement :

- les projets de grand éolien : le terme « grand éolien » désigne les éoliennes industrielles dont les dimensions et la puissance sont importantes. Leur objectif est de produire de l'électricité à grande échelle.
- les mesures ERC paysagères : ce document n'aborde pas en détail les mesures ERC des milieux naturels visant la protection de la biodiversité, de la faune et de la flore.
- l'éolien terrestre : il constitue la mission principale des bureaux d'études en paysage travaillant sur des projets éoliens. De plus, l'éolien en mer est moins concerné par les impacts paysagers qui se limitent au front de mer.

Ainsi, dans la suite du document le terme « projet éolien » désigne uniquement les éoliennes terrestres sauf si une précision est apportée.

II. PROJETS EOLIENS ET PAYSAGE

L'objectif de cette première partie consiste à présenter les principales caractéristiques des éoliennes.

II.1 L'éolien, de quoi s'agit-il ?

II.1.1 L'objet « éolienne »

a) Structure et fonctionnement

Une éolienne est une machine qui capte l'énergie cinétique du vent pour la transformer en électricité, on parle d'aérogénérateur⁶ (ADEME, 2015). Le vent est une déclinaison de l'énergie solaire puisque il se forme à partir du réchauffement aléatoire de la surface terrestre (Hermans, 2011). Autrefois, les moulins à vent utilisaient l'énergie du vent pour moudre des céréales ou pomper de l'eau.

Une éolienne se compose de plusieurs éléments (Figure 4) : un mât (dont la hauteur⁷ est variable et qui abrite un transformateur), un rotor qui porte 2 ou 3 pales assemblées au niveau du moyeu et une nacelle (dans laquelle se trouve le générateur permettant de créer de l'électricité à partir de l'énergie mécanique produite par la rotation des pales). Un système permet d'orienter l'éolienne en fonction de la direction du vent (ADEME, 2015). La production d'électricité réalisée ne peut être stockée, elle est transformée puis envoyée dans le réseau d'électricité public ou utilisée localement (MEDDM, ADEME, 2010).



Figure 4 : Principaux composants d'une éolienne (DDT, 2010)

b) Deux grandes catégories

On distingue deux à trois catégories d'éoliennes :

- les petites éoliennes, destinées à un usage local et qui ne dépassent pas une puissance de 36 kW. Elles ont un diamètre du rotor inférieur à 15 mètres et un mât d'environ 10-12 mètres. L'électricité produite est utilisée localement ou injectée dans le réseau public et revendue.
- les éoliennes moyennes, d'une puissance comprise entre 36 kW et 250 kW
- les grandes éoliennes, appelées aussi éoliennes industrielles, destinées à un usage industriel de production d'électricité. Elles ont une puissance supérieure à 250 kW, un diamètre du rotor souvent supérieur à 70 mètres et un mât d'environ 100 mètres (ADEME, 2015) et (ADEME, 2016).

Le plus souvent, les grandes éoliennes dépassent aujourd'hui une puissance unitaire de 2 à 3 MW et un diamètre du rotor de 70 à 100 mètres, elles sont d'ailleurs parfois appelées « éoliennes toilées » (ADEME, 2016). En 2015, la puissance moyenne est de 3,2 MW par éolienne et la hauteur moyenne en bout de pale de 150 mètres (France Energie Eolienne, 2015a).

⁶ Pour plus de simplicité, on utilisera dans la suite du rapport le terme d'éolienne pour parler d'aérogénérateur

⁷ Lorsque l'on parle de la hauteur d'une éolienne, il s'agit généralement de la « hauteur du mât et de la nacelle à l'exclusion des pales » (MEDDM, ADEME, 2010). Sinon il est souvent précisé « hauteur en bout de pale ».

c) Design des éoliennes

Les éoliennes, bien qu'elles semblent similaires, présentent quelques variations d'un modèle à l'autre. Elles peuvent être conçues avec un axe vertical ou un axe horizontal, ce dernier correspondant à la plupart des éoliennes industrielles (ADEME, 2015). Le design peut varier légèrement selon le type de mât (tubulaire ou en treillis), sa hauteur ou la couleur de la base. Il peut également varier selon la forme, le nombre et la longueur des pales ou encore la taille de la nacelle. (Valorem, 2005). Les éoliennes sont toujours de couleur blanche car il s'agit d'une exigence de l'aviation civile (Bonneaud, Bertin, 2011), celle-ci leur permet par ailleurs de se fondre plus facilement dans un ciel nuageux. Les éoliennes disposent obligatoirement d'une lumière clignotante blanche le jour et rouge la nuit.

d) Les spécificités

La spécificité des éoliennes réside dans deux aspects :

Premièrement, leur taille qui semble vouloir atteindre des hauteurs de plus en plus importantes (Figure 5). Ce sont des structures verticales qui peuvent atteindre aujourd'hui 200 mètres de haut en bout de pale, soit un peu moins que la Tour Montparnasse (209 mètres). Le défi technologique et la concurrence poussent les concepteurs à augmenter la hauteur et la puissance des éoliennes. À ce jour, la plus grande éolienne terrestre au monde mesure environ 200 mètres avec une puissance de 7,5 MW (modèle Enercon-126) [2].

Le second élément réside dans leur mouvement. En effet, il ne s'agit pas d'installation fixe comme d'autres types de production ou de transport d'énergie tel qu'une centrale nucléaire, un pylône ou un barrage. Les pales tournent à une vitesse comprise entre 10 et 25 tours par minute, ce qui correspond à un mouvement relativement lent (Valorem, 2005).

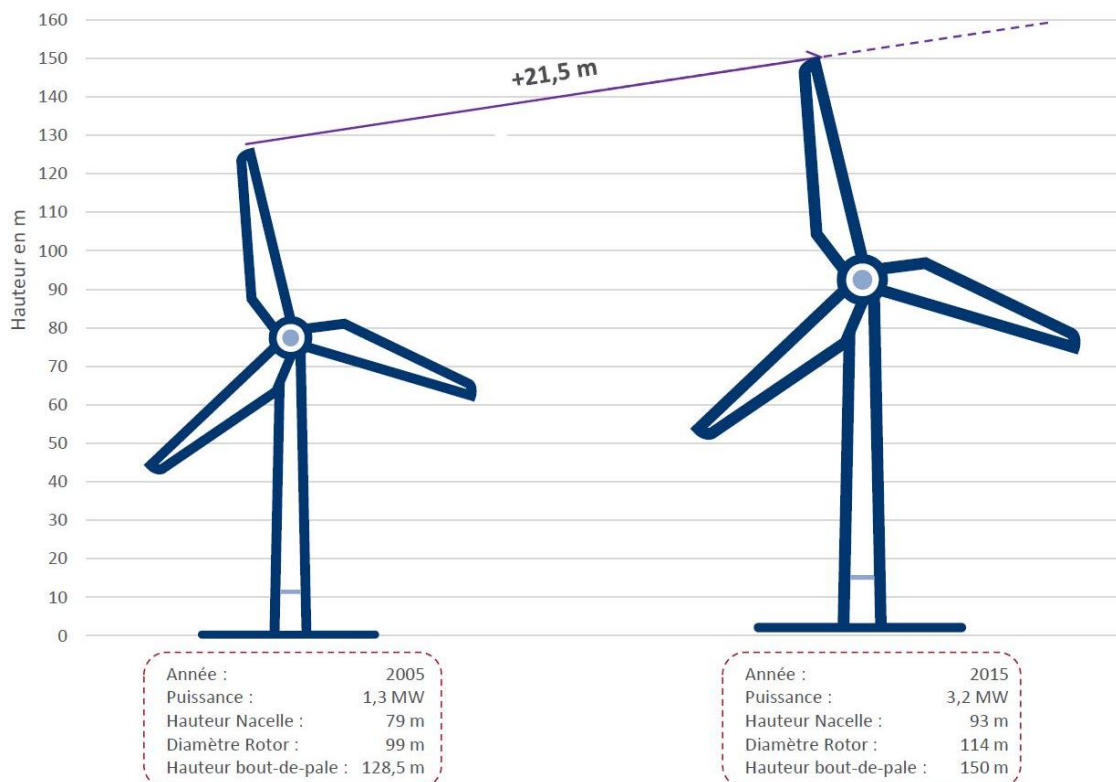


Figure 5 : Comparaison des éoliennes installées en 2005 et 2015 (France Energie Eolienne, 2015a)

II.1.2 Une organisation en parc et en pôle éolien

a) Organisation en parc

Un parc éolien est constitué d'un ensemble d'éoliennes au nombre variable. L'installation du parc nécessite la mise en place de fondations (300 mètres carré par éolienne), d'un poste de livraison, d'une voie d'accès, de pistes de desserte, d'un réseau de câbles (souvent enterrés) et d'un câble de raccordement au réseau électrique (Figure 6). D'autres éléments peuvent venir s'ajouter comme un mât de mesures météorologiques, une aire de stationnement ou un espace d'accueil (MEDDM, ADEME, 2010).

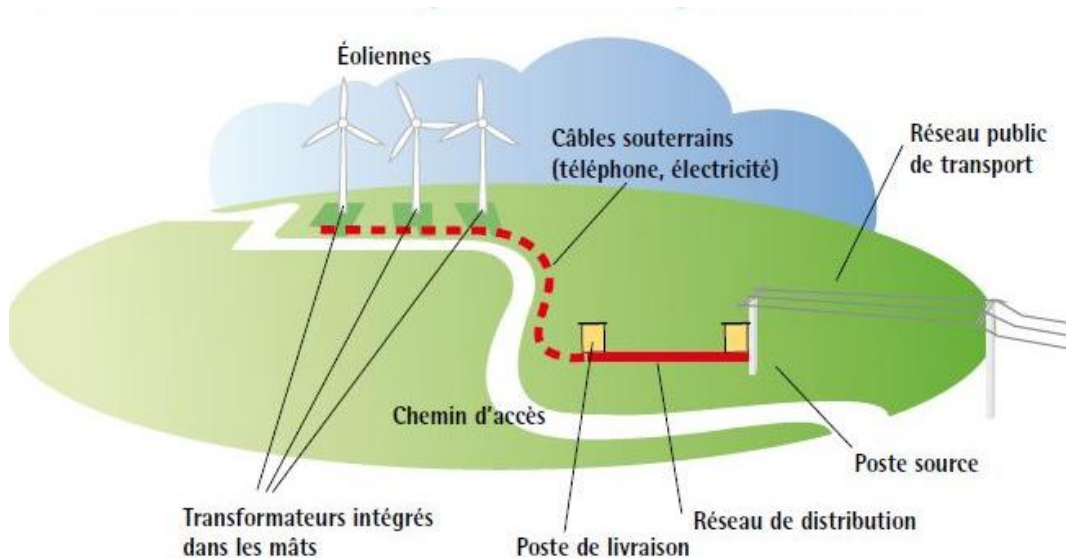


Figure 6 : L'organisation d'un parc éolien (Conseil départemental de l'Ain, 2008)

Chaque éolienne doit être séparée l'une de l'autre d'une distance de 2 à 3 fois le diamètre du rotor pour un alignement et de 7 fois le diamètre pour un damier afin de garantir un fonctionnement optimal. Cette distance est requise pour ne pas atténuer la vitesse du vent de chaque éolienne (Hermans, 2011).

Le parc éolien peut présenter une configuration différente selon le mode d'implantation des éoliennes. Celles-ci peuvent être alignées (ligne simple, double,...), former une courbe ou se présenter en bouquet ou en grappe, avec un espacement plus ou moins régulier (Valorem, 2005). Le niveau de la nacelle peut être identique pour toutes les éoliennes ou suivre la topographie du site.

Les éoliennes peuvent s'implanter le long de lignes de forces du paysage qu'elles soient naturelles (ex : vallée) ou anthropiques (ex : voie ferrée, canal). On parle alors d'axe de structuration (Conseil Régional Picardie, 2012).

b) Organisation en pôle

Un pôle éolien ou un pôle de densification est composé de plusieurs parcs éoliens présentant une organisation spatiale commune (Figure 7). À l'intérieur du pôle, les parcs éoliens sont séparés entre eux par des distances de « respiration visuelle » d'environ 2 à 5 km. Les pôles sont distants quant à eux de 5 à 10 km (respiration « interpôles ») (Conseil Régional Picardie, 2012). Ces distances permettent de garantir des champs de vision libres de toute éolienne et de veiller à la répartition spatiale des machines.

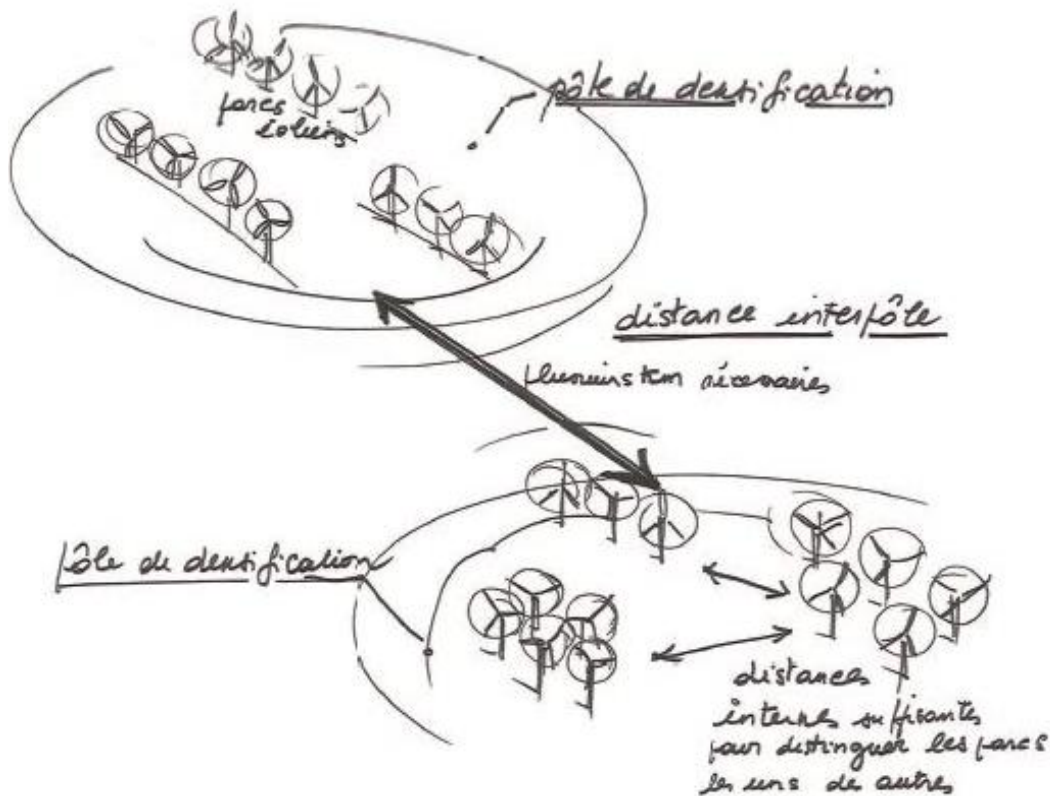


Figure 7 : L'organisation spatiale des parcs éoliens et des distances de respirations (Poucke, 2014)

c) Modifications de l'organisation spatiale

Au fil du temps, les parcs peuvent être complétés par d'autres éoliennes (extension de parcs) ou bien les éoliennes peuvent être remplacées par de nouvelles machines plus puissantes (le « repowering ») (MEDDM, ADEME, 2010).

II.1.3 Les lieux d'implantation

a) D'un point de vue technique

Pour garantir un fonctionnement optimal, il est important de bien choisir l'emplacement des éoliennes en fonction des caractéristiques du vent et des machines.

La force que le vent exerce sur les pales est égale à la vitesse du vent au carré. La puissance étant égale à la force multipliée par la vitesse, on trouve la puissance éolienne : $\text{Puissance éolienne} = V_{\text{vent}}^2 \times V_{\text{vent}} = V_{\text{vent}}^3$ (Hermans, 2011). On voit ainsi que plus la vitesse du vent sera grande, plus la puissance de l'éolienne augmentera et donc l'énergie électrique produite.

La vitesse du vent augmente avec l'altitude car le sol génère des perturbations (surtout lorsqu'il y a du relief, des boisements ou des habitations). Ainsi en mer et en altitude, les vents sont plus puissants et plus stables (Roch, 2011). Toutefois, si les vents sont trop puissants (généralement au-delà de 90 km/h niveau nacelle), les éoliennes sont mises à l'arrêt pour des raisons de sécurité (risque de survitesse, risque de chute de pale) (ADEME, 2015).

D'autre part, la quantité d'énergie produite est fonction de la surface balayée par les pales (donc de leur longueur), de la vitesse du vent et de la densité de l'air (Abies Energies et Environnement, 2013). Ainsi, pour optimiser les éoliennes, il est donc possible d'agir sur plusieurs paramètres en : augmentant la hauteur du mât (et donc indirectement la vitesse du

vent), en augmentant la longueur des pales et en choisissant les sites les plus ventés (crêtes, mer, plaine).

Plusieurs contraintes (réglementaires, paysagères, naturalistes, aéronautiques) sont cependant à prendre en compte. Elles limitent souvent la hauteur des éoliennes et restreignent les lieux d'implantation.

b) D'un point de vue réglementaire

Depuis les années 2000, les projets éoliens s'implantaient le plus souvent dans des zones de développement éolien (ZDE) qui fixaient un périmètre et une puissance maximale pour l'ensemble de la zone. Elles étaient délimitées en fonction du potentiel éolien, de la possibilité de raccordement et de la protection du patrimoine bâti et naturel (monuments historiques, sites protégés, sites remarquables et paysages) (Conseil départemental de l'Ain, 2008). Depuis la loi POPE⁸ de 2005, elles étaient subordonnées au tarif d'achat obligatoire⁹ de l'électricité produite (Conseil Régional Picardie, 2012). La loi du 12 juillet 2010 (Grenelle II) a ajouté une nouvelle condition à ce tarif d'achat obligatoire : pour en bénéficier, les nouveaux projets devaient être implantés dans une ZDE et être constitués d'au moins 5 éoliennes (MEEDDM, 2010).

Les schémas régionaux de l'éolien (SRE), annexés aux schémas régionaux climat-air-énergie (SRCAE), définissent des zones favorables dans lesquelles les projets doivent être implantés. Ces zones favorables sont définies en croisant des contraintes techniques (radars, couloirs aériens, réseaux électriques, vents, éloignement des habitations) et environnementales (paysages, biodiversité, patrimoine culturel, sites protégés, sites emblématiques...) (ADEME, 2015).

L'évolution des outils réglementaires a provoqué la superposition des zones favorables et des ZDE. C'est pourquoi en 2013, dans le cadre de mesures de simplification, les ZDE ont été supprimées (ADEME, 2016). Cependant le principe du tarif d'achat a été conservé dans sa version initiale, il s'est alors automatiquement étendu à tous les types de projets quel que soit le nombre d'éoliennes, leur puissance ou le lieu d'implantation (Coutanceau, 2016).

Par ailleurs, le développement des recours juridiques et de la contestation a mené à la caducité de la plupart des SRE de France (à ce jour, 11 SRE sont annulés sur les 22 anciennes régions). L'argument retenu concerne l'absence d'une évaluation environnementale préalable [3]. Toutefois, la plupart des informations qu'ils contiennent restent valables, seule la délimitation des zones favorables n'est plus reconnue juridiquement. Ainsi, en annulant les SRE, on favorise indirectement la dispersion des projets éoliens sur le territoire, n'étant plus contraints d'être en zone favorable [4].

Depuis la loi Grenelle 2, les projets éoliens doivent également respecter une distance minimale d'éloignement avec les habitations et les lieux d'activités. Cette distance est fonction de la hauteur du mât. Ainsi, si la hauteur du mât est supérieure à 45 mètres, la distance à respecter vis-à-vis d'une habitation est de 10 fois la hauteur (soit 450 mètres). Pour des distances inférieures à 45 mètres, d'autres seuils sont définis. De plus, les éoliennes doivent aussi être implantées à 300 mètres minimum des sites Seveso¹⁰ et des sites nucléaires (MEDDTL, 2007).

8 Loi POPE : loi de programme fixant les orientations de la politique énergétique

9 Le tarif d'achat obligatoire a été mis en place en 2000 sans conditions particulières puis il a été conditionné à l'implantation dans une ZDE puis conditionné à la ZDE et à la règle des 5 mâts.

10 Seveso : sites industriels qui présentent des risques majeurs

II.2 Les effets et les enjeux de l'éolien

II.2.1 Effets paysagers des éoliennes

a) Définitions des concepts

- **Paysage**

Avant de parler des effets sur le paysage, il convient de rappeler la définition du paysage telle que définie par la Convention Européenne du Paysage (CEP) : « *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* » (MEDDM, ADEME, 2010, page 95). Le paysage est souvent assimilé au cadre de vie ou à l'environnement extérieur. Il correspond d'un côté à ce que l'on voit et d'un autre côté à ce que l'on ressent et ce que l'on interprète. Ce dernier point fait appel aux dimensions sociale et culturelle ainsi qu'aux relations entretenues avec le territoire (ADEME, CLER, 2002). Les personnes voient les mêmes choses mais ne les perçoivent pas de la même manière. Le paysage est donc à la fois vu, vécu et ressenti.

- **Perception**

La perception peut être abordée de deux manières : dans le sens de voir quelque chose (l'image transmise, mécanisme optique) et dans le sens de l'interprétation ou la compréhension de quelque chose. Dans le second cas, la perception est liée à chaque individu. Elle peut être définie ainsi pour le paysage : « *distance à partir de laquelle l'élément de paysage considéré peut être discerné et distingué des autres éléments l'entourant* » (DREAL Centre, DRAC Centre, 2015, page 1)

- **Enjeux**

Les enjeux sont définis comme ce que l'on peut gagner ou perdre lors d'une action. Dans le cadre des études d'impacts, un enjeu est « *la valeur prise par une fonction ou un usage, un territoire ou un milieu au regard de préoccupations écologiques, patrimoniales, paysagères, sociologiques, de qualité de la vie et de santé.* » (Michel, 2001, page 43)

- **Effet**

La notion d'effet renvoie au résultat d'une action. C'est la « *conséquence objective d'un projet sur l'environnement, indépendamment du territoire affecté.* » (MEDDM, ADEME, 2010, page 174). Les effets sont réels mais les impacts varient selon les personnes et les sites.

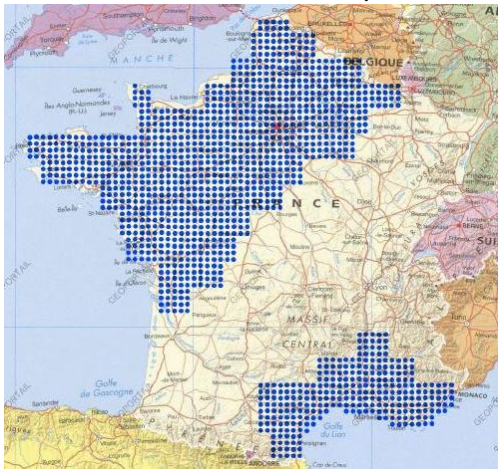
- **Impact**

L'impact se définit comme la « *transposition des effets sur une échelle de valeurs.* » (MEDDM, ADEME, 2010, page 174). Ils résultent du croisement des effets et de la sensibilité du site (territoire et population). Il est classé généralement en trois intensités : faible, moyen et fort. Les impacts se mesurent par l'étendue, l'intensité, la durée, la probabilité...

b) Principaux effets sur le paysage

Les projets éoliens engendrent des effets sur le paysage de différentes manières :

- Consommation d'espace



L'organisation spatiale des éoliennes génère une grande consommation d'espace. Ce besoin d'espace est visible sur la carte (Figure 8) réalisée par l'Association des Paysagistes Conseils de l'État (APCE) qui présente, sur les territoires à potentiel de vent, une répartition fictive des parcs éoliens terrestres sur la base de 1300 parcs. Chaque parc serait composé de 6 éoliennes (soit environ 8 000 éoliennes correspondant à l'objectif pour 2020) et espacés d'environ 14 km.

Figure 8 : Simulation d'une répartition de l'éolien terrestre en 2020 en France (Brauns et al., 2009)

En moyenne, un parc éolien de 10 machines occupe 10 hectares mais l'emprise au sol des éoliennes ne représente que 3% de la surface du parc éolien (ADEME, 2015). D'autres activités d'usage du sol sont cependant compatibles. L'espacement requis entre les éoliennes, entre les parcs et entre les pôles participe au mitage du paysage bien que leurs objectifs premiers soient de créer des respirations visuelles. De prime abord, ces distances peuvent paraître excessives pour la population tant que l'on ne connaît pas les raisons qui justifient ce mode d'implantation.

- Visibilité lointaine

La structure verticale imposante des éoliennes les rend visibles de loin mais la perception de la hauteur diminue rapidement avec la distance (Figure 9). C'est pourquoi, les effets visuels sont étudiés à des échelles différentes correspondant généralement à 3 aires d'études : aire éloignée, aire intermédiaire et aire rapprochée (DREAL Centre, DRAC Centre, 2015). La prégnance (visuelle) est définie pour le paysage comme « *élément s'imposant fortement aux autres éléments de paysage en place, de nature à perturber leur lisibilité ou à les concurrencer.* » (DREAL Centre, DRAC Centre, 2015, page 1)

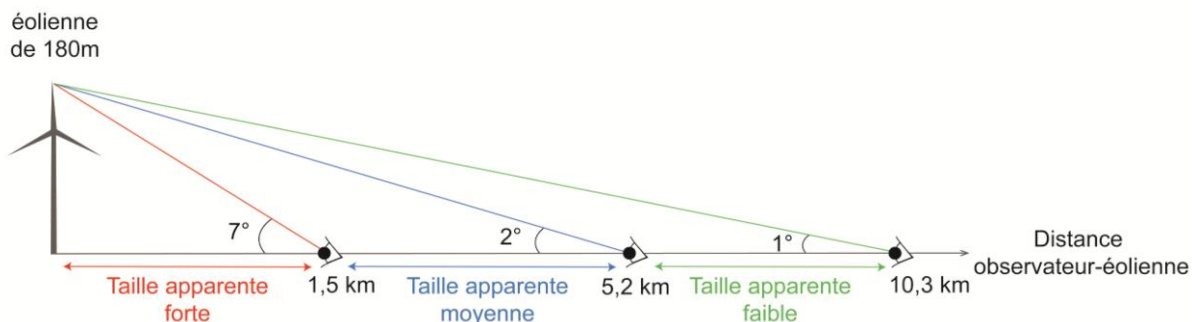


Figure 9 : L'angle de perception en fonction de la distance (source : agence Laurent Coüasnon)

- Changement du rapport d'échelle

La taille des éoliennes modifie brutalement les rapports d'échelles (Figure 10). Elle peut rendre un boisement ou une église minuscule alors qu'ils étaient perçus avec une taille relativement importante. En fonction de leur lieu d'implantation et du paysage dans lequel elles s'inscrivent (vallée, versant, crêtes, plaine, relief marqué, absence de relief, boisements...) et de la position de l'observateur (plongée, contre-plongée, même plan) la perception sera différente. Les principaux effets évoqués sont l'écrasement et la barrière visuelle (Conseil Régional Picardie, 2012).

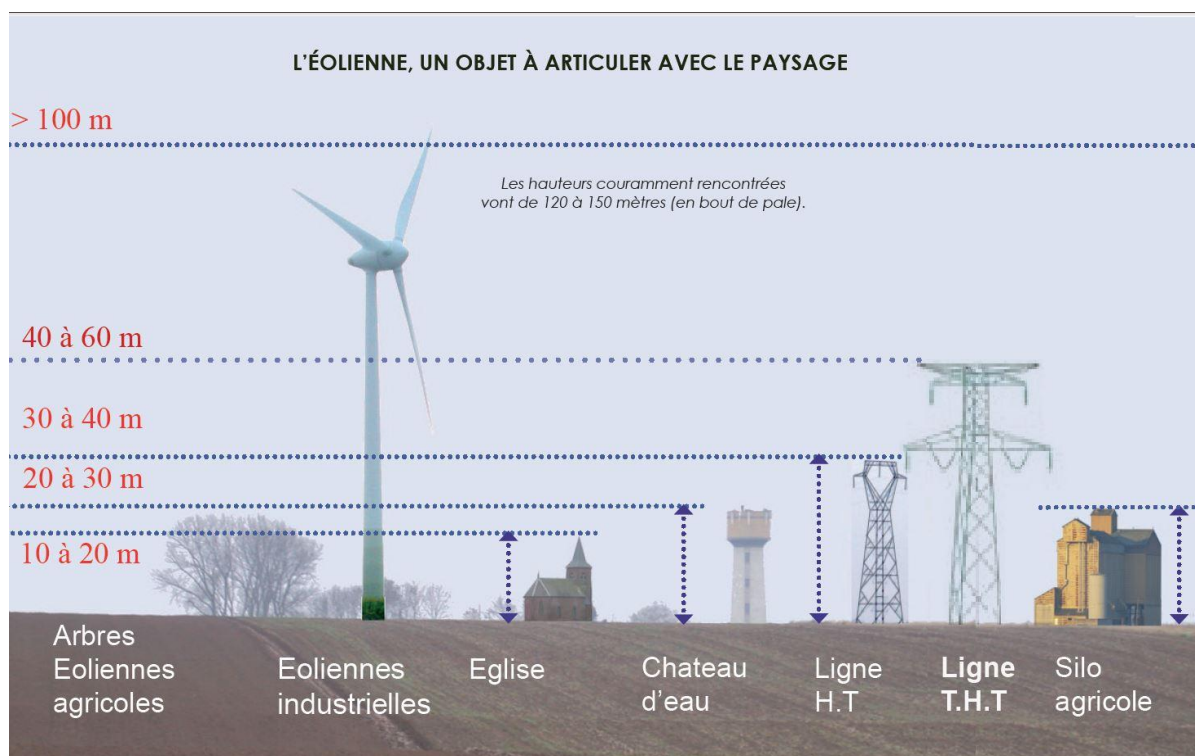


Figure 10 : Rapport d'échelle entre les éoliennes et d'autres éléments du paysage (DRIEE, Conseil Régional Ile de France, 2012)

- Concurrence visuelle

Les éoliennes établissent de nouvelles relations visuelles avec les éléments du paysage (bâti, point haut, monument historique, sites et espaces protégés, routes, clochers,...) créant parfois une concurrence où le regard est d'avantage attiré par les éoliennes (Figure 11). L'étude des différentes relations visuelles est cependant à l'origine de désaccords entre les professionnels sur l'utilisation des termes définissant chaque situation. Cela se traduit dans les ouvrages ou documents réalisés, chacun choisissant celui qu'il préfère.

Dans le guide de l'étude d'impact de 2010, les deux termes suivants sont utilisés :

- covisibilité ou champ de visibilité, pour toutes les relations visuelles des éoliennes avec les monuments historiques.
 - intervisibilités, pour toutes les autres relations visuelles entre les éoliennes et les éléments du paysage (village, forêt, point d'appel, château d'eau, site patrimonial ...).
- (MEDDM, ADEME, 2010)

Dans la note méthodologique élaborée par la DREAL Centre, trois termes sont employés :

- la visibilité qui désigne la situation où les éoliennes sont visibles depuis un espace ou un site protégé ;
- la covisibilité directe qui désigne la situation où depuis un lieu les éoliennes se superposent visuellement avec un espace ou un site protégé ;

- la covisibilité indirecte qui désigne la situation où depuis un lieu les éoliennes sont visibles en même temps qu'un espace ou un site protégé (DREAL Centre, DRAC Centre, 2015).

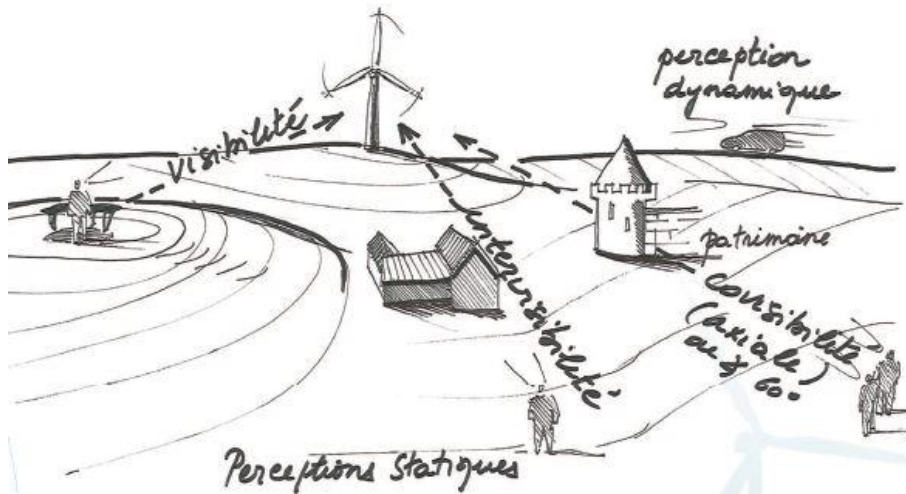


Figure 11 : Différents types de relations visuelles avec les éoliennes (Poucke, 2014)

À cela s'ajoute, la notion d'intervisibilités entre les parcs éoliens et renvoi aux distances de respirations visuelles abordées précédemment. Les projets éoliens peuvent se retrouver en conflit visuel avec d'autres parcs éoliens et perturber ainsi la lecture du paysage par manque de cohérence ou de lisibilité.

- Saturation visuelle et encerclement

Lorsque les éoliennes sont nombreuses sur le territoire elles peuvent créer un effet de saturation visuelle. La difficulté réside dans la définition du seuil de saturation, puisque la perception de cet effet varie selon les personnes. La saturation visuelle soulève la question du mode de répartition des éoliennes : concentrées à un endroit donnée pour en préserver d'autres ou bien réparties sur l'ensemble du territoire. Parfois la disposition des éoliennes peut générer un effet d'encerclement vis-à-vis des villages (Figure 12).

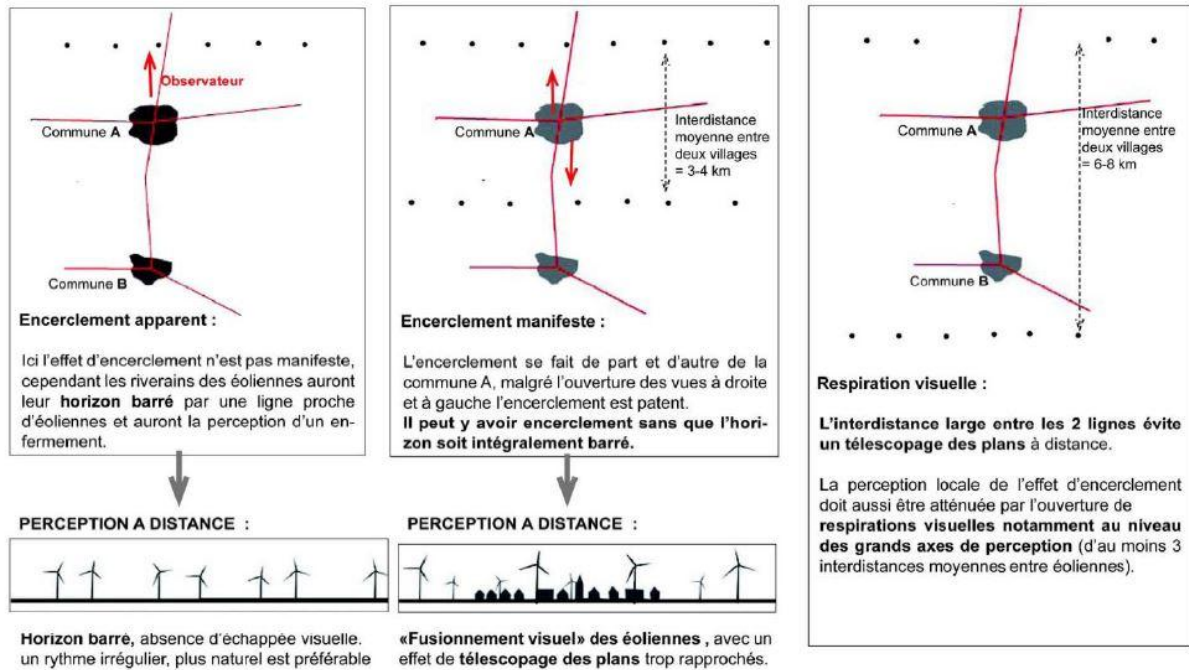


Figure 12 : Effet d'encerclement d'un bourg (Bocage, Burgeap, 2012)

- Modification et création de nouveaux paysages

Lorsque plusieurs parcs éoliens sont implantés dans un secteur et que le nombre d'éoliennes est important, ils peuvent participer à la création de nouveaux paysages parfois appelés les paysages énergétiques. Il s'agit alors non plus d'un paysage avec des éoliennes mais d'un « paysage éolien » où les installations sont dominantes et modifient les caractéristiques paysagères du lieu (MEDDM, ADEME, 2010).

Ces changements sont sources d'inquiétude pour la population. Cependant, ce sont des dynamiques naturelles et/ou humaines qui créent le paysage d'aujourd'hui. L'homme modifie les paysages depuis toujours même si certains sites sont perçus comme « naturels », il n'existe aujourd'hui quasiment aucun espace indemne de toute action de l'homme. Les enjeux énergétiques ont toujours générés de grandes modifications du paysage par les installations de production ou de transport d'énergie comme les canaux, aqueducs, moulins, barrages, terriels, centrales nucléaires, lignes à hautes tensions... (Rhône-Alpes Energie Environnement, URCAUE Rhône-Alpes, Fédération des PNR de France, 2014). Ainsi, les éoliennes s'inscrivent dans cette continuité.

- Dégradation du cadre de vie

Les éoliennes bénéficient d'une perception contrastée. Pour certaines personnes, elles sont associées à des structures architecturales et sont parfois surnommées de « grosses fleurs » (ADEME, CLER, 2002). Pour d'autres en revanche, elles sont ressenties comme intrusives, générant une pollution visuelle ou la dégradation de leur cadre de vie (CETE Lyon, 2010). Cette perception négative est subjective et évolutive mais elle peut engendrer des effets indirects comme par exemple une baisse de la fréquentation touristique ou une baisse des prix de l'immobilier. Les aspects sociaux jouent un rôle majeur dans la transmission d'une représentation positive ou négative d'un élément. Le cadre de vie de la population a une dimension culturelle (DREAL Centre, DRAC Centre, 2015).

- Conclusion

La plupart des effets paysagers des projets éoliens sont des effets visuels. Ils sont étroitement liés à la perception et à l'interprétation réalisée par chacun d'entre nous et expliquent donc pourquoi certains projets sont bien acceptés par la population et d'autres

moins. D'autre part, les effets visuels varient selon la position de l'observateur (distance, position), les conditions météorologiques, les saisons, l'heure, le type et le mode d'implantation des éoliennes (Rocher, 2007).

II.2.2 Autres effets des projets éoliens

a) Effets négatifs

En dehors des effets sur le paysage, les projets éoliens engendrent des effets négatifs, notamment :

- sur les milieux naturels et la biodiversité en perturbant l'écosystème du lieu d'implantation (dégradation voire destruction d'espèces et habitats que ce soit pour la faune ou la flore. Exemple : la création d'un effet barrière pour la faune volante¹¹) ;
- sur le milieu agricole en diminuant les surfaces exploitables bien que l'emprise au sol des éoliennes soit réduite et que la compatibilité avec l'agriculture soit possible ;
- dans le domaine de l'aéronautique par la création d'interférences avec les radars ;
- sur la population par les émissions sonores liées aux travaux de construction et au fonctionnement de l'éolienne (CETE Lyon, 2010).

Les principaux effets négatifs des projets éoliens sont listés dans le Tableau 3.

b) Effets positifs

Les éoliennes ont également des effets positifs puisqu'elles permettent de limiter le recours aux centrales thermiques, de limiter les importations d'énergie, de réduire les émissions globales de GES et de participer aux objectifs de production d'EnR et de la mise en place d'une diversité énergétique (Conseil général de l'environnement et du développement durable, 2011).

Les éoliennes ont l'avantage d'avoir un cycle de vie peu émetteur de CO₂ et un temps de retour énergétique court (12 mois) ; c'est-à-dire que l'énergie nécessaire à sa fabrication, son exploitation et son démantèlement est l'équivalent d'un an de production d'énergie alors qu'une éolienne fonctionne en moyenne une vingtaine d'années (ADEME, CYCLECO, 2015).

L'énergie éolienne est un moyen de production d'électricité intéressant puisque l'énergie du vent est transformée facilement en électricité et que les pertes d'énergies sont faibles (Hermans, 2011).

Par ailleurs, la répartition des éoliennes sur le territoire français permet de faire prendre conscience à la population de notre consommation importante d'énergie et nous rappelle que l'électricité que nous exigeons doit être fabriquée quelque part (Rocher, 2007).

Les principaux effets positifs sont listés dans le Tableau 3.

11 Faune volante : désigne les oiseaux et les chauves-souris (chiroptères)

Tableau 3 : Les principaux effets positifs et négatifs des éoliennes (source : Claire Lefeuvre d'après (MEDDM, ADEME, 2010 ; Conseil général de l'environnement et du développement durable, 2011 ; CETE Lyon, 2010 ; Abies Energies et Environnement, 2013 ; ADEME, CLER, 2002 ; Conseil Régional Picardie, 2012)

Exemples d'effets positifs	Exemples d'effets négatifs
<ul style="list-style-type: none"> - Créer des emplois - Ne génère pas de déchets - a un faible taux d'émission de CO2 (analyse du cycle de vie) - Limite les émissions de CO2 (participe à la diminution des GES) - Évite les importations d'électricité - Évite les recours aux centrales thermiques à combustion fossile - Participe aux objectifs d'énergies renouvelables (Français et Européens) - Participe à la diversification des sources d'énergie - Bénéficie d'un temps de retour énergétique parmi les plus courts dans les moyens de production électrique (12 mois) - Bénéficie d'une implantation réversible et sans conséquence pour l'environnement - Participe à la prise de conscience de la population de notre consommation d'énergie - Participe à l'amélioration des connaissances sur la biodiversité et la protection des espèces - Apporte des retombées fiscales pour les communes 	<ul style="list-style-type: none"> - Atteintes aux sites protégés, aux monuments historiques et aux sites remarquables (visibilités et covisibilités) - Effets visuels (écrasement, encerclement, saturation, effet barrière, effet stroboscope) - Atteintes aux paysages sensibles (enjeux) - Mitage du territoire - Dégradation de l'environnement des riverains = Modification du cadre de vie des riverains - Modification du paysage ou création de nouveaux paysages - Covisibilité entre plusieurs parcs éoliens - Émissions lumineuses diurnes et nocturnes - Nuisances sonores (effets induits sur la santé ?) - Perturbation du fonctionnement du site (usages et usagers différents) - Artificialisation du site - Consommation d'espace - Diminution de la surface agricole - Diminution des surfaces boisées - Concurrence avec l'élevage ou l'agriculture - Effets de barrières (risque de collision de la faune volante) - Destruction ou dégradation des habitats et/ou des espèces - Dégradation des milieux naturels - Perturbation des oiseaux, chiroptères - Dérangement de la faune lors du chantier - Risque de projection (glace) - Sécurité (vent, foudre) - Perturbation radars (interférences) - Impacts socio-économiques (chute des prix de l'immobilier...) - Perturbation du trafic routier lors du chantier - Modification des voies de communication

L'ensemble de ces effets peuvent être regroupés de différentes manières : effets positifs/négatifs, temporaires/permanents (c'est-à-dire en phase chantier et en phase d'exploitation), directs/induits, réversibles/irréversibles...

II.2.3 Les enjeux

Les projets éoliens font donc face à plusieurs enjeux, dans différents domaines :

- urbanisme et aménagement du territoire (consommation de l'espace au sol, développement économique équilibré et durable des territoires, mitage du territoire) ;
- patrimoine et architecture (préservation du patrimoine historique et culturel) ;
- paysage (insertion paysagère des projets, préservation du cadre de vie des habitants ; préservation des paysages sensibles¹²) (CETE Lyon, 2010) et (DREAL Centre, DRAC Centre, 2015).

II.3 Les dispositions réglementaires et législatives des projets éoliens

II.3.1 Quel statut juridique des projets éoliens ?

Les parcs éoliens sont des installations de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent.

Depuis le décret n°2011-984 du 23 août 2011, en application de la loi Grenelle 2, les projets éoliens terrestres sont désormais soumis à la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) qui vise à prévenir les risques de pollution et les risques industriels (MEEDDM, 2010). Ils doivent donc suivre les prescriptions (article L. 521-8) spécifiques à cette catégorie.

Les parcs éoliens appartiennent à la catégorie des « projets » d'aménagement. Le code de l'environnement (article L. 122-1 et suivants) précise que les projets doivent être soumis à une évaluation environnementale préalable puisqu'ils sont susceptibles de générer des impacts sur l'environnement qui doivent être anticipés et évalués avant toute autorisation (MEEDDM, ADEME, 2010).

II.3.2 À quelles procédures réglementaires sont soumis les projets éoliens ?

Les parcs éoliens sont soumis à plusieurs procédures réglementaires issues de différents codes. Les dispositions applicables varient selon la taille du mât et la puissance de l'éolienne.

Les porteurs de projets éoliens doivent effectuer obligatoirement (Tableau 4) :

- une demande de permis de construire si les mâts dépassent une hauteur de 12 mètres (code de l'urbanisme, article L. 421-1) ;
- une demande d'autorisation d'exploiter une installation de production d'électricité, en fonction de la puissance de l'installation (code de l'énergie, article L. 311-1) ;
- une demande de raccordement au gestionnaire du réseau public (code de l'énergie) ;
- une étude d'impact et une enquête publique si le mât dépasse une hauteur de 50 mètres (code de l'environnement, article R. 122-8 et R. 123-1). Dans le cas d'un mât inférieur à 50 mètres, les projets sont soumis à un examen au « cas par cas » qui détermine si une étude d'impact est nécessaire (MEEDDM, ADEME, 2010) ;
- une évaluation des incidences Natura 2000 si les projets font l'objet d'une étude d'impact (code de l'environnement, article L. 414-4) (Bassuel et al., 2015) ;
- une demande d'autorisation ou une déclaration d'exploiter au titre de la réglementation ICPE (code de l'environnement, respectivement article R. 512-3 et R. 512-47). La demande d'autorisation s'applique si le mât dépasse 50 mètres ou si la puissance installée est supérieure à 20 MW. Cette demande d'autorisation doit

12 Paysage sensible : paysages protégés au niveau réglementaire et les paysages emblématiques (c'est-à-dire non protégé officiellement mais identifié et reconnu comme important par la population).

contenir une étude d'impact (soumise à l'article R. 512-8 au lieu de R. 122-3), une étude de danger et une enquête publique. [5]

Si nécessaire, c'est-à-dire en fonction de la nature du projet, ils doivent réaliser :

- une demande d'autorisation de défrichement (code forestier, article L. 311-1 et suivants) ;
- une demande de dérogation pour les espèces protégées (code de l'environnement, article L. 411-1 : pose le principe d'interdiction, article L. 411-2 autorise la dérogation) ;
- une déclaration ou une demande d'autorisation au titre de la loi sur l'eau (code de l'environnement, article L. 214-7). [5]

On ne réalise généralement qu'une seule étude d'impact, celle de la réglementation ICPE qui est la plus contraignante et qui est complétée si besoin par l'évaluation des incidences au titre de la loi sur l'eau, le dossier espèces protégées et la demande d'autorisation de défrichement.

Depuis novembre 2015 et dans le cadre de la LTECV, les porteurs de projets éoliens peuvent réaliser une demande d'autorisation unique pour l'ensemble des procédures ci-dessus [5].

Tableau 4 : Principales réglementations applicables aux projets éoliens (source : Claire Lefeuvre d'après (Conseil départemental de l'Ain, 2008 ; Conseil Régional Picardie, 2012, ANON., 2012)

Si le mât < 12 m	Si le mât 12-50 m ou si puissance installée < 20 MW	Si le mât > 50 m ou si puissance installée > 20 MW
Déclaration de travaux	Permis de construire	Permis de construire
	Déclaration ICPE	Autorisation ICPE (comporte une étude d'impact, étude de danger et enquête publique)
Étude d'impact au cas par cas	Étude d'impact au cas par cas	Étude d'impact obligatoire
	Étude d'incidences Natura 2000 si besoin	Étude incidences Natura 2000

Bilan :

Cette partie met en lumière le paradoxe auquel est confronté le développement de l'éolien. D'un côté, le souhait d'optimiser la production des éoliennes par une augmentation de la hauteur des mâts, de la longueur des pales et une implantation sur des lieux ventés donc souvent visibles. D'un autre côté, le souhait d'intégrer au mieux les éoliennes dans le paysage (mâts plus petits, implantation en dehors des points hauts, éviter le haut des versants...) pour prendre en compte les enjeux patrimoniaux, sociaux et paysagers.

L'évaluation environnementale est une démarche essentielle pour s'assurer de la prise en compte des enjeux environnementaux (au sens large) dans la mise en œuvre du projet. L'étude d'impact, dont le concept est décrit ci-après, en est le document majeur.

III. LES MESURES ERC

L'objectif de cette deuxième partie consiste à présenter les aspects théoriques de la séquence ERC et à comprendre dans quel cadre elle s'inscrit.

III.1 Les origines de la séquence ERC

Auparavant, les projets d'aménagement du territoire qu'ils soient ferroviaire, routier, urbain ou autre ne prenaient pas toujours en compte les impacts qu'ils généraient sur l'environnement. Au XX^e siècle la prise de conscience de l'artificialisation croissante des espaces, du déclin de la biodiversité, de la dégradation des milieux naturels et plus globalement des impacts des activités humaines a accéléré la mise en place de mesures législatives et réglementaires visant à atténuer les impacts des projets sur l'environnement (Lemaître, Legendre, 2016).

C'est en 1976 que parait la loi relative à la protection de la nature et dans laquelle les mesures ERC sont introduites pour la première fois comme élément constitutif de l'étude d'impact. Cette dernière étant elle-même une étape importante de l'évaluation environnementale. Les mesures ERC sont donc étroitement liées à l'étude d'impact des projets (Figure 13).

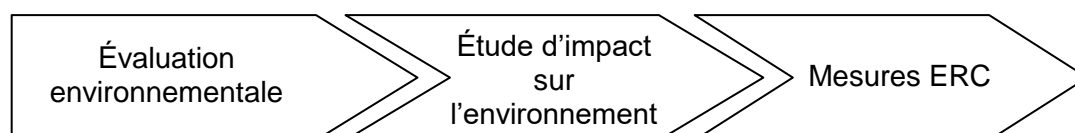


Figure 13 : Imbrication des différents dossiers réglementaires

III.2 L'évaluation environnementale

L'évaluation environnementale consiste à réaliser un dossier de demande d'autorisation qui doit comporter une étude d'impact et l'ensemble des autres pièces nécessaires en fonction de la nature du projet : étude incidences Natura 2000, incidences au titre de la loi sur l'eau... (Bassuel et al., 2015).

L'autorité décisionnelle reçoit le dossier complet de demande d'autorisation mais s'appuie essentiellement sur l'étude d'impact, l'avis de l'autorité administrative d'État aussi appelée autorité environnementale (AE) et le résultat de la consultation du public. L'AE émet en amont un avis sur le projet et évalue notamment la pertinence et la suffisance des mesures ERC. Dans le document de l'autorité décisionnelle, les différentes mesures ERC prévues sont de nouveau stipulées (MEDDM, ADEME, 2010).

III.3 L'étude d'impact sur l'environnement

III.3.1 Origine et projets visés

L'étude d'impact des projets a été mise en place avec la loi n°76-629 du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature. Elle vise les projets susceptibles d'avoir une incidence sur l'environnement [6]. Dans la loi de 1976, il est précisé : « *Les études, préalables à la réalisation d'aménagements ou d'ouvrages qui, par l'importance de leurs dimensions ou leurs incidences sur le milieu naturel, peuvent porter atteinte à ce dernier, doivent comporter une étude d'impact permettant d'en apprécier les conséquences.* » [7]

Aujourd'hui l'article L.122-1 du code de l'environnement, modifié par l'ordonnance de 2014, précise : « *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. Ces projets sont soumis à étude d'impact en fonction de critères et de seuils définis par voie réglementaire et, pour certains d'entre eux, après un examen au cas par cas effectué par l'autorité administrative de l'État compétente en matière d'environnement.* » [8]

III.3.2 Objectifs

L'étude d'impact répond à un objectif majeur : concevoir le projet de moindre impact sur l'environnement. La réalisation de cet objectif passe par l'analyse de l'état initial du site d'étude, des effets du projet sur l'environnement (toutes thématiques confondues), l'analyse des impacts générés en fonction des sensibilités du site puis la mise en place de solutions visant à limiter les impacts (MEDDM, ADEME, 2010) (Figure 14).

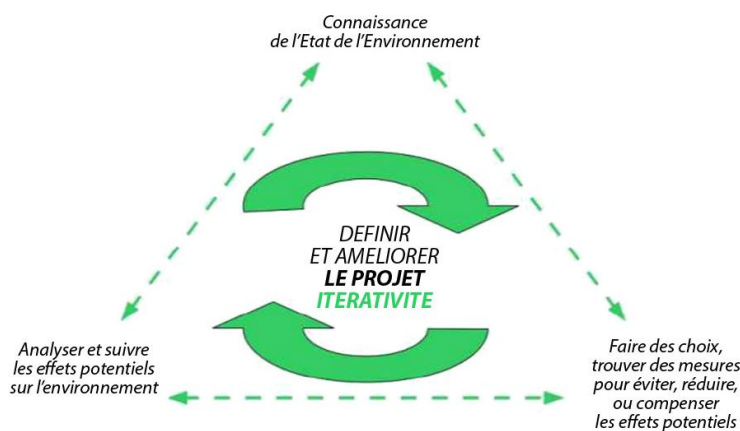


Figure 14 : Principe de l'étude d'impact sur l'environnement (Berlin, 2015)

Il s'agit de prendre en compte l'environnement comme toutes les autres données d'entrée (financières, foncières, économiques, techniques...) et qu'il soit considéré dans les choix effectués au même titre que les autres.

Par ailleurs, l'étude d'impact permet de fournir l'ensemble des éléments nécessaires à l'autorité administrative qui détermine si le projet doit être réalisé ou non et participe à informer le public (MEDDM, ADEME, 2010).

L'étude d'impact désigne donc à la fois une démarche (de prise en considération des enjeux sur l'environnement et la santé) et un document démonstratif (obligatoire pour l'autorité décisionnelle) (Bassuel et al., 2015).

III.3.3 Définitions des termes

Plusieurs termes sont utilisés sans réelle distinction pour désigner cette étude et génèrent une large confusion (Commission spécialisée de terminologie et de néologie, 2012):

- étude d'impact sur l'environnement
- étude d'impact environnemental
- étude d'impact
- EIE
- étude d'incidence
- étude d'incidence sur l'environnement
- évaluation d'incidences sur l'environnement
- évaluation environnementale
- environmental impact assesement (EIA) en anglais

Il convient de distinguer d'un côté les études d'impacts et les études d'incidences et d'un autre l'évaluation environnementale qui désigne la procédure et qui contient plusieurs dossiers réglementaires.

On peut remarquer que les termes impacts et incidences sont employés comme synonymes. D'autres mots, très présents dans les dossiers, peuvent être rapprochés :

- Sensibilité et enjeux sont utilisés indifféremment pour désigner l'analyse des caractéristiques du site du projet. Par exemple, un site peut abriter de nombreux monuments historiques protégés, l'enjeu consisterait donc en la préservation du patrimoine bâti.
- Effet et conséquence peuvent être également rapprochés. L'effet est défini comme « *la réaction d'une composante environnementale ou sociale causée par une action* » [9] ou encore « *L'effet décrit la conséquence objective du projet sur l'environnement.* » (MEDDM, ADEME, 2010, page 36). Par exemple, une éolienne génère du bruit, c'est un constat.
- Impact et incidences peuvent être considérés comme synonymes. On considère comme un impact environnemental : « *toute modification de l'environnement, négatif ou bénéfique, résultant totalement ou partiellement des activités, produits ou services d'un organisme. Aussi appelé Incidence environnemental.* » [10] ou encore « *L'impact est la transposition de cette conséquence sur une échelle de valeurs. L'impact = sensibilité x effets* » (MEDDM, ADEME, 2010, page 36). Par exemple, le bruit généré par l'éolienne peut avoir un impact fort si elle est implantée à proximité immédiate d'une habitation.

III.3.4 Principes

L'étude d'impact répond à plusieurs principes :

- principe de **proportionnalité** c'est-à-dire qu'elle doit être proportionnelle aux impacts envisagés du projet (sensibilité du territoire, nature du projet et importance) (Bassuel et al., 2015). Ainsi « *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.* » (MEDDM, ADEME, 2010, page 26)
- principe **d'itérativité** : les différentes phases de l'étude sont perméables et impliquent parfois de faire des compléments dans les étapes précédentes. (Coutanceau, Lepretre, 2016)
- principe **d'objectivité et de transparence** : le contenu doit être accessible au public via l'élaboration d'un résumé non technique. (Coutanceau, Lepretre, 2016)

III.3.5 Contenu réglementaire

Dans la loi de 1976, l'étude d'impact doit comporter « *au minimum une analyse de l'état initial du site et de son environnement, l'étude des modifications que le projet y engendrerait et les mesures envisagées pour supprimer, réduire et, si possible, compenser les conséquences dommageables pour l'environnement* » [7].

Par la suite, les éléments constitutifs de l'étude d'impact ont été enrichis et précisés dans l'article R.122-5 du code de l'environnement, modifié par le décret du 29 décembre 2011. Chaque partie est obligatoire mais l'ordre reste libre.

L'étude d'impact se décline selon les étapes suivantes :

- le **cadrage** préalable. Permet de faire appel à l'autorité environnementale afin de préciser le contenu des études à réaliser, vise à choisir le site du projet et les aires d'études, permet d'évoquer les principaux enjeux environnementaux.

- **l'état initial.** C'est l'état de référence de l'environnement du projet. Il décrit 4 thèmes principaux : le milieu physique, le milieu naturel, le milieu humain et le patrimoine-paysage. Il aboutit à l'élaboration d'une synthèse des enjeux environnementaux et à leur hiérarchisation (niveau de sensibilité).
- **évaluation des effets.** Analyse des effets de la variante choisie, transposition des effets en impacts puis hiérarchisation et synthèse des impacts. Analyse des différents effets : directs/indirects, temporaires/permanents, positifs/négatifs, induits et cumulés.
- **les alternatives ou variantes.** C'est une comparaison de différentes variantes qui doit amener au choix de celle ayant l'impact sur l'environnement le plus faible. Il faut justifier le projet choisi.
- étude de la compatibilité avec les **documents d'urbanisme**
- **mesures ERC.** Elles doivent permettre d'assurer un équilibre environnemental. Il existe 3 types de mesures : évitement, réduction, compensation.
- **suivi des impacts.** Suivi environnemental. Ensemble des moyens d'analyse, de mesures et de surveillance des impacts
- la présentation des **méthodes et des difficultés rencontrées**
- la réalisation du **résumé non technique** à destination du grand public (MEDDM, ADEME, 2010)

La plupart des éoliennes industrielles sont désormais soumises au régime des ICPE et oblige donc les porteurs de projet à se conformer à l'article R.512-8 du code de l'environnement. Ce dernier apporte juste des compléments au contenu de l'étude d'impact précisé dans l'article R.122-5, notamment :

- les mesures réductrices et compensatoires doivent décrire les performances attendues ;
- les conditions de remise en état du site après son exploitation doivent être présentées [11].

III.3.6 Évolutions passées et à venir

Les lois Grenelle de 2010 ont réformé l'étude d'impact sur l'environnement des projets. Ainsi, par le décret n°2011-2019 du 29 décembre 2011 (entré en vigueur le 1 juin 2012), le champ d'application, le contenu de l'étude d'impact et le contenu du cadrage préalable ont été modifiés. Selon le type de projet, ils sont soumis à une étude d'impact obligatoire ou au cas par cas en fonction de l'avis de l'autorité environnementale.

La loi sur la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages, adoptée par le Sénat et l'Assemblée Nationale en 2016, devrait entrer en vigueur en 2017. Plusieurs modifications ont été apportées concernant l'étude d'impact mais visent essentiellement les milieux naturels (MEDDE, 2016).

En résumé, l'étude d'impact sur l'environnement :

- origine : 1976 loi sur la protection de la Nature
- projets ciblés : tous types de projets (publics ou privés) suspectés d'avoir des incidences sur l'environnement ET la santé
- objectifs : concevoir le projet le moins impactant, être un outil d'aide à la décision pertinent pour l'autorité, informer le public
- principes : proportionnalité, itérativité, objectivité, transparence
- contenu : description du projet, analyse de l'état initial, analyse des effets, description et justification des solutions alternatives, compatibilité avec les documents d'urbanisme, mesures ERC, méthodologie, difficultés rencontrées, noms des auteurs.
- contenu spécifique aux projets éoliens : une description des performances attendues pour les mesures de réduction et de compensation, conditions de remise en état

III.4 Les mesures ERC

III.4.1 Textes législatifs

Comme vu précédemment, les mesures ERC constituent un principe fondamental de l'étude d'impact qui permet de prendre en compte l'environnement dès les phases préliminaires du projet (Bâcle, 2016) (Figure 15).

Au fil du temps, les définitions ont évolué et ont été agrémentées de nouveaux principes. Elles sont définies pour la première fois dans la loi de 1976 comme « *les mesures envisagées pour **supprimer, réduire et, si possible, compenser les conséquences dommageables** pour l'environnement* » [7]. Dans cette définition, la compensation semble ne s'appliquer que lorsqu'elle est faisable et l'objet de ces mesures concerne l'environnement et lui seul.

Aujourd'hui, l'article R.122-5 du code de l'environnement précise que les mesures doivent :
 « **-éviter les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine et réduire les effets n'ayant pu être évités ;**
-compenser, lorsque cela est possible, les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits. S'il n'est pas possible de compenser ces effets, le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage justifie cette impossibilité. » [12]. Il s'agit désormais de chercher à éviter, réduire ou compenser les « effets négatifs notables » ou « impacts significatifs » identifiés lors des phases précédentes de l'EIE. De plus, on considère maintenant les effets sur l'environnement et sur la santé humaine. La compensation si elle n'est pas possible doit dorénavant être justifiée.

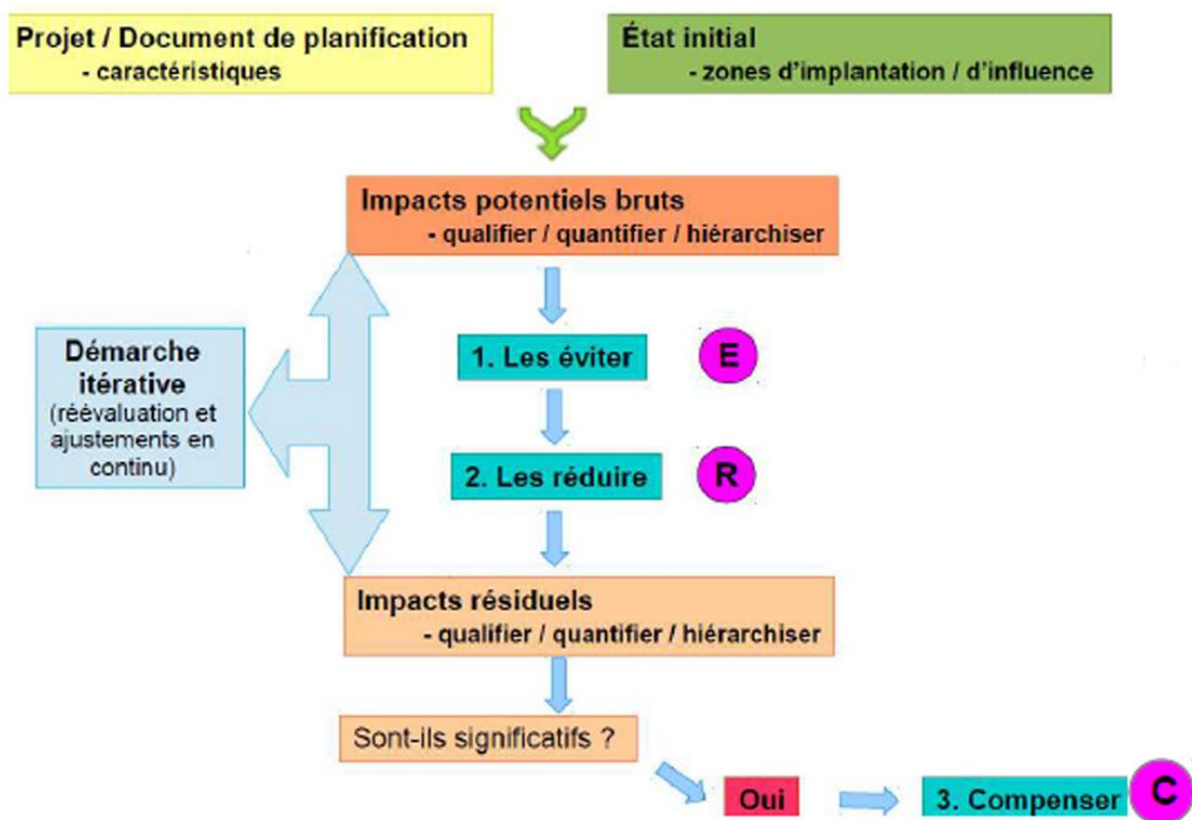


Figure 15 : Principe des mesures ERC et de l'étude d'impact (Berlin, 2015)

III.4.2 Définitions

Les différentes mesures peuvent être expliquées ainsi :

- **Mesure de suppression ou d'évitement ou préventives**

Elles sont mises en place en premier lieu car elles cherchent à éviter les impacts majeurs du projet dès sa conception. En analysant les différentes solutions possibles, il s'agit de faire une série de choix : choix d'opportunité (faire ou ne pas faire ?), choix géographiques (faire ici ou ailleurs ?) et choix techniques (faire comme ceci ou autrement ?) (Pellet, 2015)

« *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.* » (MEDDM, ADEME, 2010, page 175)

- **Mesure de réduction**

Elles interviennent dans un deuxième temps pour réduire les impacts au maximum. On peut agir en réduisant la durée, l'intensité ou l'étendue des impacts (Pellet, 2015). Les impacts restants sont qualifiés « d'impacts résiduels ».

« *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.* » (MEDDM, ADEME, 2010, page 175)

- **Mesure de compensation**

Les mesures compensatoires sont mises en place en dernier et donc uniquement sur les impacts résiduels significatifs. A ce stade, il ne doit plus y avoir d'impacts sur des enjeux majeurs (Lemaître, Legendre, 2016). Les mesures compensatoires sont interprétées différemment selon les personnes et sont à l'origine de désaccords. Ci-dessous, plusieurs définitions des mesures compensatoires :

« *Mesure visant à offrir une contrepartie à un impact dommageable non réductible provoqué par le projet.* » (MEDDM, ADEME, 2010, page 175).

« *Les mesures de compensation ou compensatoires visent à **conserver globalement la valeur initiale des milieux** [...] Une mesure de compensation doit être **en relation avec la nature de l'impact**. Elle est mise en œuvre **en dehors du site projet**.* » (MEDDM, ADEME, 2010, page 42)

« ***réparation en nature** des impacts résiduels significatifs afin de **produire un gain écologique net**. Elle est évaluée sur des **critères écologiques*** » (Bâcle, 2016, page 13)

« *les mesures compensatoires portent sur la **restauration de milieux et de connexions écologiques**. Elles sont mise en œuvre **à proximité fonctionnelle** de la zone impactée par le projet, sur le site le plus approprié au regard des enjeux* » (Bâcle, 2016, page 13)

« *retrouver une **qualité et un fonctionnement proche de la situation actuelle*** » (Coutanceau, Lepretre, 2016, page 73)

« *les mesures compensatoires doivent être [...] à **proximité fonctionnelle, au moins équivalentes*** [...] » (Pellet, 2015, page 8)

De manière générale, les mesures compensatoires doivent être en accord avec l'impact correspondant (équivalence qualitative et quantitative) et mise en œuvre en dehors du site du projet tout en restant à proximité (MEDDM, ADEME, 2010).

Puisque l'impact résulte du croisement de l'effet et de la sensibilité du site, à travers les mesures ERC on peut agir soit sur l'effet provoqué par le projet (exemple : travailler sur les matériaux qui composent les pales pour réduire le bruit) soit agir sur la sensibilité (exemple : en choisissant un site d'implantation éloigné des habitations).

III.4.3 Les principes de la séquence ERC

Les mesures ERC répondent aux principes suivants :

- **Chronologie**

Les mesures doivent être appliquées dans un ordre précis qui justifie l'ordre des lettres E.R.C. On doit appliquer dans un premier temps les mesures d'évitement, puis celles de réduction et enfin celles de compensation (MEDDM, ADEME, 2010).

- **Équilibre écologique**

Elles visent un principe de bilan écologique où tous les impacts générés par un projet d'aménagement doivent être équilibrés par ces mesures. Il s'agit d'avoir un impact neutre sur l'environnement ou du moins de tendre vers celui-ci. (Lemaître, Legendre, 2016) (Figure 16).

- **Proportionnalité**

Les mesures ERC doivent être proportionnées aux impacts identifiés en amont (ampleur et intensité) (MEDDM, ADEME, 2010)

- **Réalisme**

Les mesures proposées et les modalités pour la mise en œuvre et le suivi doivent être réalistes. (Coutanceau, Lepretre, 2016)

- **Faisabilité**

Elles doivent être faisables à la fois techniquement et financièrement, ce qui suppose en amont une estimation des coûts de ces mesures (MEDDM, ADEME, 2010)

- **Efficacité**

Elles doivent présenter des résultats positifs car il s'agit d'un engagement de la part du maître d'ouvrage dans la mise en œuvre de ces mesures et donc leur aboutissement. (MEDDM, ADEME, 2010)

- **Pérennité**

Elles doivent être durables dans le temps. En effet, puisque les impacts perdurent, il est essentiel que les mesures censées les éviter, les réduire ou les compenser perdurent également. Il est donc important de s'assurer de la maîtrise foncière et d'usage dans le temps. (Bâcle, 2016)

- **Additionnalité**

Elles doivent être supplémentaires aux actions déjà mises en œuvre par l'action publique (Lemaître, Legendre, 2016)

- **Suivi**

Elles doivent être suivies via des indicateurs pour contrôler leur effectivité et leur efficacité (Bâcle, 2016)

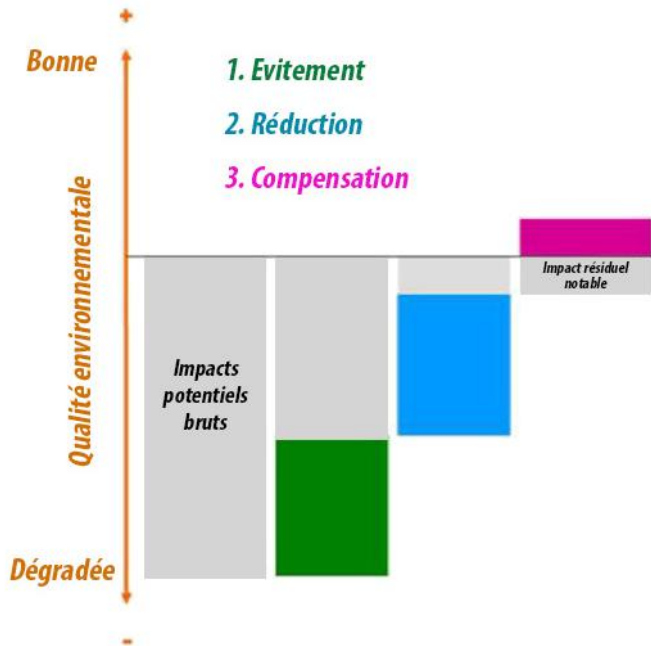


Figure 16 : Principe de la séquence ERC (Berlin, 2015)

III.4.4 Autres éléments associés aux mesures

La présentation des mesures ERC choisies doit s’accompagner pour chacune d’elles (Figure 17) :

- d’une estimation des dépenses ;
- de la description des effets attendus (objectif de résultat) ;
- le responsable de la mise en œuvre, si possible ;
- l’explication des moyens, des délais et des conditions techniques pour la mise en œuvre ;
- d’une présentation des modalités de suivi des mesures et du suivi des effets [12] (MEDDM, ADEME, 2010).

SYNTHESE DES MESURES					
Risque d’impact identifié	Type de mesure	Résultat attendu	Coût	Délai de mise en œuvre	Maitrise d’ouvrage

Figure 17 : Tableau type de proposition des mesures (MEDDM, ADEME, 2010)

Dans l’article spécifique aux installations ICPE, les « *Les mesures réductrices et compensatoires* mentionnées au 7° du II de l’article R. 122-5 font l’objet d’une description des performances attendues »

III.4.5 Les champs d’application

La séquence ERC s’applique :

- à plusieurs types de documents réglementaires comme les études d’impacts, les évaluations des incidences Natura 2000, les dossiers de dérogation pour les espèces protégées, les demandes de défrichement,... (Pelliet, 2015) ;
- à plusieurs types de projets qu’ils soient éoliens, photovoltaïques, ferroviaires, routiers... Elle s’applique en effet à tous les plans, programmes et projets puisqu’ils doivent faire l’objet de demande d’autorisation ;

- à toutes les phases des projets (conception, réalisation, exploitation, démantèlement) ;
- aux différentes composantes de l'environnement (faune, flore, paysage, populations, habitats naturels, sites...et interrelations) et à la santé humaine (Lemaître, Legendre, 2016).

III.4.6 Les mesures d'accompagnement

Ces trois types de mesures sont à distinguer des mesures d'accompagnement qui sont « *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.* » (MEDDM, ADEME, 2010, page 42). Elles peuvent aussi être définies comme « *apportant un gain environnemental, mais sans lien direct avec un impact généré par le projet* ». (Coutanceau, Lepretre, 2016, page 73). Ce sont des mesures optionnelles qui n'ont pas les mêmes obligations réglementaires que les autres. Elles sont mises en place pour accompagner la réalisation du projet dans son ensemble et entraînent généralement une démarche locale positive.

En résumé, les mesures ERC c'est :

- objet des mesures : évaluer les conséquences dommageables, effets négatifs notables ou impacts significatifs

- objectif : concevoir le projet le moins impactant pour l'environnement et la santé humaine

1) Éviter : choix (opportunité, localisation, nature du projet...)

2) Réduire : durée, intensité, étendue...

3) Compenser : réparation en nature, à proximité, équivalente



Distinction avec les mesures d'accompagnement !

- principes : équilibre écologique, proportionnalité, réalisme, faisabilité, efficacité, pérennité, suivi.

- champs d'application : nombreux documents réglementaires, tous types de projets, toutes les phases des projets

Bilan :

L'étude d'impact est un outil réglementaire ancien qui a su évoluer au fil du temps afin de mieux prendre en compte les enjeux pour l'environnement et de s'enrichir des retours d'expériences. Appliquer la séquence ERC revient finalement à concevoir le projet le moins impactant pour l'environnement et rejoint donc l'objectif initial de l'étude d'impact. Les deux sont étroitement liés, l'étude d'impact ne peut exister sans ces mesures et ces dernières sont toujours présentes dans tous les dossiers réglementaires d'évaluation environnementale. La spécificité de ces mesures réside notamment dans le respect de l'ordre des mesures et de l'engagement du maître d'ouvrage qui est associé.

Les mesures ERC semblent bien définies mais la compréhension et l'interprétation des textes soulèvent de nombreuses questions, surtout dans le domaine du paysage.



IV. APPLICATION DES MESURES ERC AUX PROJETS EOLIENS : ENTRE THEORIE ET REALITE

L'objectif de cette dernière partie est de mettre en relation les mesures ERC, le paysage et les projets éoliens. En effet, l'application des mesures ERC au paysage soulève de nombreuses difficultés et ces dernières sont majorées dans le cas des projets de parcs éoliens.

IV.1 Les études d'impact semblent d'abord conçues pour l'analyse des milieux naturels

IV.1.1 Les milieux naturels, un domaine privilégié ?

Tout d'abord, il semble important de définir la notion de milieu naturel. Dans le guide de l'étude d'impact des projets éoliens, l'étude des milieux naturels cherche à analyser le fonctionnement écologique du site du projet. Il s'agit notamment d'identifier les habitats et espèces protégés, les interactions entre les différents écosystèmes, les couloirs migratoires, les espaces protégés par un zonage ou un inventaire (ZNIEFF, ZICO, Natura 2000...). Ainsi dans le cadre des projets éoliens, les milieux naturels désignent l'ensemble des espèces et des habitats pour la faune et la flore. Le terme est souvent rattaché à l'écologie et à la biodiversité.

Les mesures ERC ont fait l'objet de l'élaboration de plusieurs ouvrages ou études mais concernent le plus souvent l'application aux milieux naturels. On peut citer notamment :

- la mise en place d'un comité de pilotage en 2010 dédié à la séquence éviter-réduire-compenser les impacts **sur le milieu naturel** ;
- la doctrine relative à la séquence éviter, réduire et compenser les impacts **sur les milieux naturels** (2012) ;
- les lignes directrices nationales sur la séquence éviter, réduire et compenser les impacts **sur les milieux naturels** (2013). Elles déclinent la doctrine sous forme de fiches de synthèse ;
- une synthèse des travaux réalisés par un groupe de travail régional (Languedoc Roussillon) sur « éviter, réduire et compenser les **impacts sur la biodiversité** » (2013) ;
- le guide sur l'application de la réglementation relative **aux espèces protégées** pour les parcs éoliens terrestres (2014) ;
- Une présentation du Cerema par Sophie Berlin « la séquence 'éviter, réduire et compenser' : un principe au cœur de la démarche d'étude d'impact – **application aux espèces protégées** » (2015) ;
- une présentation du CGDD « actualité législative sur la séquence éviter-réduire-compenser **les impacts sur les milieux naturels** » (2016) ;
- la présentation de Valéry Lemaitre et Tiphaine Legendre du CGDD sur « la séquence éviter-réduire-compenser : cadrage et actualités » qui décline les travaux sur la séquence **ERC appliquée aux enjeux naturels** (2016).

De plus, dans les ouvrages généraux sur les études d'impact, la partie concernant les milieux naturels est généralement plus développée que celle concernant le paysage. Par exemple, dans le guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens de 2010, 43 pages sont dédiées aux milieux naturels contre 34 pour le paysage et le patrimoine.

Plus récemment, les analyses sur les chiroptères¹³ ont pris une place importante au sein des études d'impact des projets éoliens. Elles sont aujourd'hui incontournables et figurent désormais dans la plupart des ouvrages sur l'éolien.

Une des raisons pouvant expliquer pourquoi les milieux naturels sont davantage étudiés serait que lorsque les études d'impact ont été mises en place dans les années 80, elles visaient la protection de « l'environnement ». Mais l'environnement n'a aujourd'hui plus la même définition qu'à cette époque. Il était synonyme de milieux naturels et non de paysage (notion apparue plus tardivement dans la législation et notamment en 2000 avec la Convention Européenne du Paysage). Les oiseaux sont d'ailleurs l'une des premières catégories à avoir été protégées par l'instauration de lois.

En outre, le milieu naturel est une thématique largement étudiée dans le cas des études d'impact sur les infrastructures linéaires (autoroutes, LGV, TGV...) et dans laquelle le paysage paraît (aux yeux de la population en tout cas) moins impacté puisqu'il s'agit d'un ouvrage horizontal. Lors du développement des projets éoliens, l'étude du paysage a pris cependant une place plus importante.

IV.1.2 Les milieux naturels, un domaine plus scientifique ?

L'application du principe ERC nécessite de bien identifier les impacts négatifs du projet sur l'environnement pour pouvoir proposer des mesures précises qui les évitent, les réduisent ou les compensent. Il est demandé de prévoir les effets attendus de ces mesures ainsi que de prévoir le suivi des mesures et de leurs effets.

Dans le cas des milieux naturels, où les paramètres relèvent plus de l'ordre du quantitatif que du qualitatif, il est plus aisé de réaliser un état initial précis et de proposer des mesures qui puissent être suivies par la mise en place d'indicateurs. Lors de ces études, on réalise généralement des relevés faunistiques et floristiques (comptages), des mesures de la qualité des habitats (ex : mesures physico-chimiques des milieux aquatiques), des comparaisons avec des bases de données, ... qui mettent en lumière l'état du milieu naturel. Pour le paysage, la quantification des effets pose problème. Le plus souvent il s'agit d'une qualification, c'est-à-dire une description la plus précise possible des effets du projet sur le paysage : affectation des caractéristiques du site, de la structure, la modification de la perception, la portée de l'impact... Il est d'ailleurs conseillé d'illustrer les effets attendus. (Bassuel et al., 2015).

À l'opposé du paysage, l'étude des milieux naturels semble donc plus « scientifique » en ce sens qu'elle utilise des outils qui permettent une production de données chiffrées. Elle est peu liée à l'interprétation de l'homme et n'est pas influencée par les aspects sociaux-culturels. Bien que la présentation de données chiffrées puisse être modifiée par l'individu en fonction de ces objectifs, les chiffres restent malgré tout des arguments puissants dans les prises de décisions.

Dans le cas des projets éoliens, l'étude des milieux naturels fait d'ailleurs moins l'objet de débats et de contestation au sein de la population. La moindre appropriation de l'environnement naturel pourrait expliquer ce phénomène. Le paysage, parce qu'il constitue le cadre de vie quotidien des habitants, bénéficie d'une plus grande reconnaissance sociale. Qu'il soit remarquable ou non, le paysage est plus facilement défendu et protégé lorsque des menaces pèsent sur lui.

¹³ Chiroptères : nom scientifique pour désigner les chauves-souris

IV.2 Le paysage, une composante ambiguë

Le paysage a été défini en 2000 par la Convention Européenne du Paysage comme : « *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* » (MEDDM, ADEME, 2010, page 95) et semble aujourd'hui devenir la définition officielle pour les professionnels.

Cependant, il reste une notion ambiguë portant à la fois sur le milieu naturel (le territoire, support de tous les éléments « physiques » qui composent le paysage) et le milieu humain (perception et interprétation faite par chaque individu de ce qui est vu). Il s'alimente d'éléments objectifs et subjectifs.

Son statut ambivalent est bien visible dans les ouvrages ou les supports de présentation où sa place est toujours incertaine. En tant que composante de l'environnement, le paysage est parfois rattaché au milieu naturel, parfois au milieu humain, parfois encore isolé mais le plus souvent il est associé au patrimoine bâti comme dans le guide de l'étude d'impact des projets éoliens de 2010.

« 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 » (MEDDM, ADEME, 2010, page 14)

Dans les études d'impacts des projets éoliens, le paysage est analysé principalement à travers des données de paysage et de patrimoine : sites protégés (sites classés, inscrits, Unesco), les monuments historiques (classés, inscrits, vestiges archéologiques), les entités et unités paysagères, la reconnaissance sociale des paysages, la fréquentation touristique, la présence de points de vue panoramiques, les relations de visibilité entre les éléments du paysage, les ZPPAUP... Il s'agit d'étudier l'impact des éoliennes sur le paysage perçu depuis les éléments du patrimoine, depuis les bourgs ou depuis les routes.

Sa part subjective, fait du paysage un sujet de débat et de controverses dans le cas des études d'impacts. Doit-il être limité aux seuls aspects visibles, à ce que l'on voit ? Il semble que non, pourtant les effets évoqués des projets éoliens sur le paysage sont majoritairement des effets visuels. C'est là toute la difficulté entre voir et percevoir. L'interprétation du paysage présente une telle variabilité, qui est liée à chaque individu et à son histoire personnelle (culturelle et sociale). Au sein même des experts, la perception (au sens d'interprétation) peut être différente.

Pour la population, le paysage reste difficile à définir. Il est souvent associé aux milieux naturels, à l'environnement extérieur, au cadre de vie et à la nature. C'est une notion relativement abstraite où les limites semblent floues et le contenu difficile à identifier.

Sous l'effet de dynamiques naturelles et humaines, le paysage est en évolution permanente, ajoutant encore un peu de complexité. Les éléments physiques (bosquets, forêts, routes, champs, bâti...) sont modifiés au gré des aménagements. La perception de ce même paysage est donc susceptible d'évoluer.

IV.3 Des problèmes de compréhension du principe ERC

La séquence ERC est un principe relativement bien connu des professionnels mais fait pourtant l'objet de confusions notamment pour la compensation.

Dans les textes législatifs et réglementaires ainsi que dans les ouvrages sur ce sujet, on peut noter l'utilisation de plusieurs termes pour les désigner. Pour la première mesure on retrouve souvent les mots « éviter » et « supprimer » voire « prévenir » ainsi que leurs déclinaisons « évitement » et « suppression ». L'objet des mesures est parfois confondu, tantôt on désigne les impacts tantôt les effets, or ces deux termes sont bien distincts.

Dans les nombreux ouvrages sur les études d'impacts, les définitions sont parfois mal réinterprétées entraînant alors des confusions. Ce sont surtout les mesures compensatoires qui font l'objet d'interrogations comme on a pu le constater précédemment.

Dans la loi de reconquête de la biodiversité adoptée récemment, une nouvelle définition vient compléter le principe de la séquence ERC : « *Ce principe implique d'éviter les atteintes à la biodiversité et aux services qu'elle fournit ; à défaut, d'en réduire la portée ; enfin, en dernier lieu, de compenser les atteintes qui n'ont pu être évitées et réduites, en tenant compte des espèces, des habitats naturels et des fonctions écologiques affectées.* » (Lemaître, Legendre, 2016). Cet ajout interroge quant à la clarté et la bonne compréhension des textes précédents ainsi que sur l'orientation marquée pour la biodiversité. Cette définition se trouve pourtant dans le titre I dédié aux principes fondamentaux et donc en théorie non spécifique aux milieux naturels.

Dans les différents avis de l'autorité environnementale étudiés, on peut remarquer que les mesures de réduction et d'évitement sont souvent interverties, voire parfois confondues avec des mesures d'accompagnement :

« *Néanmoins, plusieurs mesures qualifiées d'évitement sont en réalité des mesures de réduction.* » (DREAL Bourgogne-Franche-Comté, 2016, page 10)

« *L'Ae recommande cependant de prêter davantage d'attention aux termes parfois impropres qui sont employés. Ainsi, les déplacements d'éoliennes appartiennent bien à cette première catégorie de mesure et non aux mesures de réduction* » (DREAL Bretagne, 2014, page 6)

Ces confusions sont présentes au sein des bureaux d'études et au sein même de l'autorité environnementale dont les membres peuvent être en désaccord. Elles résultent de l'interprétation des définitions faites par chaque individu.

L'importance d'une bonne compréhension du principe ERC et de ses subtilités est pourtant essentielle pour produire des études d'impacts de qualité. De plus, l'imbrication des éléments nécessite de réaliser un état initial objectif permettant une identification des enjeux du site, puis les effets du projet et les impacts associés avant de pouvoir proposer des mesures adaptées.

IV.4 Le paysage, principal motif de contestation des projets éoliens

Le paysage est le principal motif de contestation des projets éoliens. Comme vu dans la première partie, les éoliennes génèrent essentiellement des impacts visuels, plus ou moins importants selon les projets et les sites, qui sont sources de tensions. On parle alors d'un manque d'intégration paysagère vis-à-vis des lieux d'habitation (et donc des riverains) ou vis-à-vis d'un monument ou site protégé (au titre de la protection du patrimoine). Dans le premier cas, il est fait état que : « *l'impact visuel des parcs éoliens est mal accepté, en particulier par les riverains lorsqu'ils sont visibles de leurs lieux de résidence.* » (Conseil général de l'environnement et du développement durable, 2011, page 17). L'analyse des motifs de refus des autorisations et les recours engagés contre les projets éoliens met bien en évidence la première position du paysage : « *Les atteintes aux paysages et la covisibilité avec les monuments et sites protégés sont de loin les principaux motifs de refus des autorisations et de recours contre les autorisations* ». (Conseil général de l'environnement et du développement durable, 2011, page 54)



La population semble réticente vis-à-vis des projets éoliens car ces derniers soulèvent aussi des questions sur l'évolution du paysage. Les éoliennes ont tendance à transformer « brutalement » la vision du territoire.

D'autres raisons sont également évoquées par les opposants, notamment le bruit, les effets sur la santé et de manière plus globale le manque d'information sur le projet. Les projets éoliens renvoient parfois une image négative à la population, comme nous le montre la citation suivante : « *les projets éoliens sont considérés comme des projets privés dont les premiers bénéficiaires vont à leurs investisseurs et dont tous les inconvénients sont supportés par les populations (qualité de vie, nuisances visuelles et sonores, risques pour la sécurité, etc) et par l'environnement (paysage, biodiversité, avifaune, etc).* » (Conseil général de l'environnement et du développement durable, 2011, page 3). Le manque de concertation du public (différents niveaux : information, concertation, participation, co-construction) joue un rôle majeur dans la non acceptation des projets éoliens et de manière générale dans la plupart des projets d'aménagements. Les projets, quels qu'ils soient, demandent aujourd'hui une plus grande transparence et nécessitent de revoir la manière de communiquer avec la population.

Le paysage reste l'une des thématiques les plus controversées dans le cadre des projets éoliens et constitue un enjeu majeur pour le développement du secteur. Ainsi, en travaillant sur l'intégration paysagère et la communication (deux principales raisons du refus des projets éoliens), l'acceptation sociale devrait s'améliorer.

IV.5 Développement d'outils d'analyse « objectifs »

L'analyse du paysage est par définition plus subjective qu'objective. On utilise souvent le croquis pour illustrer un élément du paysage ou une situation mais le dessin ne représente pas fidèlement la réalité, il est le fruit d'une sélection visuelle réalisée par l'individu.

L'augmentation de la contestation des projets éoliens incite au développement d'outils objectifs laissant peu de place à l'interprétation et donc à la remise en cause de l'étude : « *Les services [...] sont en recherche de positions « autorisées » et incontestables, afin d'éviter 'l'erreur d'appréciation'. Ils ont le sentiment que les avis personnels sont dominants.* » (Conseil général de l'environnement et du développement durable, 2011, page 54). Elle participe également à l'augmentation du niveau d'exigence des études d'impacts.

En s'inspirant de l'analyse des milieux naturels, l'étude paysagère tente d'adopter une démarche scientifique irréprochable en développant des outils comme le calcul des zones d'influences visuelles (ZVI), les photomontages où chaque paramètre doit être précisé et justifié (focale, distance, angle de prise de vue...) et des analyses de la saturation visuelle de plus en plus élaborées.

IV.6 La compensation du paysage

Dans la mise en œuvre des mesures ERC pour le paysage, il semble plus évident d'éviter les impacts visuels en choisissant par exemple un site d'implantation approprié, de les réduire en diminuant la hauteur des éoliennes ou leur emplacement, mais leur compensation semble plus difficile à mettre en œuvre.

Comme expliqué dans la partie précédente, le concept de la compensation vise à retrouver un équilibre environnemental (c'est-à-dire le même niveau qu'à l'état initial) en mettant en place des mesures de même nature que les impacts résiduels. Dans le cas des milieux naturels, la compensation est relativement simple à comprendre et logique. Par exemple, si

un projet routier ne peut éviter, ni réduire la destruction d'une mare, il doit alors compenser en recréant une mare à proximité ayant des caractéristiques similaires.

En prenant l'exemple des impacts visuels sur le paysage, il faudrait donc en théorie les compenser par une action extérieure au projet qui permettrait de les « annuler » soit en masquant les éoliennes soit en générant un « impact visuel positif ». Or les dimensions des machines (l'innovation technologique accentuant encore le phénomène) sont telles qu'il est impossible de les dissimuler. Ce constat est d'ailleurs officiellement admis par le ministère de l'écologie qui précise que l'étude paysagère d'un projet éolien ne doit pas chercher à dissimuler les éoliennes ni à figer le paysage existant (MEDDM, ADEME, 2010). Ainsi l'objectif premier consiste en la création d'un paysage harmonieux où les éoliennes et l'ensemble des composantes paysagères forment un ensemble cohérent. L'étude paysagère cherche donc à identifier la capacité des paysages à évoluer et leur capacité à accueillir des éoliennes qui tiennent compte des aspects socio-culturels, paysagers, réglementaires... On détermine ainsi si un paysage est plus ou moins sensible à l'éolien.

La compensation étant difficile à appliquer au paysage, l'attention sera plutôt portée sur les mesures d'évitement, de réduction et d'accompagnement.

De manière plus globale, le principe de la compensation est à l'origine de nombreux débats et pose de multiples interrogations quant au bénéfice environnemental réel (il s'agit parfois d'une simple acquisition financière d'unités de compensation), compensation fonctionnelle ou surfacique, mutualisation des mesures entre les projets,... (Groupe de travail Dubois, 2015)

IV.7 Quels types de mesures ERC pour une meilleure intégration paysagère ?

Les mesures ERC généralement proposées sont semblables aux recommandations établies vis-à-vis des projets éoliens. Ces dernières permettent aussi d'éviter certains impacts, de les réduire voire de les compenser. Les recommandations d'implantation ou d'insertion paysagère sont nombreuses, on les trouve par exemple dans les SRE, les guides régionaux ou les guides départementaux.

Le tableau 5 présente un panel de différentes mesures qui sont proposées dans le cadre des impacts sur le paysage et le patrimoine. Ils sont présentés ici par type de mesures et non par type d'impact auquel chaque mesure doit normalement être associée.

Tableau 5 : Inventaire des mesures ERC proposées dans le cadre des volets paysagers des projets éoliens (source : Claire Lefeuvre d'après : (Coutanceau, 2016) (Coutanceau, Lepretre, 2016) (MEDDM, ADEME, 2010) (Valorem, 2005) (DREAL Centre, DRAC Centre, 2015) (MEDDM, ADEME, 2010)

<p>Mesures d'évitement (impacts sur les MH, sites protégés, bourgs,...)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - modifier le site d'implantation du parc éolien (implanter en retrait des vallées, implanter en dehors des sites protégés, éviter les situations de covisibilités) - modifier le mode d'implantation des éoliennes (favoriser les lignes de forces du paysage naturelles et anthropiques, privilégier les implantations régulières) - modifier les aménagements annexes (insérer le poste de transformation dans le paysage, enterrer les réseaux) - favoriser les signaux lumineux moins visibles depuis le sol - regrouper projets en bassin éolien - respecter les distances de respiration (entre éoliennes, entres
---	---

	parcs, entres pôles)
Mesures de réduction	<ul style="list-style-type: none"> - créer des masques visuels (haies) - modifier l'espacement des éoliennes - augmenter l'éloignement avec les habitations - créer des ouvertures visuelles dans les lignes d'éoliennes - choisir une implantation des éoliennes en suivant le relief ou à « nacelle fixe » - modifier le type de machines (hauteur, forme, diamètre rotor...) - synchroniser les signaux lumineux avec les parcs éoliens voisins - mettre des éoliennes de couleur blanche - ne pas mettre de publicités ou de logos - entretenir régulièrement les éoliennes - concevoir des éoliennes aux dimensions équilibrées (2/3 hauteur pour le rotor) - intégrer le transformateur dans le mât - privilégier modèles similaires en extension de parc - modifier la configuration des chemins d'accès
Mesures de compensation	<ul style="list-style-type: none"> - reboiser des parcelles si des défrichements ont été nécessaires - acheter de parcelles pour assurer une gestion du patrimoine naturel - création de nouveaux aménagements au service du paysage
Mesures d'accompagnement	<ul style="list-style-type: none"> - mettre en place un projet touristique - mettre en place un projet d'information sur les énergies (démarche pédagogique) - créer de nouveaux espaces verts - mettre en place un projet restauration et de mise en valeur du patrimoine - participer à un projet local (aménagement, exposition) - mettre en place un projet agricole - communiquer auprès du public (panneaux information, visites guidées, panneaux d'indication du niveau de production d'énergie émissions de CO₂ évitées) - mettre en place d'une démarche pédagogique sur la lecture du paysage

Bilan :

Ainsi le concept des mesures ERC fait face à certaines difficultés quant à sa compréhension et sa mise en œuvre par les différents acteurs. L'orientation marquée pour la biodiversité et la protection des milieux naturels se traduit par une application du concept plus aisée. Le paysage, quant à lui, fait face à de multiples difficultés : statut ambigu, valeur sociale du paysage, manque d'outils quantitatifs et objectifs, motif de contestation majeur des projets éoliens, difficulté de compenser le paysage... Est-il donc possible de transposer les mêmes règles pour ces deux domaines ? Quelles sont donc les perspectives pour ces mesures ERC ?

V. CONCLUSION

L'application des mesures ERC aux études paysagères des projets éoliens nous a révélé à quel point les éoliennes sont des structures atypiques qui impactent fortement le paysage, ce dernier prenant alors une dimension socio-culturelle importante. Le caractère subjectif du paysage rend plus difficile l'application des dispositions réglementaires du principe ERC. Il s'agit le plus souvent de mesures d'évitement, de réduction et d'accompagnement (ERA ?). En mettant en place ces différentes mesures, l'objectif recherché est donc de concevoir le projet le moins impactant d'un point de vue paysager et indirectement d'un point de vue social. Éviter, réduire, compenser et accompagner permettent ainsi de favoriser une bonne intégration paysagère.

La séquence ERC soulève cependant de nombreuses questions, notamment sur la compensation des impacts. L'application de ces mesures est une des problématiques actuelles des instances de l'État. Un groupe de travail a d'ailleurs été mis en place récemment pour « améliorer la séquence éviter-réduire-compenser », prenant acte des dysfonctionnements dans la mise en œuvre des mesures. Il a abouti à l'élaboration de 6 propositions dont certaines sont déclinées en fiches actions. Elles portent notamment sur le partage de la connaissance par la mise en place d'un centre de ressources ERC, la formation des acteurs, l'amélioration la qualité des études d'impact par une charte d'engagement des bureaux d'étude, la mutualisation des mesures compensatoires, le développement d'éléments méthodologiques sur la compensation, la déclinaison sectorielle des lignes directrices...(Groupe de travail Dubois, 2015). En tant que concept fondamental de l'étude d'impact, les mesures ERC seront donc amenées à évoluer afin de répondre aux problèmes actuels/rencontrés et de pouvoir satisfaire le principe général d'une prise en compte en amont des impacts sur l'environnement.

Le paysage pourrait être l'un des freins majeurs au développement de l'énergie éolienne terrestre. En tant que principal motif de contestation, l'intégration paysagère des projets est désormais l'objet de toutes les attentions. Il est intéressant de s'interroger sur le rôle du paysagiste dans l'élaboration de recommandations paysagères pour des projets éoliens. Peut-on considérer que le paysagiste, en tant que professionnel, effectue les (bons) choix qui reflètent l'avis de la population ? La mise en œuvre de principes d'intégration paysagère est tout autant subjective que la perception des impacts des projets.

À travers l'énergie éolienne c'est tout le processus de création de projet et de participation du public qui est remis en question. La mise en place d'une meilleure communication, de processus participatifs voire de co-construction du projet, d'un financement participatif ou de retombées économiques pour la population, permettraient aux projets d'être mieux acceptés et donc de tenir les objectifs énergétiques nationaux et européens.

En raison de l'importance de la contestation, de nombreuses évolutions sont à prévoir. L'éolien offshore est amené à se développer malgré les contraintes techniques et financières puisque l'éloignement vis-à-vis des habitations favorise une meilleure acceptation sociale. L'installation tire également des avantages de la présence de vents plus forts, plus fréquents, plus stables et de la possibilité d'augmenter la hauteur des machines. Les phénomènes de saturation visuelle annoncent-ils la fin de l'éolien terrestre tel qu'il est implanté aujourd'hui ? Des recherches sont menées sur les innovations techniques (matériaux utilisés, lentilles), le développement de l'éolien à très haute altitude (cerf-volant), sur l'implantation en milieu urbain (toit des immeubles) ou industriel afin de rendre les projets moins intrusifs.

Il est tout de même important de ne pas oublier que l'énergie éolienne est aussi un enjeu politique et qu'elle reflète les décisions nationales en termes de décentralisation de l'énergie.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABIES ENERGIES ET ENVIRONNEMENT, 2013. *Schéma Régional Eolien du Limousin* [en ligne]. 79 p. Disponible à l'adresse : <http://www.regionlimousin.fr/le-schema-regional-eolien-sre>
- ADEME, 2012. *Grand éolien* [en ligne]. Feuille de route stratégique, ADEME, 37 p. Disponible à l'adresse : <http://www.ademe.fr/grand-eolien-feuille-route-strategique>
- ADEME, 2015. *L'énergie éolienne : produire de l'électricité avec le vent* [en ligne]. Guide pratique, ADEME, 32 p. Disponible à l'adresse : <http://www.ademe.fr/energie-eolienne-l>
- ADEME, 2016. *L'énergie éolienne* [en ligne]. Les avis de l'ADEME, ADEME, 10 p. Disponible à l'adresse : <http://www.ademe.fr/energie-eolienne-l-0>
- ADEME et CLER, 2002. *Des éoliennes dans votre environnement ? Eoliennes et paysage*. 6 p.
- ADEME et CYCLECO, 2015. *Impacts environnementaux de l'éolien français* [en ligne]. ADEME, 8 p. Disponible à l'adresse : <http://www.ademe.fr/impacts-environnementaux-leolien-francais>
- ANON., 2012. *Schéma régional éolien : Provence-Alpes-Côte d'Azur* [en ligne]. 70 p. Disponible à l'adresse : <http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/le-schema-regional-eolien-provence-alpes-cote-d-a4620.html>
- BÂCLE, Michel, 2016. *L'environnement dans les procédures d'aménagement foncier : la séquence ERC* [en ligne]. In : Assemblée générale SAFER Bretagne, Vitré, 17 juin 2016, 34 p. Disponible à l'adresse : http://www.safer-bretagne.fr/website/assemblee_generale_2016_&400&272.html
- BASSUEL, Sylvie, MARIELLE, Delphine et JORY, Isabelle, 2015. *Retour d'expérience sur les études d'impact* [en ligne]. In : L'évaluation environnementale des projets : réaliser une étude d'impact, Aix-en-Provence, 8 octobre 2015, 49 p. Disponible à l'adresse : <http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/evaluation-environnementale-journee-d-information-a9142.html>
- BERLIN, Sophie, 2015. *La séquence "éviter, réduire et compenser" : un principe au cœur de la démarche d'étude d'impact, application aux espèces protégées* [en ligne]. In : L'évaluation environnementale des projets : réaliser une étude d'impact, Aix-en-Provence, 8 octobre 2015, 28 p. Disponible à l'adresse : <http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/evaluation-environnementale-journee-d-information-a9142.html>
- BOCAGE et BURGEAP, 2012. *Plan climat air énergie Champagne-Ardenne : schéma régional éolien* [en ligne]. 132 p. Disponible à l'adresse : https://www.cr-champagne-ardenne.fr/Actions/environnement/transition_energetique/Pages/PCAER_SRE.aspx
- BRAUNS, Alice, CHAPPELLIÈRE, Valérie et PLANCHAIS, Laure, 2009. *Optimisation qualitative dans le paysage français* [en ligne]. Association des paysagistes conseils de l'Etat, 24 p. Disponible à l'adresse : [http://www.paysagistes-conseils.org/page1.php?id_chapitre=48&titre=LE D%C9PLOIEMENT %C9OLIEN EN FRANCE.](http://www.paysagistes-conseils.org/page1.php?id_chapitre=48&titre=LE%20D%C9PLOIEMENT%20%C9OLIEN%20EN%20FRANCE)
- CETE LYON, 2010. *Grille d'analyse enjeux – impacts – mesures : les éoliennes* [en ligne]. 4 p. Disponible à l'adresse : <http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/etudes-paysageres-de-cadrage-des-projets-eoliens-a1243.html>
- COMMISSARIAT GÉNÉRAL AU DÉVELOPPEMENT DURABLE, 2015a. *Chiffres clés des énergies renouvelables* [en ligne]. Edition 2015, Repères, CGDD, Paris, 60 p. Disponible à l'adresse : <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/publications/p/2369/969/chiffres-cles-energies-renouvelables-edition-2015.html>
- COMMISSARIAT GÉNÉRAL AU DÉVELOPPEMENT DURABLE, 2015b. *Le bilan énergétique de la France en 2014 : pic de production, plancher de consommation* [en ligne]. *Le point sur*, numéro 207, 4 p. Disponible à l'adresse : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Le-bilan-energetique-de-la-France,44186.html>



COMMISSARIAT GÉNÉRAL AU DÉVELOPPEMENT DURABLE, 2016. Tableau de bord : éolien (quatrième trimestre 2015) [en ligne]. *Chiffres et statistiques*, numéro 731, 6 p. Disponible à l'adresse : <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/publications/p/2542/1406/tableau-bord-eolien-quatrieme-trimestre-2015.html>

COMMISSARIAT GENERAL AU DEVELOPPEMENT DURABLE, 2013. *Lignes directrices nationales sur la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur les milieux naturels* [en ligne]. Références, MEEM, Paris, 229 p. Disponible à l'adresse : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Lignes-directrices-nationales-sur.html>

COMMISSION EUROPÉENNE, 2013. *Livre vert : un cadre pour les politiques en matière de climat et d'énergie à l'horizon 2030* [en ligne]. Bruxelles, 20 p. Disponible à l'adresse : <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:52013DC0169>

COMMISSION SPÉCIALISÉE DE TERMINOLOGIE ET DE NEOLOGIE, 2012. *Vocabulaire de l'environnement : termes, expressions et définitions publiés au Journal Officiel* [en ligne]. Paris, 21 p. Disponible à l'adresse : https://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwinzv-dvKjPAhWC2RoKHRVKBeAQFggcMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.developpement-durable.gouv.fr%2FIMG%2Fpdf%2FVocabulaire_de_l_environnement_2012-1.pdf&usq=AFQjCNGV2v9OfAlzC_1FDkOtzg3RsVr4tA&bvm=bv.133700528,d.d2s

CONSEIL DEPARTEMENTAL DE L'AIN, 2008. *Schéma éolien du département de l'Ain* [en ligne]. 36 p. Disponible à l'adresse : <http://www.ain.gouv.fr/le-schema-eolien-du-departement-de-l-ain-a283.html>

CONSEIL GENERAL DE L'ENVIRONNEMENT ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE, 2011. *Instruction administrative des projets éoliens* [en ligne] 114 p. Rapport n°007442-02. Disponible à l'adresse : <http://www.paperblog.fr/5036334/instruction-administrative-des-projets-eoliens-le-rapport-du-cgedd-et-les-propositions-du-ministere/>

CONSEIL REGIONAL DE BRETAGNE, 2006. *Schéma régional éolien : guide de l'éolien en Bretagne (du partage de connaissances à l'accord collectif)* [en ligne]. Conseil régional de Bretagne, 60 p. Disponible à l'adresse : <http://docplayer.fr/18470022-Un-guide-pedagogique-et-methodologique-sur-l-eolien-et-le-montage-d-une-centrale-eolienne.html#>

CONSEIL REGIONAL PICARDIE, 2012. *Schéma régional éolien 2020-2050 Picardie* [en ligne]. 85 p. Disponible à l'adresse : <http://docplayer.fr/8321648-Regional-eolien-schema-2020-2050-prefet-de-la-region-picardie.html>

COUTANCEAU, Adrien, 2016. *Formation paysage et éolien*. Amiens, 13-14-15 Juin 2016.

COUTANCEAU, Adrien et LEPRETRE, Loic, 2016. *Formation paysage et éolien*. Amiens, 13-14-15 Juin 2016, 74 p.

DDT, 2010. *Schéma éolien de la Loire* [en ligne]. 45 p. Disponible à l'adresse : <http://www.loire.gouv.fr/schema-eolien-du-departement-de-la-loire-a2489.html>

DREAL BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ, 2016. *Avis de l'autorité environnementale sur le projet de parc éolien coommune d'Orain (21)* [en ligne]. DREAL, 2016. 13 p. Avis n° B-2016-000250. Disponible à l'adresse : [http://www.side.developpement-durable.gouv.fr/EXPLOITATION/DRBOUR/search.aspx?SC=TOUS_SAUF_PERI_BOUR&QUERY=+orain#/Search/\(query:\(Page:0,PageRange:3,QueryString:orain,ResultSize:10,ScenarioCode:TOUS_SAUF_PERI_BOUR,SearchContext:0,SearchLabel:%27%27\)\)](http://www.side.developpement-durable.gouv.fr/EXPLOITATION/DRBOUR/search.aspx?SC=TOUS_SAUF_PERI_BOUR&QUERY=+orain#/Search/(query:(Page:0,PageRange:3,QueryString:orain,ResultSize:10,ScenarioCode:TOUS_SAUF_PERI_BOUR,SearchContext:0,SearchLabel:%27%27)))

DREAL BRETAGNE, 2014. *Avis de l'autorité environnementale relatif au projet de construction d'un parc éolien, situé à Ploumagoar (22)* [en ligne]. DREAL, 2014. 11 p. Disponible à l'adresse : http://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/cotes-d-armor-a2267.html#sommaire_20

DREAL CENTRE et DRAC CENTRE, 2015. *Note régionale méthodologique pour la prise en compte des enjeux « Paysage – Patrimoine » dans l’instruction des projets éoliens*

BONNEAUD, François et BERTIN, Stéphane, 2011. *Synthèse régionale sur les modalités d’insertion paysagère des éoliennes dans les Pays de la Loire* [en ligne]. DREAL PAYS DE LA LOIRE, 73 p. Disponible à l’adresse : <http://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/synthese-regionale-sur-les-modalites-d-insertion-a1793.html>

DRIEE et CONSEIL RÉGIONAL ILE DE FRANCE, 2012. *Schéma régional éolien Ile de France* [en ligne]. 86 p. Disponible à l’adresse : <http://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/schema-regional-eolien-ile-de-france-approuve-a1232.html>.

FRANCE ENERGIE EOLIENNE, 2015a. *Observatoire de l’Eolien 2015 : analyse du marché, des emplois et du futur de l’éolien en France* [en ligne]. 94 p. Disponible à l’adresse : <http://fee.asso.fr/actu/observatoire-de-leolien-2015/>

FRANCE ENERGIE EOLIENNE, 2015b. *L’Éolien : un nouveau souffle !* [en ligne] 41 p. Disponible à l’adresse : <http://fee.asso.fr/pub/leolien-un-nouveau-souffle/>

GRUPE DE TRAVAIL DUBOIS, 2015. *Modernisation du droit de l’environnement : rapport du groupe de travail « Améliorer la séquence Éviter - Réduire - Compenser »* [en ligne]. 63 p. Disponible à l’adresse : https://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjOoZ6V26jPAhUDChoKHS4MDrQFggcMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.developpement-durable.gouv.fr%2FIMG%2Fpdf%2FRapport_du_Groupe_de_travail_Ameliorer_la_sequence_Eviter_Reducire_Compense.pdf&usq=AFQjCNFhDujvnf3AHWHgjeNlu51YvmovGA&bvm=bv.133700528,d.d2s

HERMANS, Jo, 2011. L’énergie éolienne. In : *L’énergie sous toutes ses formes - Tome 2 : Ses différentes sources*. Les Ulis : EDP Sciences. p. 61-79.

LEMAÎTRE, Valéry et LEGENDRE, Tiphaine, 2016. *La séquence « Éviter-Réduire-Compenser » : cadrage et actualités* [en ligne]. In : De la planification à l’aménagement, anticiper la séquence «éviter, réduire, compenser», Aix-en-Provence, 24 mai 2016, 48 p. Disponible à l’adresse : https://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwitdWvuqvPAhVMDxoKHWj4ARgQFggcMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.cotita.fr%2FIMG%2Fpdf%2F1_CGDD.pdf&usq=AFQjCNH_fK0R3X8x0PDa7j9VJaegrD86EA&bvm=bv.133700528,d.d2s

MEDDM et ADEME, 2010. *Guide de l’étude d’impact sur l’environnement des parcs éoliens : actualisation 2010* [en ligne]. MEEM, Paris, 187 p. Disponible à l’adresse : <http://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/guide-de-l-etude-d-impact-sur-l-environnement-des-a2948.html>

MEDDTL, 2007. *Les éoliennes*. 80 p.

MEEDDM, 2010. *Plan d’action national en faveur des énergies renouvelables : période 2009-2020* [en ligne]. MEEDDM, Paris, 120 p. Disponible à l’adresse : <http://docplayer.fr/4495742-Plan-d-action-national-en-faveur-des-energies-renouvelables-periode-2009-2020.html>

MICHEL, Patrick, 2001. *L’étude d’impact sur l’environnement : objectifs, cadre réglementaire, conduite de l’évaluation* [en ligne]. Ministère de l’aménagement du territoire et de l’environnement : BCEOM, Paris, 157 p. Disponible à l’adresse : <http://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/guide-de-l-etude-d-impact-sur-l-environnement-a617.html>

NADAI, Alain et LABUSSIÈRE, Olivier, 2009. *Eolienne et paysage : la politique éolienne entre politique de l’environnement et politique du paysage* [en ligne]. CIREN, Nogent-sur-Marne, 83 p. Disponible à l’adresse : <http://www.youscribe.com/catalogue/rapports-et-theses/autres/eoliennes-et-paysage-la-politique-eolienne-entre-politique-de-2359698>

PELLIET, Henri, 2015. *Analyse des impacts et mesures : Éviter – Réduire - Compenser* [en ligne]. In : Etude d’impact et avis de l’autorité environnementale en Midi-Pyrénées, Toulouse, 18 novembre 2015, 15 p. Disponible à l’adresse : <http://www.languedoc-roussillon-midi-pyrenees.developpement->



durable.gouv.fr/journee-d-information-et-d-echanges-du-18-novembre-a22160.html

POITEVIN, Florent, 2013. *La réforme des études d'impact* [en ligne]. In : Evaluation environnementale des projets routiers, Nantes, 7 juin 2013, 52 p. Disponible à l'adresse : <http://www.cotita.fr/spip.php?article1133>

POUCKE, Olivier Van, 2014. *Développement éolien en Lorraine : guide méthodologique pour une approche paysagère de qualité : volet 1 quelle approche paysagère dans la conception des projets éoliens ?* [en ligne]. 37 p. Disponible à l'adresse : <http://slidegur.com/doc/4647518/quelle-approche-paysag%C3%A8re-dans-la-conception>.

Rhône-Alpes Energie Environnement, URCAUE Rhône-Alpes, Fédération des PNR de France, 2014. *Paysages de l'énergie, paysages en transition : préparer son territoire au déploiement des énergies renouvelables* [en ligne]. Rhône-Alpes Energie Environnement, 28 p. Disponible à l'adresse : <http://www.parcs-naturels-regionaux.fr/centre-de-ressources/document/paysages-de-lenergie-paysages-en-transition>

ROCH, Philippe, 2011. *Eoliennes, des moulins à vent ? un chemin entre refus et démesure*. Débat public, Favre, Lausanne, 165 p.

ROCHER, Philippe, 2007. *L'énergie du vent : les éoliennes au service des hommes et de leur planète*. Ciels du Monde, Le Cherche Midi, Paris, 159 p.

SYNDICAT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES, 2012. *L'insertion des éoliennes dans le paysage* In : Eolien, fiches techniques d'information du syndicat des énergies renouvelables [en ligne]. SER, Paris, p. 14 -15. Disponible à l'adresse : https://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjzz5vJ9ajPAhWCSBoKHx5sDgQQFgqiMAE&url=http%3A%2F%2Fparc-eolien-de-thollet-coulonges.fr%2Fwp-content%2Fuploads%2F2014%2F02%2FFiches-SER-Eolien-juin-2012.pdf&usq=AFQjCNE8hzGZYOf22sRMLW88QexGH_JoZw&bvm=bv.133700528,d.d2s

VALOREM, 2005. *Étude du potentiel éolien de la région Alsace : recommandations paysagères* [en ligne]. 60 p. Disponible à l'adresse : https://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjQlfbJ-KjPAhWK2RoKHTqyB54QFggcMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.energivie.info%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fuploads%2Fdecouvrir_energies_renouvelables%2Feolien%2F2_recommandations_paysage_re_implantation_eolien_alsace.pdf&usq=AFQjCNH36aKYPHDWaSE1MBCAiZ5PKCQ7Jg&bvm=bv.133700528,d.d2s



RÉFÉRENCES SITOGRAPHIQUES

1. Actu-Environnement (2016). Dictionnaire de l'environnement : définition d'énergie fossile. Disponible sur : http://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/energie_fossile.php4 [consulté le 15/08/16]
2. RTFlash recherche et technologie (2011). Enercon présente la plus puissante éolienne terrestre. Disponible sur : <http://www.rtflash.fr/enercon-presente-plus-puissante-eolienne-terrestre/article> [consulté le 1/09/16]
3. Actu-Environnement (2016). Eolien : annulation des schémas régionaux des Pays-de-la-Loire et de l'Auvergne. Disponible sur : <http://www.actu-environnement.com/ae/news/schemas-regionaux-pays-loire-auvergne-eolien-annulation-26798.php4> [consulté le 20/08/16]
4. Green Law Avocat (2015). Nouvelle annulation d'un SRE ou le brassage d'air en vide juridique. <http://www.green-law-avocat.fr/nouvelle-annulation-dun-s-r-e-ou-le-brassage-dair-en-vide-juridique/> [consulté le 20/08/16]
5. Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer (2014). Éolien terrestre : démarches administratives. Disponible sur : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Demarches-administratives.12282.html> [consulté le 15/07/16]
6. Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer (2011). Évaluation environnementale : les procédures d'évaluation environnementale Disponible sur : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Les-procedures-d-evaluation,12012.html> [consulté le 15/07/15]
7. Légifrance (1976). Loi n° 76-629 du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature - Article 2. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexteArticle.do?idArticle=LEGIARTI000006846404&cidTexte=LEGITEXT000006068553&dateTexte=19760713> [consulté le 25/06/16]
8. Légifrance (2015). Code de l'environnement - Article L122-1. Disponible sur : https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do;jsessionid=8E6219914BA123FD6B1657AE829B5C2E.tpdila13v_1?idArticle=LEGIARTI000029738451&cidTexte=LEGITEXT000006074220&categorieLien=id&dateTexte=20160805 [consulté le 24/06/15]
9. Dictionnaire de l'environnement. Effet la définition du dico. Disponible sur : http://www.dictionnaire-environnement.com/effet_ID2839.html [consulté le 15/08/15]
10. Dictionnaire de l'environnement. Impact environnemental la définition du dico. Disponible sur : http://www.dictionnaire-environnement.com/impact_environnemental_ID894.html [consulté le 15/08/15]
11. Légifrance (2014). Code de l'environnement - Article R512-8. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?cidTexte=LEGITEXT000006074220&idArticle=LEGIARTI000006838685&dateTexte=&categorieLien=cid> [consulté le 24/06/16]
12. Légifrance (2012). Code de l'environnement - Article R122-5. Disponible sur : https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do;jsessionid=8E6219914BA123FD6B1657AE829B5C2E.tpdila13v_1?idArticle=LEGIARTI000025087414&cidTexte=LEGITEXT000006074220&categorieLien=id&dateTexte=20160814 [consulté le 24/06/16]



**AGROCAMPUS
OUEST**

- CFR Angers**
 CFR Rennes



*Logo(s) des établissements en co-
habilitation, de l'école partenaire
accueillant l'étudiant en année de
spécialisation, ou de l'école d'origine
de l'étudiant*



Année universitaire : 2015 - 2016

Spécialité :

Paysage.....

Spécialisation (et option éventuelle) :

Ingénierie des Territoires.....

Mémoire de fin d'études

- d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage
 de Master de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage
 d'un autre établissement (étudiant arrivé en M2)

ANNEXES

Par : Claire LEFEUVRE

Soutenu à Angers, le 19 septembre 2016

Devant le jury composé de :

Président : Véronique BEAUJOUAN

Autres membres du jury (Nom, Qualité)

Maître de stage : Maxime PIOT

Enseignant référent : Nathalie CARCAUD

Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST

Ce document est soumis aux conditions d'utilisation
« Paternité-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de Modification 4.0 France »
disponible en ligne <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr>



ANNEXE I : Extrait réglementaire de l'article R 122-5 du code de l'environnement (version en vigueur du 1er juin 2012 au 15 août 2016) (source : Légifrance)

« 1° **Une description du projet** comportant des informations relatives à sa conception et à ses dimensions, y compris, en particulier, une description des caractéristiques physiques de l'ensemble du projet et des exigences techniques en matière d'utilisation du sol lors des phases de construction et de fonctionnement et, le cas échéant, une description des principales caractéristiques des procédés de stockage, de production et de fabrication, notamment mis en œuvre pendant l'exploitation, telles que la nature et la quantité des matériaux utilisés, ainsi qu'une estimation des types et des quantités des résidus et des émissions attendus résultant du fonctionnement du projet proposé.

2° **Une analyse de l'état initial** de la zone et des milieux susceptibles d'être affectés par le projet, portant notamment sur la population, la faune et la flore, les habitats naturels, les sites et paysages, les biens matériels, les continuités écologiques telles que définies par l'article L. 371-1, les équilibres biologiques, les facteurs climatiques, le patrimoine culturel et archéologique, le sol, l'eau, l'air, le bruit, les espaces naturels, agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs, ainsi que les interrelations entre ces éléments ;

3° **Une analyse des effets** négatifs et positifs, directs et indirects, temporaires (y compris pendant la phase des travaux) et permanents, à court, moyen et long terme, du projet sur l'environnement, en particulier sur les éléments énumérés au 2° et sur la consommation énergétique, la commodité du voisinage (bruits, vibrations, odeurs, émissions lumineuses), l'hygiène, la santé, la sécurité, la salubrité publique, ainsi que l'addition et l'interaction de ces effets entre eux ;

4° **Une analyse des effets cumulés** du projet avec d'autres projets connus. Ces projets sont ceux qui, lors du dépôt de l'étude d'impact :
-ont fait l'objet d'un document d'incidences au titre de l'article R. 214-6 et d'une enquête publique ;
-ont fait l'objet d'une étude d'impact au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité administrative de l'État compétente en matière d'environnement a été rendu public. Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté au titre des articles R. 214-6 à R. 214-31 mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont la décision d'autorisation, d'approbation ou d'exécution est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage ;

5° **Une esquisse des principales solutions** de substitution examinées par le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage et les **raisons pour lesquelles**, eu égard aux effets sur l'environnement ou la santé humaine, **le projet présenté a été retenu** ;

6° Les éléments permettant d'apprécier **la compatibilité du projet avec l'affectation des sols** définie par le document d'urbanisme opposable, ainsi que, si nécessaire, son articulation avec les plans, schémas et programmes mentionnés à l'article R. 122-17, et la prise en compte du schéma régional de cohérence écologique dans les cas mentionnés à l'article L. 371-3 ;

7° **Les mesures prévues** par le pétitionnaire ou le maître de l'ouvrage pour :
-éviter les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine et réduire les effets n'ayant pu être évités ;
-compenser, lorsque cela est possible, les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits. S'il

n'est pas possible de compenser ces effets, le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage justifie cette impossibilité.

La description de ces mesures doit être accompagnée de l'estimation des dépenses correspondantes, de l'exposé des effets attendus de ces mesures à l'égard des impacts du projet sur les éléments visés au 3° ainsi que d'une présentation des principales modalités de suivi de ces mesures et du suivi de leurs effets sur les éléments visés au 3° ;

*8° Une présentation des **méthodes utilisées** pour établir l'état initial visé au 2° et évaluer les effets du projet sur l'environnement et, lorsque plusieurs méthodes sont disponibles, une explication des raisons ayant conduit au choix opéré ;*

*9° Une **description des difficultés éventuelles**, de nature technique ou scientifique, rencontrées par le maître d'ouvrage pour réaliser cette étude ;*

*10° Les noms et qualités précises et complètes du ou des **auteurs de l'étude d'impact** et des études qui ont contribué à sa réalisation »*

*11° Lorsque certains des éléments requis en application du II figurent dans l'étude de maîtrise des risques pour les installations nucléaires de base ou dans **l'étude des dangers pour les installations classées pour la protection de l'environnement**, il en est fait état dans l'étude d'impact*

12° Lorsque le projet concourt à la réalisation d'un programme de travaux dont la réalisation est échelonnée dans le temps, l'étude d'impact comprend une appréciation des impacts de l'ensemble du programme. »

ANNEXE II : Extrait réglementaire de l'article R. 122-5 du code de l'environnement (version en vigueur depuis le 15 août 2016) (source : Légifrance)

« I.-Le contenu de l'étude d'impact **est proportionné à la sensibilité environnementale** de la zone susceptible d'être affectée par le projet, **à l'importance et la nature des travaux, installations, ouvrages, ou autres interventions dans le milieu naturel ou le paysage projetés et à leurs incidences prévisibles sur l'environnement ou la santé humaine.**

II.-En application du 2° du II de l'article L. 122-3, l'étude d'impact comporte les éléments suivants, en fonction des caractéristiques spécifiques du projet et du type d'incidences sur l'environnement qu'il est susceptible de produire :

1° Un **résumé non technique** des informations prévues ci-dessous. Ce résumé peut faire l'objet d'un document indépendant ;

2° Une **description du projet**, y compris en particulier :

- une description de la localisation du projet ;
- une description des caractéristiques physiques de l'ensemble du projet, y compris, le cas échéant, des travaux de démolition nécessaires, et des exigences en matière d'utilisation des terres lors des phases de construction et de fonctionnement ;
- une description des principales caractéristiques de la phase opérationnelle du projet, relatives au procédé de fabrication, à la demande et l'utilisation d'énergie, la nature et les quantités des matériaux et des ressources naturelles utilisés ;
- une estimation des types et des quantités de résidus et d'émissions attendus, tels que la pollution de l'eau, de l'air, du sol et du sous-sol, le bruit, la vibration, la lumière, la chaleur, la radiation, et des types et des quantités de déchets produits durant les phases de construction et de fonctionnement.

[...]

3° Une **description des aspects pertinents de l'état actuel** de l'environnement et de leur **évolution** en cas de mise en œuvre du projet, dénommée " scénario de référence ", et un **aperçu de l'évolution probable de l'environnement en l'absence de mise en œuvre du projet**, dans la mesure où les changements naturels par rapport au scénario de référence peuvent être évalués moyennant un effort raisonnable sur la base des informations environnementales et des connaissances scientifiques disponibles ;

4° Une **description des facteurs** mentionnés au III de l'article L. 122-1 **susceptibles d'être affectés de manière notable par le projet** : la population, la santé humaine, la biodiversité, les terres, le sol, l'eau, l'air, le climat, les biens matériels, le patrimoine culturel, y compris les aspects architecturaux et archéologiques, et le paysage ;

5° Une **description des incidences notables que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement** résultant, entre autres :

- a) De la construction et de l'existence du projet, y compris, le cas échéant, des travaux de démolition ;
- b) De l'utilisation des ressources naturelles, en particulier les terres, le sol, l'eau et la biodiversité, en tenant compte, dans la mesure du possible, de la disponibilité durable de ces ressources ;
- c) De l'émission de polluants, du bruit, de la vibration, de la lumière, la chaleur et la radiation, de la création de nuisances et de l'élimination et la valorisation des déchets ;
- d) Des risques pour la santé humaine, pour le patrimoine culturel ou pour l'environnement ;
- e) Du cumul des incidences avec d'autres projets existants ou approuvés, en tenant compte le cas échéant des problèmes environnementaux relatifs à l'utilisation des ressources



naturelles et des zones revêtant une importance particulière pour l'environnement susceptibles d'être touchées. Ces projets sont ceux qui, lors du dépôt de l'étude d'impact :

- ont fait l'objet d'un document d'incidences au titre de l'article R. 214-6 et d'une enquête publique ;

- ont fait l'objet d'une évaluation environnementale au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public.

Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté au titre des articles R. 214-6 à R. 214-31 mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont la décision d'autorisation est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le maître d'ouvrage ;

f) Des incidences du projet sur le climat et de la vulnérabilité du projet au changement climatique ;

g) Des technologies et des substances utilisées.

La description des éventuelles incidences notables sur les facteurs mentionnés au III de l'article L. 122-1 porte sur les effets directs et, le cas échéant, sur les effets indirects secondaires, cumulatifs, transfrontaliers, à court, moyen et long termes, permanents et temporaires, positifs et négatifs du projet ;

6° Une **description des incidences négatives notables attendues** du projet sur l'environnement qui résultent de la vulnérabilité du projet à **des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs** en rapport avec le projet concerné. Cette description comprend le cas échéant les mesures envisagées pour éviter ou réduire les incidences négatives notables de ces événements sur l'environnement et le détail de la préparation et de la réponse envisagée à ces situations d'urgence ;

7° Une **description des solutions de substitution raisonnables** qui ont été examinées par le maître d'ouvrage, en fonction du projet proposé et de ses caractéristiques spécifiques, et une indication des **principales raisons du choix effectué**, notamment une comparaison des incidences sur l'environnement et la santé humaine ;

8° Les **mesures prévues** par le maître de l'ouvrage pour :

- éviter les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine et réduire les effets n'ayant pu être évités ;

- compenser, lorsque cela est possible, les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits. S'il n'est pas possible de compenser ces effets, le maître d'ouvrage justifie cette impossibilité.

La description de ces mesures doit être accompagnée de **l'estimation des dépenses** correspondantes, de l'exposé des effets attendus de ces mesures à l'égard des impacts du projet sur les éléments mentionnés au 5° ainsi que d'une présentation des principales modalités de suivi de ces mesures et du suivi de leurs effets sur les éléments mentionnés au 5° ;

9° **Le cas échéant, les modalités de suivi des mesures d'évitement, de réduction et de compensation proposées ;**

10° Une description des **méthodes de prévision ou des éléments probants utilisés pour identifier et évaluer les incidences** notables sur l'environnement ;

11° Les **noms, qualités et qualifications du ou des experts** qui ont préparé l'étude d'impact et les études ayant contribué à sa réalisation ;

12° Lorsque certains des éléments requis ci-dessus figurent dans l'étude de maîtrise des risques pour les installations nucléaires de base ou dans l'étude des dangers pour les installations classées pour la protection de l'environnement, il en est fait état dans l'étude d'impact.»



ANNEXE III : Les phases successives d'un projet éolien terrestre (MEDDM, ADEME, 2010)

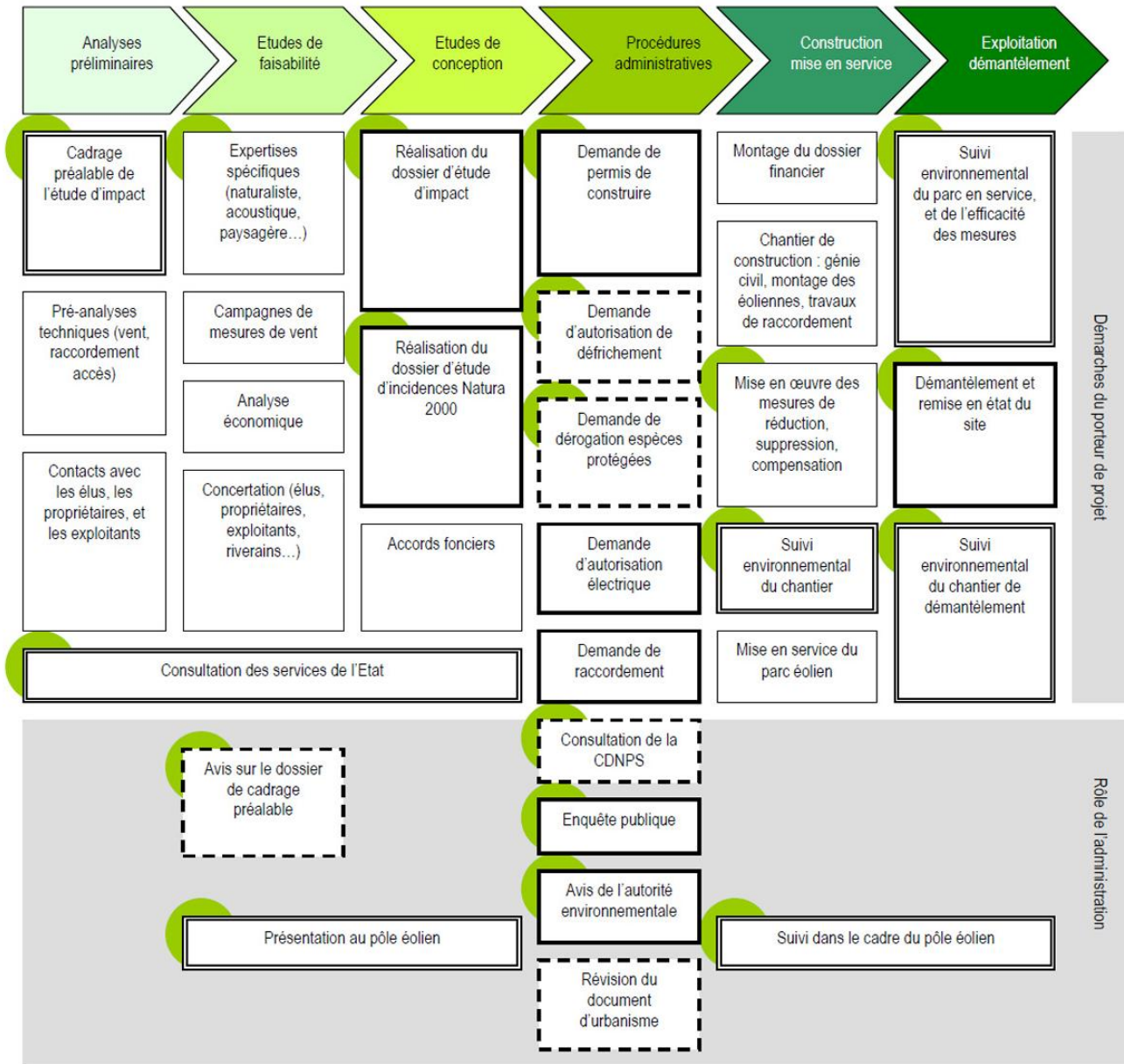


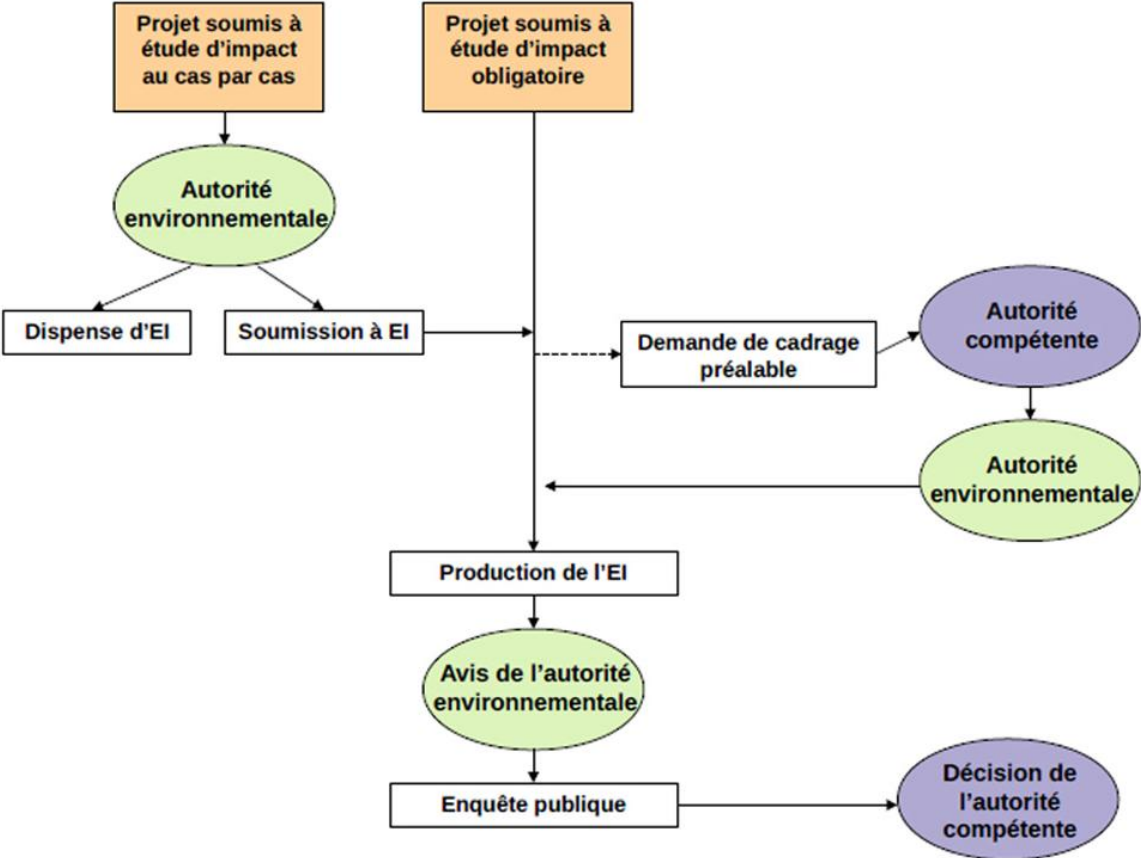
Figure 5 - Les étapes d'un projet éolien terrestre



ANNEXE IV : Les étapes d'un projet éolien (Conseil régional de Bretagne, 2006)

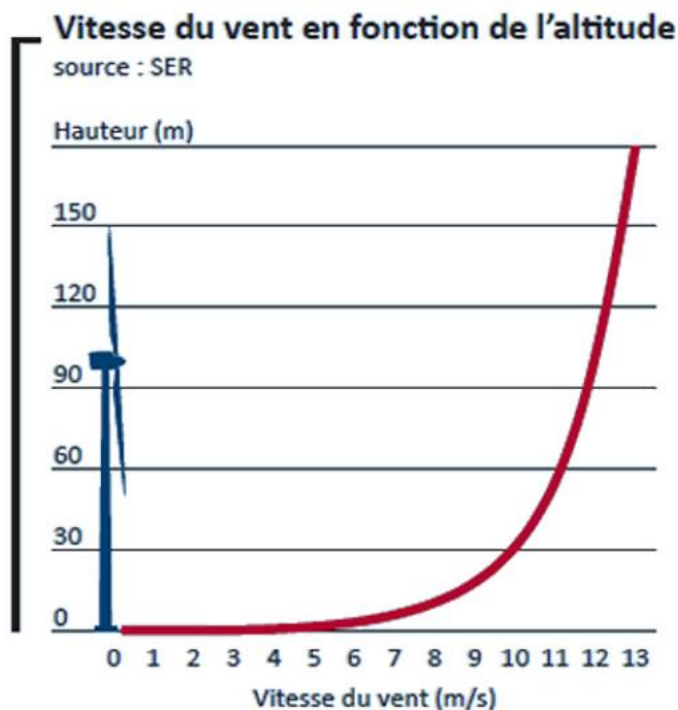


ANNEXE V : Schéma des étapes administratives successives de l'étude d'impact (Poitevin, 2013)



Pourquoi la plupart des éoliennes ont-elles trois pales ?

Le vent étant freiné par les obstacles au sol, la vitesse du vent augmente avec l'altitude. De ce fait, le vent en haut d'une éolienne soufflera plus fort qu'en bas du rotor. Dans le cas d'une éolienne à une ou deux pales, la variation de la force sur le moyeu est alors importante car lorsqu'une pale est au plus haut (captant davantage le vent), l'autre pale est au plus bas (peu de vent), obligeant alors la mise en place de systèmes spécifiques. En revanche, l'installation de trois pales permet une compensation de ces différences et une moindre variation de puissance à chaque rotation du rotor.



ANNEXE VII : Comparaison des approches énergétique et paysagère de 3 pays (Nadai, Labussière, 2009)

Eoliennes et paysage

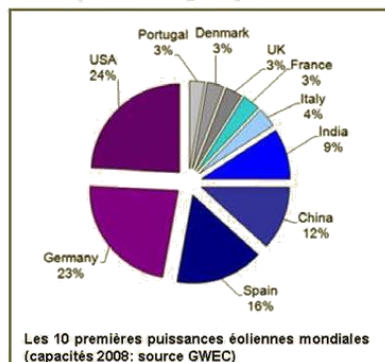
La politique éolienne entre politique de l'énergie et politique du paysage

Economie – sociologie – géographie – aménagement



Réalisation Alain Nadai et Olivier Labussière (CIRED)

Politiques énergétiques



PORTUGAL

ALLEMAGNE

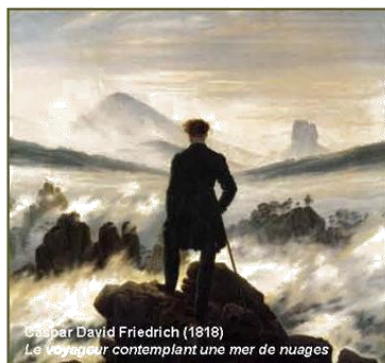
FRANCE

Un outil économique semblable, des résultats hétérogènes

PORTUGAL	ALLEMAGNE	FRANCE
2,15 GW*	22,24 GW*	2,45 GW*
25,79 GW**	20,11 GW**	2,45 GW**
. Début éolien mi-1990's	. Début éolien 1980's	. Début éolien fin 1990's
. Tarif d'achat (> 2006)	. Tarif d'achat (> 1991)	. Tarif d'achat (> 2000)
. Dépendance éner. forte	. Retrait du nucléaire	. Choix du nucléaire
. Politique éol. appuyée sur privatisation élect.	. Politique éol. appuyée sur initiatives locales	. Politique éol. appuyée sur privatisation élect.
. Émergence d'une industrie éolienne locale	. Dévelop. industriel soutenu par gouvernement	. Absence polit. indust.
. Redistribution par taxe	. Redistribution par parts	. Redistribution par taxe

* Capacités éoliennes installées (EWEA, 2007)
** Puissances normalisées (base France)

Approches paysagères

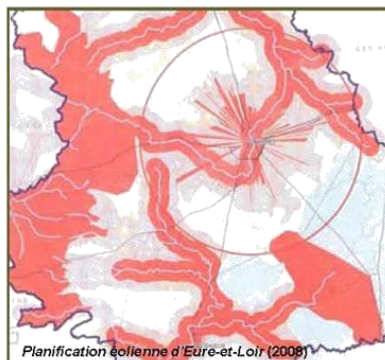


Des cultures différentes de gestion du paysage

PORTUGAL	ALLEMAGNE	FRANCE
. Gestion centralisée récente (depuis 1970's)	. Gestion décentralisée ("Heimat": pays natal)	. Gestion centralisée (bien commun national)
. Valeur : logique d'usages / influence mineure de l'approche scénique	. Valeur : paysage associé à une logique d'usages	. Valeur : qualités scéniques et visuelles / Etat garant
. Mise en partage : tradition communautaire forte mais peu reconnue > communaux (<i>baldios</i>)	. Mise en partage : tradition nordique assemblée locale > "land-schaft"	. Mise en partage : représentations admin. normées, géométriques > zonage et classement
. Adoption CEP***	. Non adoption CEP***	. Adoption CEP***

*** Convention Européenne du Paysage (valorisation des paysages ordinaires)

Transition énergétique, transition paysagère



Enjeux de gouvernance territoriale

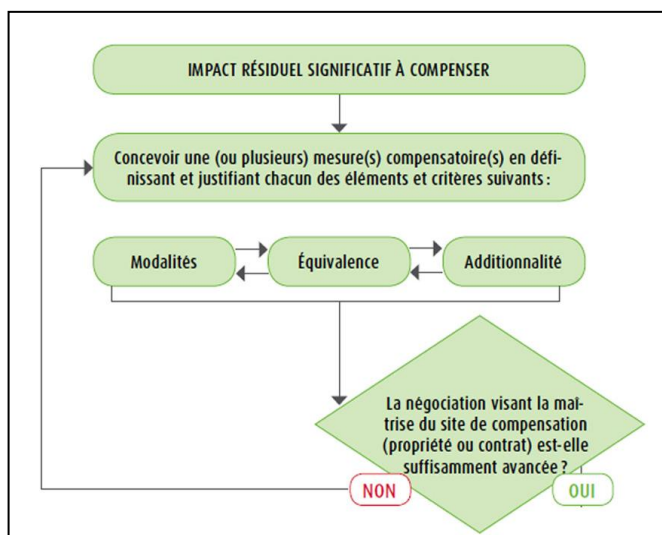
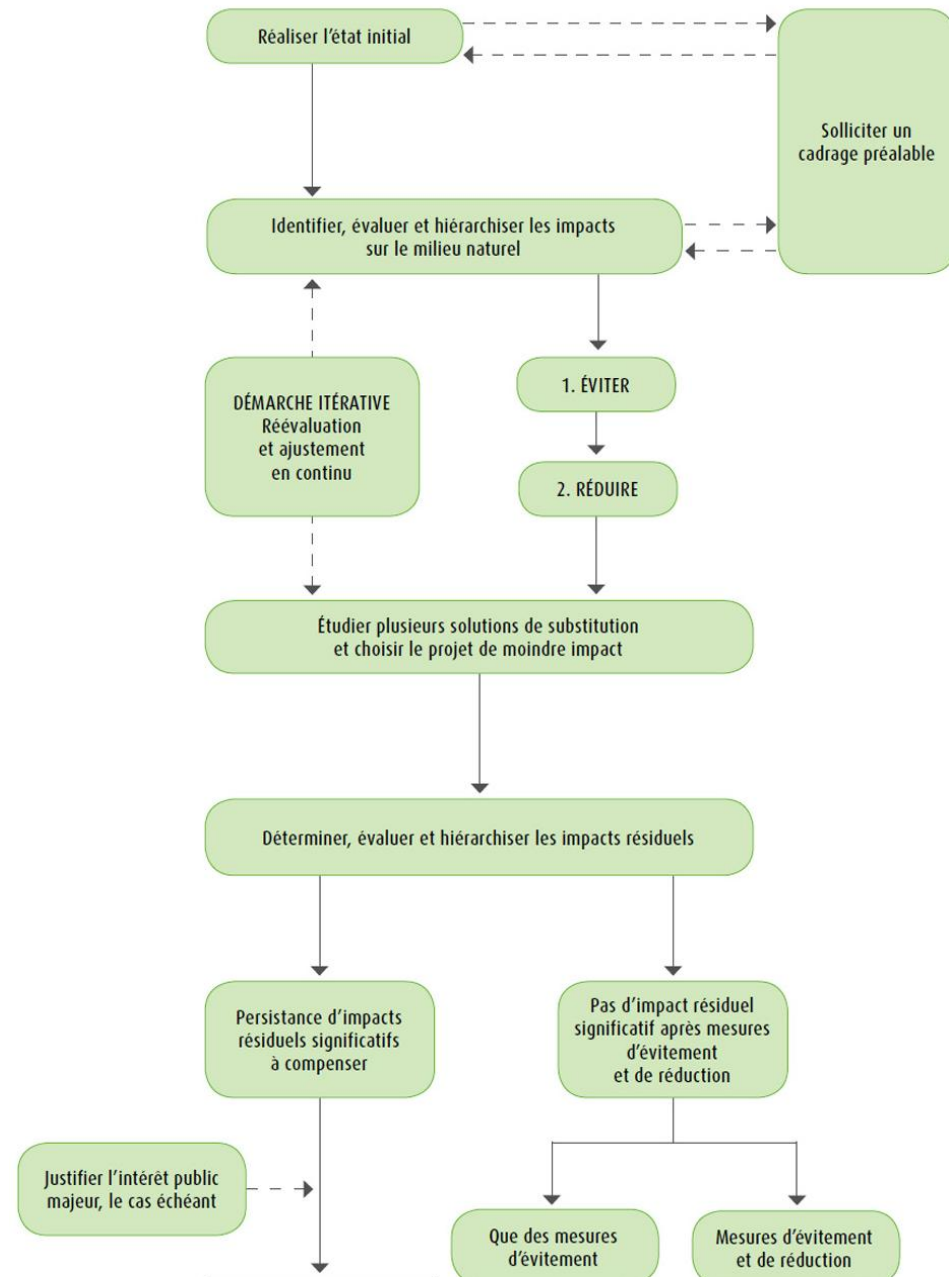
PORTUGAL	ALLEMAGNE	FRANCE
. Prise en charge non anticipée	. Prise en charge anticipée	. Prise en charge non anticipée
. Projets éoliens bénéficient de la tradition communautaire / opport. économique	. Politique éolienne appuyée sur organis. fédérale et des communautés locales	. Administration non préparée / faillite modèle de gestion / régulation tardive (ZDE : 2005)
. Réaffirmation du local par rapport au central / enjeu rééquilibrage des niveaux de décision	. Modèle éolien communautaire / peu d'oppositions locales	. Enjeu décentralisation énergétique et paysagère / mise en politiq. difficile / fortes opposit. locales

Conclusion


Portugal	une production énergétique sans précédent au niveau national qui revitalise les communautés locales
Allemagne	une politique énergétique qui épouse la gestion traditionnelle du paysage par assemblées locales
France	un double enjeu de décentralisation énergétique et de renouvellement de la gouvernance paysagère



ANNEXE VIII : Logigramme sur la conception du projet de moindre impact (Commissariat général au développement durable, 2013)





	Diplôme : Ingénieur de l'institut supérieur des sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage Spécialité : Paysage Spécialisation / option : Ingénierie des Territoires Enseignant référent : Nathalie CARCAUD
Auteur(s) : Claire LEFEUVRE Date de naissance* : 22/02/1992	Organisme d'accueil : Agence Laurent Couâsnon Adresse : 1 rue Joseph Sauveur, 35000 RENNES
Nb pages : 53 Annexe(s) : 8	
Année de soutenance : 2016	Maître de stage : Maxime PIOT
Titre français : Les mesures d'évitement, de réduction et de compensation appliquées aux projets éoliens	
Titre anglais : Measures of avoidance, reducing and compensation applied to wind projects	
Résumé (1600 caractères maximum) : Dans le cadre du développement des énergies renouvelables, l'énergie éolienne occupe une place grandissante. Les projets éoliens sont soumis, comme tous les projets susceptibles de générer des impacts sur l'environnement et la santé humaine, à une étude d'impact. Cette dernière est régie par le principe d'évitement, de réduction et de compensation des impacts (ERC). Ainsi l'objectif de cette étude est de comprendre les interrelations entre les mesures ERC, les projets éoliens et le paysage. D'un côté, les éoliennes impactent tout particulièrement le paysage par leurs dimensions hors normes et leur implantation. Elles sont soumises à de forts enjeux d'acceptation sociale. D'un autre côté, les mesures ERC font l'objet d'une réglementation stricte et s'appliquent à l'ensemble des composantes de l'environnement (dont le paysage). Elles visent à concevoir le projet le moins impactant. En pratique, la mise en œuvre des mesures ERC est plus difficile. Elle l'est d'autant plus pour le paysage que pour les milieux naturels, qui disposent d'outils d'analyse quantitative. La subjectivité du paysage fait l'objet de débats sur l'évaluation des impacts, l'interprétation des effets visuels (visible/perceptible) ou encore la compensation des impacts. Les mesures ERC sont donc amenées à évoluer pour répondre aux problématiques actuelles des projets éoliens et plus globalement du paysage.	
Abstract (1600 caractères maximum) : Within the framework of renewable energy development, wind power has become central. As every project which is likely to disturb environment and health, wind-energy projects must imply an environmental impact study. This document follows the principle of avoidance, reducing and compensation of impacts (ERC). Thus, the goal of this review is to appreciate relations between ERC measures, wind-energy projects and landscape. On one side, turbines strongly impact landscape with their large size and their location. They are dealing with high social acceptance issues. On the other side, ERC measures have to respect specific rules, they apply to all environment components (including landscape). In practice, the implementation of ERC measures is more challenging. It appears to be more difficult for landscape than for natural environment, which has its own quantitative analysis tools. The subjectivity of landscape is the subject of debates about assessment impacts, interpretation of visuals effects lecture and comprehension of impacts. ERC measures will have to evolve to deal with wind-energy projects and more generally landscape currents problems.	
Mots-clés : étude d'impact, évitement, réduction, compensation, paysage, parc éolien Key words : environmental impact assesement, avoiding, reducing, compensation, landscape, wind farm	

* Élément qui permet d'enregistrer les notices auteurs dans le catalogue des bibliothèques universitaires