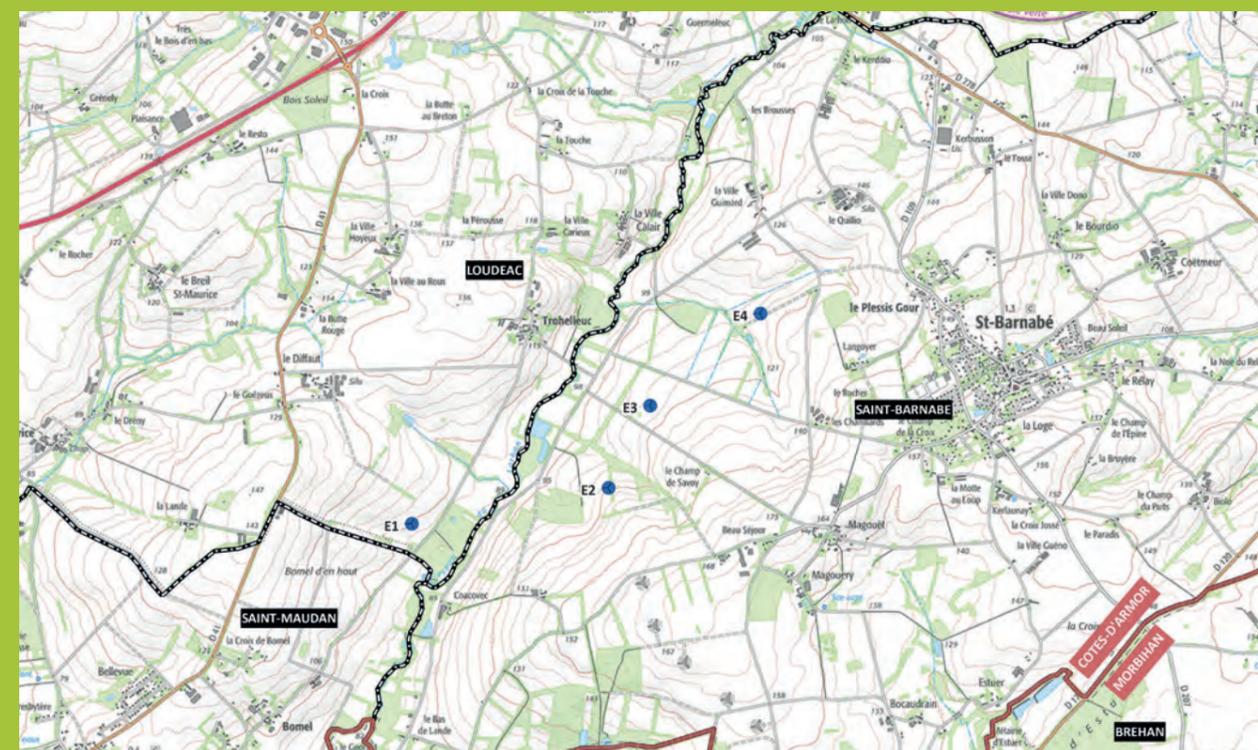


Etude d'impact sur l'environnement

PROJET DE PARC ÉOLIEN DE Loudéac et Saint-Barnabé

Communes de Loudéac et de Saint-Barnabé
DÉPARTEMENT DES COTES D'ARMOR



MW

MWc

TEP

W

Maître d'Ouvrage : ENGIE Green Vallée du Larhon

Parc éolien de Loudéac et de Saint-Barnabé

Communes éponymes (Côtes-d'Armor-22)



Juin 2020



Maître d'Ouvrage : ENGIE Green Vallée du Larhon

Intervenants Abies :

- Contrôle qualité : Paul NEAU
- Coordination et rédaction : Rémi DAFFOS
- Biodiversité : Camille BOUIN
- Paysage et patrimoine : Florence SANSSENE
- Cartographie : Christelle MARTY et Stéphanie JAVEL

ABIES, SARL au capital de 172 800 euros
RCS : 448 691 147 Toulouse - Code NAF : 7112B
7, avenue du Général Sarrail
31290 Villefranche-de-Lauragais - France
Tél. : 05 61 81 69 00. Fax : 05 61 81 68 96 Mail : info@abiesbe.com

SOMMAIRE

1	PRÉAMBULE	7
1.1	Contexte général du projet	9
1.2	Choix de l'énergie éolienne	12
1.3	Contexte législatif et réglementaire	16
1.4	Cadre réglementaire - Synthèse	24
2	DESCRIPTION DU PROJET	25
2.1	Description générale du projet éolien de Loudéac et Saint-Barnabé	26
2.2	Description technique du parc éolien de Loudéac et Saint-Barnabé	30
2.3	La phase chantier	40
2.4	La phase d'exploitation	48
2.5	Démantèlement et remise en état du site	50
2.6	Vulnérabilité du projet	52
2.7	Le projet en bref	56
3	MÉTHODES	57
3.1	Les aires d'études	59
3.2	Méthodologie générale de l'étude d'impact	63
3.3	Méthodologie liée à l'expertise pédologique	65
3.4	Méthodologie liée au milieu naturel	66
3.5	Méthodologie liée au milieu humain	75
3.6	Méthodologie d'expertise paysagère	81
4	ETAT INITIAL	89
4.1	Milieu physique	91
4.2	Milieu naturel	109
4.3	Milieu humain	143
4.4	Paysage	172
5	LES IMPACTS	227
5.1	Impacts sur le milieu physique	229
5.2	Impacts sur le milieu naturel	244
5.3	Impacts sur le milieu humain	262
5.4	Impacts sur le paysage et le patrimoine	296
5.5	Incidences négatives notables en cas d'accidents ou de catastrophes majeurs	389
6	VARIANTES D'IMPLANTATION	397
6.1	Choix de la localisation	399
6.2	Présentation des variantes d'implantation	410
6.3	Comparaison des variantes d'implantation	418
6.4	Justification de la variante retenue	420
6.5	Autre implantation possible	420

7 COMPATIBILITÉ ET ARTICULATION AVEC LES DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE 421

7.1	Introduction	423
7.2	Le Schéma Régional Climat Air Energie	424
7.3	Le Schéma Régional Eolien Bretagne	425
7.4	Le Schéma Régional de Raccordement au Réseau des Energies Renouvelables	426
7.5	Le Schéma Régional de Cohérence Ecologique	427
7.6	SDAGE ET SAGE	429
7.7	Les documents d'urbanisme	431
7.8	Conclusion	431

8 MESURES 433

8.1	Objet des mesures	435
8.2	Engagements d'ENGIE Green	436
8.3	Préservation du milieu physique	437
8.4	Préservation du milieu naturel	447
8.5	Préservation du milieu humain	479
8.6	Préservation du paysage	487
8.7	Mesures mises en place face aux incidences négatives notables du projet en cas d'accident ou de catastrophes majeurs	493
8.8	Coûts des mesures environnementales	501

9 IMPACTS CUMULÉS 503

9.1	Généralités	505
9.2	Inventaire des projets	505
9.3	Impacts cumulés sur le milieu physique	508
9.4	Impacts cumulés sur le milieu naturel	509
9.5	Impacts cumulés sur le milieu humain	510
9.6	Impacts cumulés sur le paysage et le patrimoine	511
9.7	Conclusions	531

10 SCENARIO D'EVOLUTION DU SITE DE LOUDEAC ET SAINT-BARNABÉ 533

10.1	Eléments de cadrage	535
10.2	Eléments de caractérisation de l'évolution du site	535
10.3	Tableau comparatif des scénarios d'évolution du site	539
10.4	Conclusion	540

11 ANNEXES 541

11.1	Textes de loi	543
11.2	Annexe 2 : Concertation	564
11.3	Annexe 3 : les certifications	587
11.4	Annexe 4 : Synthèse du milieu naturel	591
11.5	Annexe 5 : Impacts sur le milieu humain	609
11.6	Annexe 6 : Exemple de précision des simulations visuelles	618
11.7	Bibliographie	623

1 PRÉAMBULE

Le présent chapitre définit le contexte géographique et législatif dans lequel s'inscrit le projet éolien et précise la réglementation en vigueur pour la mise en œuvre d'une étude d'impact sur l'environnement.

1.1	Contexte général du projet	9		
1.1.1	Introduction	9		
1.1.2	Cadre géographique	9		
1.1.3	Historique et concertation préalable	10		
1.1.4	Présentation du pétitionnaire	11		
1.1.5	Les experts ayant contribué à la réalisation de la présente étude d'impact	11		
1.2	Choix de l'énergie éolienne	12		
1.2.1	Changement climatique, les travaux du GIEC	12		
1.2.2	Les engagements internationaux, européens et nationaux en France	13		
1.2.3	Le complément de rémunération	13		
1.2.4	État des lieux de l'éolien en Bretagne	13		
1.3	Contexte législatif et réglementaire	16		
1.3.1	Les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)	16		
1.3.2	L'Autorisation Environnementale	16		
1.3.3	Le processus d'évaluation environnementale et l'étude d'impact	17		
1.3.4	L'évaluation des incidences Natura 2000	19		
1.3.5	L'étude préalable sur l'économie agricole	19		
1.3.6	L'autorisation de défrichement	19		
1.3.7	L'autorisation d'exploiter au titre de l'article L.311-1 du code de l'énergie	20		
1.3.8	L'information et la participation du public	20		
1.3.9	La loi de transition énergétique pour la croissance verte	22		
1.3.10	La loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages	22		
1.3.11	La loi relative à la liberté de création, à l'architecture et au patrimoine	22		
1.3.12	Les Schémas Régionaux Éoliens (SRE) et les Schémas Régionaux d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET)	23		
1.4	Cadre réglementaire - Synthèse	24		

1.1 Contexte général du projet

1.1.1 Introduction

La présente étude est celle de l'impact sur l'environnement du projet de parc éolien de Loudéac et de Saint-Barnabé sur les communes éponymes, dans le département des Côtes d'Armor. Le projet consiste en l'implantation de quatre éoliennes de 2 000 kilowatts pour une puissance totale de 8 MW.

ENGIE Green, du groupe ENGIE, est la société porteuse de ce projet. La société ENGIE Green Vallée du Larhon exploitera le parc.

Le projet de parc éolien de Loudéac et de Saint-Barnabé répond à la politique nationale et régionale de densification de l'éolien. Les communes d'accueil du projet sont situées en zone favorable du Schéma Régional Eolien Bretagne, contribution au Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie.

Remarque : Le SRE a été annulé par le Tribunal Administratif de Rennes, le 23 octobre 2015.

L'énergie éolienne, énergie propre et renouvelable par excellence, offre de nombreux atouts pour la protection de l'environnement. Elle peut cependant présenter des impacts locaux négatifs relatifs aux milieux naturels, à l'avifaune, aux populations riveraines, aux paysages, ...

A contrario, l'énergie éolienne présente des impacts positifs tels que l'évitement d'émissions de CO₂ ou de production de déchets, la substitution de la production thermique ... Le développement de l'énergie éolienne contribue également à redynamiser un territoire. Un parc éolien génère ainsi des ressources fiscales qui peuvent permettre aux collectivités locales de concrétiser des projets. Enfin, l'implantation d'éoliennes permet une diversification des revenus pour le monde agricole.

L'objet de cette étude d'impact sur l'environnement est d'analyser ces impacts négatifs (et positifs) et de proposer des moyens de les supprimer, les atténuer, ou les compenser.

1.1.2 Cadre géographique

Les communes de Loudéac et de Saint-Barnabé se situent au cœur de la Bretagne centrale. Situées toutes deux en Côtes d'Armor, elles jouxtent les limites départementales du Morbihan.

Le site éolien est localisé à une quarantaine de kilomètres au sud de Saint-Brieuc et à une cinquantaine au nord de kilomètres de Vannes.

Le territoire de Loudéac est au carrefour de deux axes routiers majeurs :

- La RN 164, desservant la région Bretagne d'est en ouest ;
- La RD 700, desservant la région Bretagne de nord au sud.

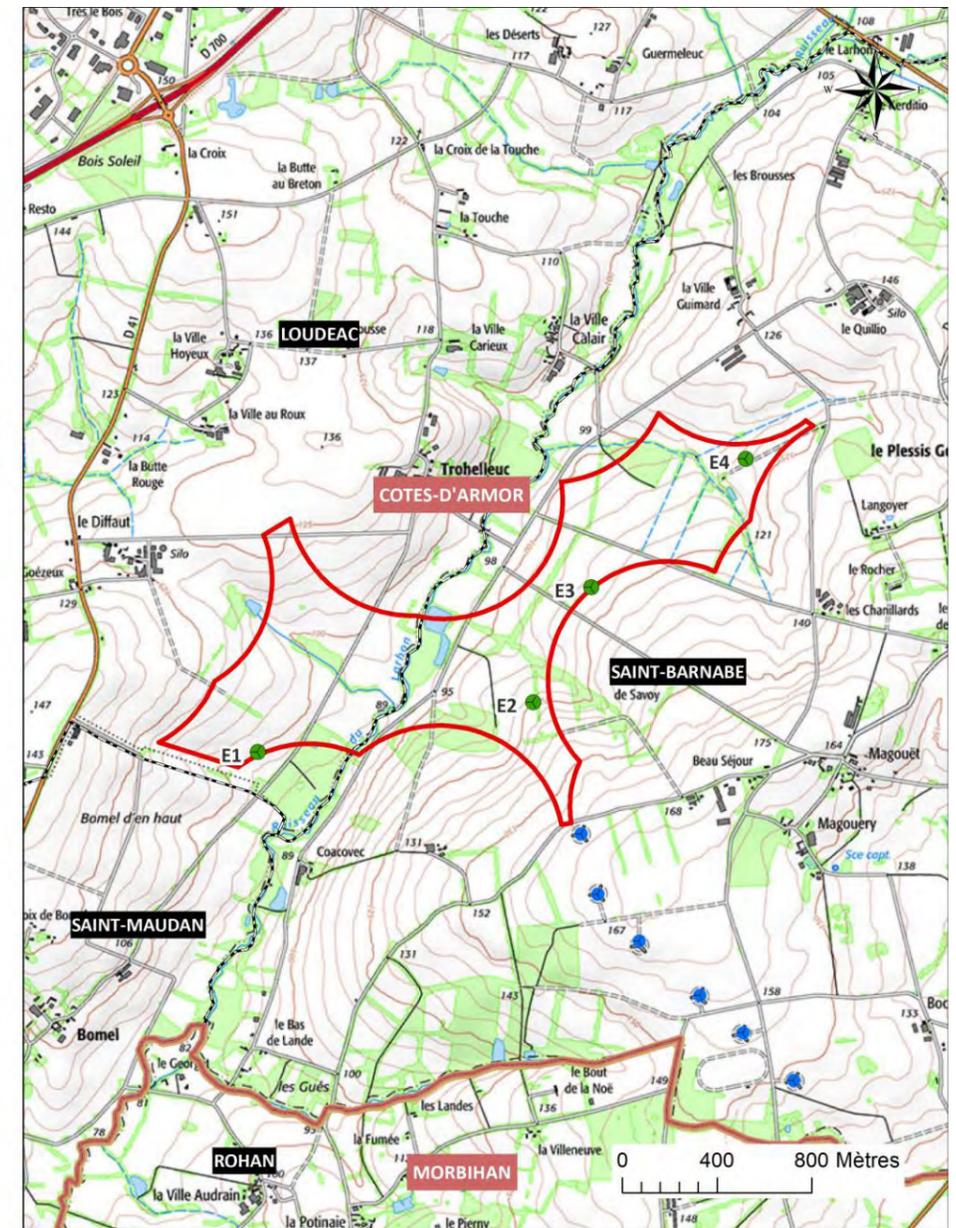
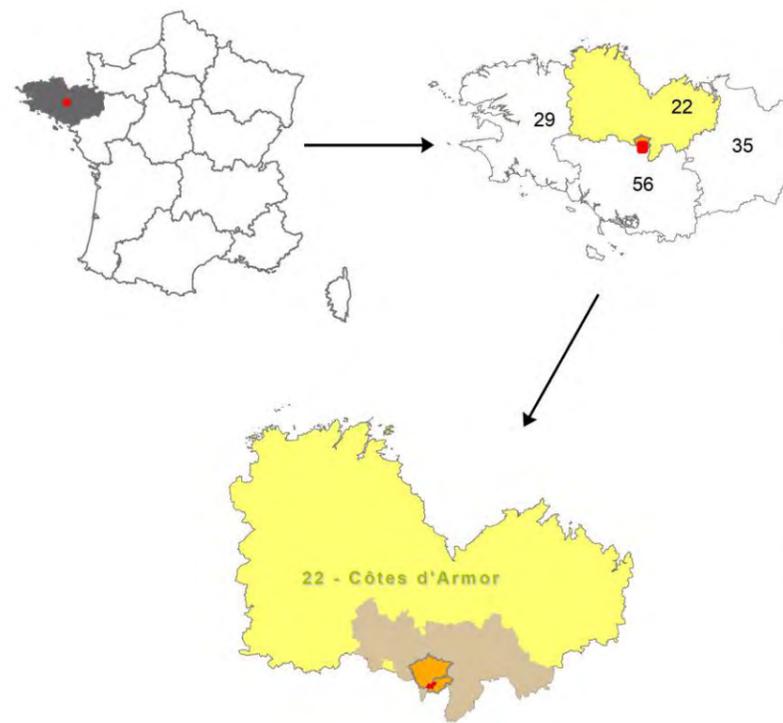
Les communes de Loudéac et de Saint-Barnabé appartiennent à la Communauté de Communes de Loudéac, réunissant 42 communes.

Elles sont réunies également dans le canton de Loudéac.

Il est à noter au sud de l'aire d'implantation possible, l'exploitation d'un parc éolien, sur la commune de Saint-Barnabé, composé de six aérogénérateurs.

Projet éolien de Loudéac et de Saint-Barnabé

Plan de situation



Fond : Scan25® - ©IGN Paris Reproduction interdite. Réalisation : ABIES ; Janvier 2020

Carte 1 - Cadre géographique et administratif du projet de parc éolien Loudéac et Saint-Barnabé

1.1.3 Historique et concertation préalable

1.1.3.1 Historique du projet

Le tableau suivant présente les principales dates du développement du projet éolien de Loudéac et de Saint-Barnabé.

Date	Etapas
2013	Recherche des sites éoliens dans le département : le site de Loudéac et de Saint-Barnabé répond au cahier des charges techniques.
2014	Rencontres avec les propriétaires et les exploitants de Loudéac Organisation d'une réunion d'informations avec les propriétaires et les exploitants de Loudéac Rencontre avec Monsieur le Maire de Saint-Barnabé en vue d'une possible extension de la zone d'étude. Monsieur le Maire de Saint-Barnabé a donné son accord. Rencontre avec Monsieur le Maire de Saint-Maudan en vue d'une possible extension de la zone d'étude. Monsieur le Maire de Saint-Maudan a formulé un refus.
2015	Organisation de rencontres avec les propriétaires et les exploitants de Saint-Barnabé. Une réunion d'informations réunissant les propriétaires et les exploitants de Saint-Barnabé.
Automne 2015	Lancement des expertises naturalistes confiées au bureau d'études Biotope. Lancement des expertises acoustiques confiées au bureau d'études Alhyange.
Hiver 2016	Installation d'un mât de mesures de vent sur site
Printemps 2016	Refus du Conseil Municipal de Saint-Barnabé du développement d'un projet éolien concurrent par la société EDPR Lancement de l'expertise paysagère et de l'étude d'impact sur l'environnement confiées à ABIES
Juin 2016	Présentation du projet d'ENGIE Green au pôle éolien Changement de municipalité à Loudéac.
Juillet 2016	Campagne de sondage en porte-à-porte auprès des riverains du parc éolien.
Novembre 2016	Présentation du projet d'ENGIE Green au pôle éolien
Décembre 2016	Tenue de deux permanences d'informations à destination du public, les 7 et 10 décembre, respectivement à Saint-Barnabé puis à Loudéac. Edition d'une plaquette d'informations présentant le projet de Loudéac destinée au public.
Décembre 2016	Dépôt du Dossier de Demande d'Autorisation Unique.
2017	ENGIE Green rencontre des difficultés foncières.
Décembre 2017	Retrait du Dossier de Demande d'Autorisation Unique de l'instruction.
2018	Redéfinition du projet éolien : passage de 6 à 4 éoliennes Informations réalisées auprès des élus Rencontre des Services de l'Etat (DREAL /DDTM) pour présentation du nouveau projet Edition d'une plaquette présentant le nouveau projet et distribution sur les 2 communes concernées
Automne 2018	Dépôt du dossier de demande d'Autorisation Environnementale

Tableau 1 : historique du projet éolien de Loudéac et de Saint-Barnabé

1.1.3.2 Concertation et communication autour du projet

La sensibilisation et l'information des populations locales font partie des composantes essentielles à la compréhension, à l'acceptation et à l'appropriation d'un projet éolien.

Ainsi, le projet éolien de Loudéac et de Saint-Barnabé a fait l'objet d'une campagne de sondage en porte-à-porte. 106 personnes ont ainsi été sondées aux alentours du site éolien (cf. carte ci-après). L'enquête a été réalisée par le cabinet Liegey Muller et Pons, accompagné des salariés d'ENGIE Green.

A l'issue de cette campagne de sondage, il est apparu que :

- L'accueil des riverains a été dans son ensemble très bon ;
- Même les riverains défavorables ont accepté d'échanger avec les personnes en charge de l'enquête du sondage ;
- Près de la moitié des riverains rencontrés a souhaité être tenus informés de l'évolution du projet et a accepté de laisser ses coordonnées, y compris parmi les opposants ;

Les interrogations et les préoccupations mentionnées par les riverains correspondaient en grande majorité aux éléments préparés en amont dans le script et les réponses aux questions.



Carte 2 : situation géographique des riverains ayant fait l'objet du sondage en lien avec le développement du projet

L'illustration suivante résume la proportion d'avis en faveur ou non du projet éolien de Loudéac et de Saint-Barnabé.

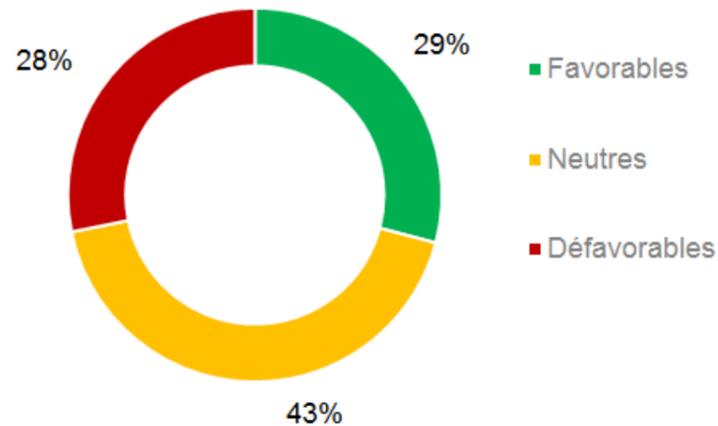


Illustration 1 : résumé de l'avis des riverains vis-à-vis du développement du projet éolien de Loudéac, sur l'échantillon de 106 personnes

Il apparaît que :

- 28% des sondés sont défavorables au développement du projet ;
- 72 % des sondés sont neutres ou favorables au développement du projet.

Les principales préoccupations évoquées par les riverains du projet éolien de Loudéac et de Saint-Barnabé sont résumées sur l'illustration suivante :

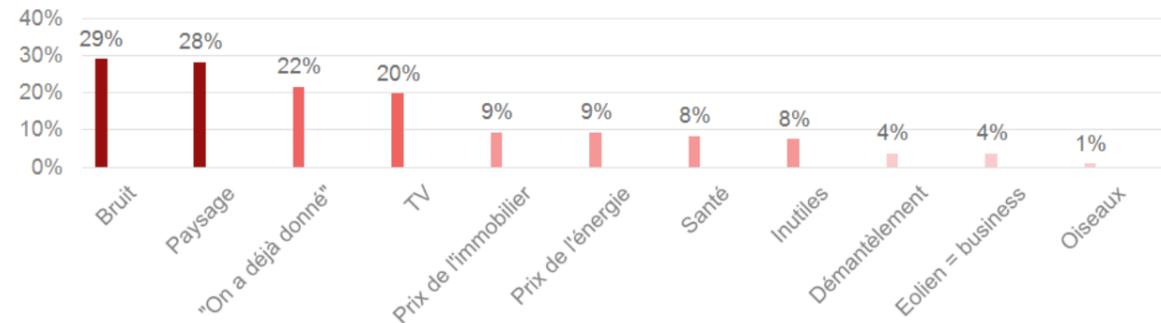


Illustration 2 : résumé des préoccupations évoquées par les riverains du projet éolien de Loudéac et de Saint-Barnabé

Cette démarche de porte-à-porte sera développée plus amplement dans la partie impacts de la présente étude d'impact (chapitre 5.3 p 240).

On peut retenir que les plus proches riverains sont favorables à la réalisation du projet de parc éolien de Loudéac et de Saint-Barnabé bien qu'un certain nombre de préoccupations aient été évoquées.

1.1.4 Présentation du pétitionnaire

Le porteur de projet	
	<p>Né de la fusion des filiales du Groupe Futures Energies, et MAÏA Eolis et La Compagnie du Vent, ENGIE Green est un leader de la production d'énergies renouvelables en France. Eolien, photovoltaïque, énergies marines : ses 400 collaborateurs s'engagent aux côtés des acteurs locaux pour le développement et l'exploitation de projets adaptés, qui révèlent le potentiel de chaque territoire. ENGIE Green dispose d'une expertise complète dans les domaines du développement, de la construction et de l'exploitation et de la maintenance des parcs éoliens et photovoltaïques.</p>
<p>BAT II Le triade- Parc le Millénaire 215 avenue Samuel Morse- CS 20756 34 967 MONTPELLIER Contact : Agathe Grevellec Bâtiment le Nautilus 14 rue du sous-marin Vénus CS 94 489 56 324 Lorient cedex Tél. +33 (0)2 97 88 24 65 agathe.grevellec@engie.com</p>	<p>Implanté dans 16 agences en France, ENGIE Green totalise plus de 1300 MW éoliens et 860 MWC solaires installés et exploités. Ces parcs alimentent l'équivalent de 1 400 000 habitants.</p>

1.1.5 Les experts ayant contribué à la réalisation de la présente étude d'impact

La présente étude d'impact a été réalisée par le bureau d'études environnement Abies spécialisé dans le domaine des énergies renouvelables en général - et de l'énergie éolienne en particulier - et dont les références et compétences sont multiples :

- rédaction d'études d'impact sur l'environnement et d'évaluations environnementales ;
- expertises naturalistes (ornithologiques et botaniques essentiellement) et paysagères ;
- aide à la réalisation de schémas éoliens (Languedoc-Roussillon, Limousin) ;
- communication (formation, information, rédaction de guides pour l'ADEME, le MEDD (Ministère de l'Écologie et du Développement Durable)).

Afin de rédiger cette étude d'impact, Abies a mobilisé l'équipe suivante :

Domaine d'intervention	Abies	Compétence
Coordination et rédaction	Rémi Daffos	Ingénieur en Génie Industriel de l'Environnement
Volet naturaliste	Lucile Tirello	Titulaire d'un Master « Bioévaluation des Ecosystèmes et Expertise de la Biodiversité »
	Camille Bouin	Ingénieur Agronome de Montpellier SupAgro
Volet Paysage	Florence Sanssené	Ingénieur paysagiste diplômé de l'Ecole Nationale Supérieure d'Horticulture et d'Aménagement du Paysage d'Angers (ENSHAP)

Domaine d'intervention	Abies	Compétence
Cartographie et traitement des données	Christelle Marty	Formée aux « Méthodes et Techniques des Systèmes d'Information Géographiques »
Contrôle Qualité	Paul Neau	Directeur du bureau d'études et ingénieur écologue

Avec les expertises :

<p>Biotope : pour études naturalistes (faune et flore) Contact : Joaquim Prunier, Ingénieur écologue et cartographe Agence Nantes BP60 103 - 40 201 Nantes cedex 2 Tel : 02 40 05 32 30</p>	
<p>Artémia Environnement Contact : Maëva Jestin et Ludovic Huriez 1A rue de Chuignes 80 340 Herlveille Tel : 03 22 84 28 78</p>	
<p>Alhyange : pour l'étude acoustique. Contact : Sylvain Devaux (acousticien) 14 rue du Rouz 29 900 Concarneau Tel : 02 98 90 48 15</p>	
<p>Abies : Contact : Florence Sanssené - Ingénieur Paysagiste 7 avenue du Général Sarraill 31290 Villefranche de Lauragais 05 61 81 69 00</p>	

fondements scientifiques des risques liés au changement climatique d'origine humaine, cerner plus précisément les conséquences possibles de ce changement et envisager d'éventuelles stratégies d'adaptation et d'atténuation.

Dans son rapport de synthèse du Bilan 2007 des changements climatiques¹ le GIEC constate un « réchauffement du système climatique sans équivoque et note déjà, à l'échelle du globe, une hausse des températures moyennes de l'atmosphère et de l'océan, une fonte massive de la neige et de la glace et une élévation du niveau moyen de la mer. [...] Les observations effectuées sur tous les continents et dans la plupart des océans montrent qu'une multitude de systèmes naturels sont touchés par les changements climatiques régionaux, en particulier par la hausse des températures ».

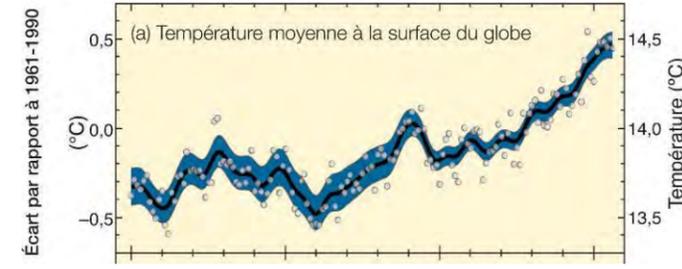


Figure 1 : variations de la température à l'échelle du globe (Source : rapport de synthèse du GIEC, 2008)

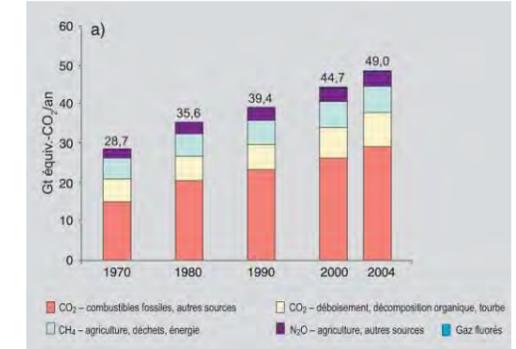


Figure 2 : émissions annuelles de GES anthropiques dans le monde, 1970-2004 (Source : rapport de synthèse du GIEC, 2008)

Un rapport de synthèse a été publié le 31 octobre 2014. Nous retiendrons les éléments suivants :

❖ L'évolution récente du climat est liée à trois facteurs :

- la réponse du climat aux facteurs naturels (activité solaire, activité volcanique) ;
- la variabilité interne au climat (interactions océan-atmosphère) ;
- la réponse du climat aux perturbations dues aux activités humaines.

❖ Le réchauffement climatique se traduit par :

- l'élévation de la température : chacune des trois dernières décennies a été successivement plus chaude que toutes les décennies précédentes depuis 1850 ;
- l'augmentation du niveau de la mer : le niveau moyen mondial de la mer s'est élevé d'environ 20 cm depuis le début du XXème siècle ;
- l'accélération de la fonte des glaciers de montagne et des pôles, significative depuis le milieu du XXème siècle ;
- l'augmentation de la température de l'océan : la couche supérieure de l'océan (0-700 m) s'est réchauffée entre 1971 et 2010.

❖ Les impacts potentiels pour l'Homme sont :

- pénuries d'eau et de nourriture ;
- déplacements de populations ;
- pauvreté grandissante ;
- inondations côtières.

❖ Les mesures d'atténuation doivent se concentrer sur :

- un usage plus raisonnée de l'énergie ;
- une plus grande utilisation des énergies propres ;
- le renforcement des puits de carbone ;
- un changement des modes de vie et des comportements.

1.2 Choix de l'énergie éolienne

1.2.1 Changement climatique, les travaux du GIEC

Conscients des enjeux du changement climatique à l'échelle du globe, l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) et le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) ont créé, en 1988, le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC).

Le GIEC a pour mission d'évaluer, sans parti pris et de façon méthodique, claire et objective, les informations d'ordre scientifique, technique et socio-économique qui nous sont nécessaires pour mieux comprendre les

¹ Bilan 2007 des changements climatiques : Rapport de synthèse, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 2008 - ISBN 92-9169-222-0

L'évolution du climat constatée sur les 150 dernières années ne peut être expliquée qu'en incluant, dans la représentation physique et dans le calcul, les émissions de gaz à effet de serre (GES) d'origine humaine. Il est extrêmement probable que l'influence humaine est la cause dominante du changement climatique observé. La concentration de CO₂ dans l'atmosphère a augmenté de 20 % depuis 1958 et de 40 % depuis 1750, début de l'ère industrielle. La croissance des émissions de GES entre 2000 et 2010 a été plus importante qu'au cours des trois précédentes décennies (+ 2,2 % par an contre une croissance de + 1,3 % par an entre 1970 et 2000).

1.2.2 Les engagements internationaux, européens et nationaux en France

1.2.2.1 Les engagements internationaux

Du 30 novembre 2015 au 12 décembre 2015 a eu lieu la Conférence de Paris sur le climat, il s'agissait de la 21^e Conférence des Parties (COP21) à la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC). Ce sommet international avait pour objectif de décider des mesures à mettre en place dans le but de limiter le changement climatique.

Le 12 décembre 2015, l'Accord de Paris a été adopté par consensus par l'ensemble des 195 parties. Concrètement, l'Accord vise à « renforcer la riposte mondiale à la menace des changements climatiques, dans le contexte du développement durable et de la lutte contre la pauvreté, notamment en :

- Contenant l'élévation de la température moyenne de la planète nettement en dessous de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels et en poursuivant l'action menée pour limiter l'élévation de la température à 1,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels, étant entendu que cela réduirait sensiblement les risques et les effets des changements climatiques;
- Renforçant les capacités d'adaptation aux effets néfastes des changements climatiques et en promouvant la résilience à ces changements et un développement à faible émission de gaz à effet de serre, d'une manière qui ne menace pas la production alimentaire;
- Rendant les flux financiers compatibles avec un profil d'évolution vers un développement à faible émission de gaz à effet de serre et résilient aux changements climatiques ».

1.2.2.2 Les engagements européens

En ratifiant le protocole de Kyoto (1997), les 15 États-membres de l'Union européenne se sont engagés conjointement à réduire globalement leurs émissions des six principaux gaz à effet de serre (GES) d'origine anthropique. Fin 2008, le paquet « Énergie Climat » a été adopté par l'Union Européenne afin de mettre en place une politique européenne commune de l'énergie plus soutenable et durable et de lutter contre le changement climatique.

En 2014, la Commission européenne a adopté une nouvelle série d'orientations données aux politiques énergétiques et a fixé de nouveaux objectifs pour 2030 :

- 40 % de réduction des émissions de gaz à effet de serre par rapport à 1990 ;
- 27 % d'énergies renouvelables dans le mix énergétique;
- 27 % d'économies d'énergie.

Dans le cadre de l'adoption de ce paquet législatif « Énergie Climat », la France s'est engagée sur une réduction de 14 % entre 2005 et 2020 des émissions de gaz à effet de serre.

1.2.2.3 Les engagements nationaux

La publication de l'arrêté du 24 avril 2016² modifie les objectifs de développement de la production d'énergie renouvelables fixés via la PPI (Programmation Pluriannuelle des Investissements de production électrique) du 15 décembre 2009. Le Décret n° 2016-1442 du 27 octobre 2016³ relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie définit les priorités d'action des pouvoirs publics pour la gestion des formes d'énergie sur le territoire métropolitain

² Arrêté du 24 avril 2016 relatif aux objectifs de développement des énergies renouvelables, JORF n°0098 du 26 avril 2016 texte n° 23 NOR: DEVR1607461A

³ Décret n° 2016-1442 du 27 octobre 2016 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie, NOR: DEVR1619015D

continental sur la période 2016-2023 afin d'atteindre les objectifs définis aux articles L.100-1, L.100-2 et L.100-4 du code de l'énergie.

Échéance	Puissance totale installée
Au 31 décembre 2018	15 000 MW à terre
Au 31 décembre 2023	21 800 MW (option basse) à 26 000 MW (option haute) à terre

Tableau 2 : objectifs de développement de l'éolien en France (Source : PPI du 15 décembre 2009 modifié par l'arrêté du 24 avril 2016)

Notons qu'au 31 mars 2018 la puissance éolienne terrestre installée en France (métropole et DOM) était de 13 600 MW⁴.

1.2.3 Le complément de rémunération

Le régime de soutien à l'éolien terrestre, anciennement basé sur un mécanisme d'obligation d'achat pour chaque kWh produit⁵, répond désormais au dispositif de complément de rémunération.

À ce titre, le producteur vend l'électricité produite par son parc éolien sur le marché français de l'électricité et reçoit en complément une prime à l'énergie lui permettant d'atteindre un tarif d'achat garanti, ou « Tarif de référence (Te) », de l'électricité vendue dont le montant est fixé par les pouvoirs publics. Cette prime à l'énergie correspond à une « prime de marché ex-post », c'est-à-dire qu'elle est calculée après réalisation de la production et de la vente sur le marché ; elle est versée mensuellement à l'exploitant. Le producteur bénéficie également d'une prime de gestion destinée à compenser notamment les frais de commercialisation sur les marchés et les coûts d'équilibrage. Le complément de rémunération correspond à la somme des deux primes perçues ; il fait l'objet d'un contrat conclu avec EDF pour une durée de 20 ans.

Selon les cas de figures, le complément de rémunération peut être accessible :

- en guichet ouvert, c'est-à-dire sans sélection de projet. Ce dispositif, encadré par l'arrêté du 6 mai 2017⁶, concerne les installations comptant au maximum 6 aérogénérateurs dont la puissance nominale respective n'excède pas 3,0 MW ;
- par le biais d'appels d'offres. La Commission de Régulation de l'Énergie (CRE) a publié en mai 2017 un premier Cahier des Charges de l'appel d'offres⁷. Ce document appelle une puissance cumulée de 3 000 MW répartie en six périodes de candidatures échelonnées sur une durée de 3 ans, du 1^{er} novembre 2017 au 1^{er} mai 2020. Ce dispositif concerne les installations d'au moins 7 éoliennes ; celles dont au moins un aérogénérateur a une puissance nominale supérieure à 3,0 MW et les installations pouvant justifier d'un rejet par EDF d'une demande de contrat de complément de rémunération.

1.2.4 État des lieux de l'éolien en Bretagne

1.2.4.1 Les objectifs

Selon le Schéma Régional Eolien, la Bretagne connaît une situation de fragilité électrique croissante, faisant peser, chaque hiver, un risque de coupure généralisée à l'ensemble du territoire. Cette situation est due à la combinaison de plusieurs facteurs :

- ✓ sa situation péninsulaire (réseau étendu mais principalement alimenté par sa partie occidentale) ;
- ✓ sa faible production électrique locale (9,5 % de la consommation en 2010 dont 8 % provient des énergies renouvelables) ;

⁴ Tableau de bord éolien, Commissariat Général au Développement Durable, 2^{er} trimestre 2018

⁵ Arrêté du 17 juin 2014 fixant les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations utilisant l'énergie mécanique du vent implantées à terre. Ce système assurait au producteur un prix de rachat garanti pour chaque kWh produit dans le cadre d'un contrat passé avec EDF

⁶ Arrêté du 6 mai 2017 fixant les conditions du complément de rémunération de l'électricité produite par les installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent, de 6 aérogénérateurs au maximum - JORF n°0109 du 10 mai 2017

⁷ Cahier des charges de l'appel d'offres portant sur la réalisation et l'exploitation d'installations de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent, implantées à terre

- ✓ une augmentation progressive de la consommation électrique globale tirée essentiellement par une forte croissance démographique qui augmente les besoins en proportion plus importante qu'ailleurs malgré une situation actuellement moins énergivore que le reste du territoire français.

Depuis 2000, des réflexions ont été engagées par différents territoires bretons en vue de réaliser leur schéma de développement de l'éolien (SDE). Les SDE consistent à déterminer, de manière partagée des zones géographiques favorables au développement de l'éolien pour définir des zones de développement de l'éolien (SDE).

En 2010, la région Bretagne, l'Etat, RTE, l'ADEME et l'ANAH ont signé le Pacte électrique breton, reposant sur trois piliers indissociables et complémentaires :

- La maîtrise de la demande en électricité avec pour l'objectif de diviser par 3 la progression de la demande en électricité d'ici 2020 en poursuivant la sensibilisation du grand public, soutenant l'animation des politiques énergétiques sur les territoires, en renforçant les dispositifs de rénovation thermique des logements, etc. ;
- Le déploiement massif de toutes les énergies renouvelables pour multiplier par 4 la puissance électrique renouvelable installée d'ici 2020, soit 3 600 MW ;
- La sécurisation de l'approvisionnement grâce à un réseau de transport de l'électricité renforcé, à l'implantation d'une unité de production électrique à l'ouest de la Bretagne, et à l'intensification de l'expérimentation des réseaux électriques intelligents et du stockage de l'énergie.

Le pacte électrique breton sert encore aujourd'hui de cadre aux politiques volontaristes et ambitieuses engagées sur ce territoire.

Selon le Schéma Régional Eolien, de 2012, l'état et la Région s'engageaient à atteindre un objectif de :

- 1 400 MW de l'éolien terrestre, en 2015 ;
- 1 800 MW au moins, en 2020.

1.2.4.2 L'état d'avancement

Le tableau suivant présente un état des lieux de la puissance éolienne installée en région Bretagne au 31 mars 2018 (source : Tableau de bord éolien, deuxième trimestre 2018, Commissariat Général au Développement Durable).

	Nombre d'installations	Puissance installée
Côtes-d'Armor	49	306 MW
Finistère	43	216 MW
Ille-et-Vilaine	30	110 MW
Morbihan	42	351 MW
Total région	164	983 MW

1.2.4.3 À l'échelle de l'aire d'étude éloignée

Au sein de l'aire d'étude éloignée (permet de localiser le projet dans son environnement large, dans un périmètre de 20 km - cf. chapitre 3.1), plusieurs parcs éoliens sont en fonctionnement, en cours de construction, ou bien autorisée et non construite encore à ce jour.

Ce sont neuf parcs éoliens (construits ou en cours de construction) qui ont été dénombrés au nord de l'aire d'étude éloignée, dans le département des Côtes d'Armor.

En Morbihan ce sont 12 parcs éoliens qui ont été identifiés.

La puissance éolienne totale incluse dans l'aire d'étude éloignée (près de 20 km de rayon) est de **286,6 MW** (selon les informations mises à disposition par la DREAL Bretagne).

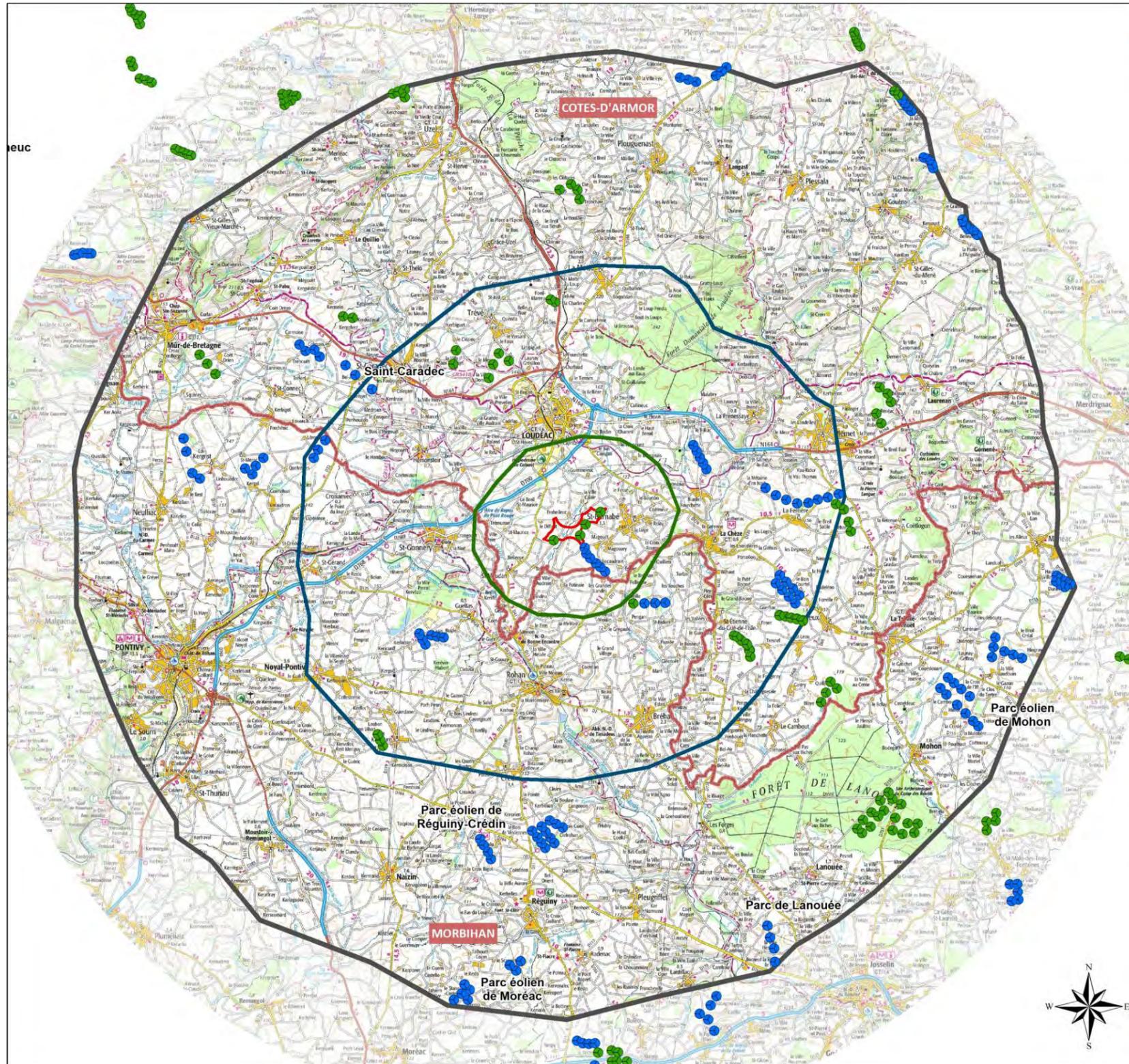
Le projet éolien de Loudéac et de Saint-Barnabé se trouve donc dans un espace de densification de l'éolien.

Le tableau suivant précise les orientations et les éloignements du périmètre de l'aire d'implantation possible des parcs construits ou en cours de construction.

Parcs éoliens dans l'AE éloignée	Eloignement (km)	Orientation
Le Roduel	15,5	O
Saint-Mérec	12,9	O
Lérôme	10,6	O
Saint-Guen	12,6	NO
Saint-Caradec	9,9	NO
Gueltas	6,3	SO
Réguiny-Crédin	13,6	SO
Grande Place	12,2	S
Moréac	20	S
Folleville	3,5	SE
Saint-Barnabé (Beau Séjour)	0,046	S
La Prénessaye/St-Barnabé	4,8	NE
Le Minerai	7,1	E
La Lande	8,2	E
Forêt de Lanouée	17,2	SE
Mohon	16,8	SE
Butte des Fraus	18,3	SE
Ménéac	20,1	E
Les Landes du Mené	20,1	NE
Le Placis Vert	21	NE
Tréby	22,1	NE

Tableau 3 : éloignement et orientation des parcs éoliens construits ou en cours de construction par rapport à l'AIP du projet de parc éolien de Loudéac et de Saint-Barnabé

Le parc éolien le plus proche de l'aire d'étude immédiate est le parc éolien de Beau Séjour, à Saint-Barnabé. La plus proche éolienne est située à **590 m** de l'éolienne E2 en projet.



Projet éolien de Loudéac et de Saint-Barnabé
22 - Côtes d'Armor

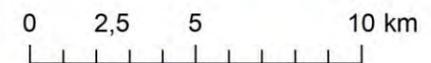


Etat des lieux éolien au 21/11/2019

Eolienne

- Construite
- Non construite ou en instruction

- Limite départementale
- Aire d'étude éloignée
- Aire d'étude rapprochée
- Aire d'étude intermédiaire
- Aire d'implantation possible



Source : GéoBretagne.fr
Fond : Scan100® - ©IGN Paris
Reproduction interdite.
Réalisation : ABIES - Novembre 2019

Carte 3 - Etat des lieux de l'éolien à l'échelle de l'aire d'étude éloignée

1.3 Contexte législatif et réglementaire

1.3.1 Les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)

Le décret n° 2011-984 du 23 août 2011 modifiant la nomenclature des installations classées inscrit les éoliennes à la nomenclature des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), rubrique n°2980.

Selon l'article L.511-1 du code de l'environnement, les ICPE correspondent aux « installations exploitées ou détenues par toute personne physique ou morale, publique ou privée, qui peuvent présenter des dangers ou des inconvénients soit pour la commodité du voisinage, soit pour la santé, la sécurité, la salubrité publiques, soit pour l'agriculture, soit pour la protection de la nature, de l'environnement et des paysages, soit pour l'utilisation rationnelle de l'énergie, soit pour la conservation des sites et des monuments ainsi que des éléments du patrimoine archéologique. ».

Les installations utilisant l'énergie mécanique du vent sont soumises au régime :

- d'autorisation lorsqu'elles comprennent au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 mètres, ainsi que celles comprenant des aérogénérateurs d'une hauteur comprise entre 12 et 50 mètres et d'une puissance supérieure ou égale à 20 MW ;
- de déclaration pour les installations équipées d'aérogénérateurs d'une hauteur comprise entre 12 et 50 mètres et d'une puissance inférieure à 20 MW.

Le projet de parc éolien de Loudéac et Saint-Barnabé est équipé d'aérogénérateurs dont le mât aura pour hauteur minimale 95 m ; il est donc soumis au régime d'autorisation, qualifiée d'Autorisation Environnementale au sens de l'article L.512-1 du code de l'environnement.

1.3.2 L'Autorisation Environnementale

La procédure d'Autorisation Environnementale est encadrée par trois textes : l'Ordonnance n°2017-80 et les Décrets n°2017-81 et n°2017-82 du 26 janvier 2017 relatifs à l'autorisation environnementale⁸ ; elle est également inscrite dans le code de l'environnement au sein d'un chapitre dédié et composé des articles L.181-1 à L.181-31 et R.181-1 à R.181-56.

L'objectif de l'Autorisation Environnementale est de simplifier et d'accélérer les procédures d'instruction et, le cas échéant, d'autorisation des projets tout en permettant :

- de ne pas diminuer le niveau de protection environnementale ;
- l'intégration en amont des enjeux environnementaux ;
- la simplification de la vie des entreprises ;
- une anticipation, une lisibilité et une stabilité juridique accrue pour le porteur de projet.

Cette autorisation consiste à fusionner en une seule et même procédure plusieurs décisions pouvant être nécessaires à la réalisation d'un projet et relevant parfois de différentes législations. Ainsi, dans le cadre d'un projet éolien, l'Autorisation Environnementale vaut, lorsque le projet y est soumis ou le nécessite :

- dérogation aux interdictions édictées pour la conservation de sites d'intérêt géologique, d'habitats naturels, d'espèces animales non domestiques ou végétales non cultivées et de leurs habitats en application du 4° de l'article L. 411-2 ;
- absence d'opposition au titre du régime d'évaluation des incidences Natura 2000 en application du VI de l'article L.414-4 du code de l'environnement. Le dossier de demande d'autorisation environnementale doit

ainsi justifier de l'absence d'incidences significatives sur le réseau Natura 2000 lorsque le projet est susceptible d'en générer ;

- absence d'opposition à la déclaration d'Installations, Ouvrages, Travaux et Activités (IOTA) mentionnés au II de l'article L.214-3 du code de l'environnement, susceptibles d'avoir des incidences sur l'eau et les milieux aquatiques ;
- autorisation d'exploiter une installation de production d'électricité en application de l'article L. 311-1 du code de l'énergie ;
- autorisation de défrichement en application des articles L. 214-13, L. 341-3, L. 372-4, L. 374-1 et L. 375-4 du code forestier ;
- autorisations au titre des servitudes militaires, des servitudes radioélectriques, des abords des monuments historiques et sites patrimoniaux remarquables et des obstacles à la navigation aérienne en application du 12° de l'article L. 181-2 du code de l'environnement, aux termes duquel « 12° Autorisations prévues par les articles L. 5111-6, L. 5112-2 et L. 5114-2 du code de la défense, autorisations requises dans les zones de servitudes instituées en application de l'article L. 5113-1 de ce code et de l'article L. 54 du code des postes et des communications électroniques, autorisations prévues par les articles L. 621-32 et L. 632-1 du code du patrimoine et par l'article L. 6352-1 du code des transports, lorsqu'elles sont nécessaires à l'établissement d'installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent » ;
- autorisation spéciale pour la modification de l'état ou de l'aspect d'une réserve naturelle existante ou en cours de constitution en application des articles L.332-6 et L.332-9 du code de l'environnement ;
- autorisation spéciale pour la modification de l'état ou de l'aspect d'un monument naturel ou d'un site classé ou en instance de classement en application des articles L.341-7 et L.341-10 du code de l'environnement ;
- autorisation spéciale pour les installations terrestres de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et la réalisation de travaux susceptibles de modifier l'aspect extérieur d'un immeuble, bâti ou non bâti, protégé au titre des abords, en l'application des articles L.621-32 et L.632-1 du code du patrimoine.

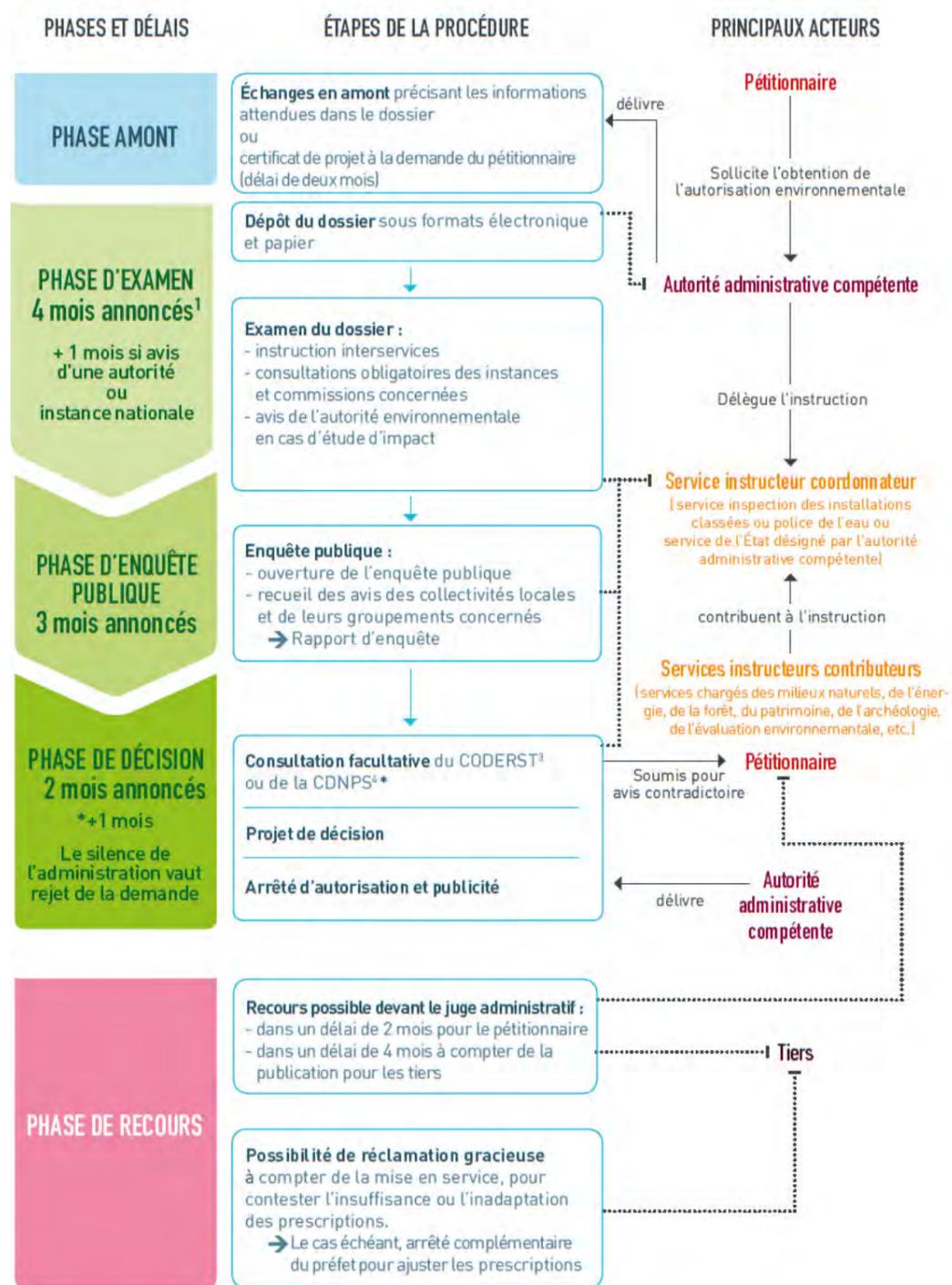
Par ailleurs, l'ordonnance et le décret n°2017-81 relatifs à l'Autorisation Environnementale opèrent certaines mises en cohérence au sein du code de l'environnement et d'autres codes (code de la construction et de l'habitat, code forestier, code de la santé publique, etc.). Parmi ces modifications, il est à noter l'ajout d'un article au sein du code de l'urbanisme, il s'agit de l'article R.425-29-2 qui stipule que « lorsqu'un projet d'installation d'éoliennes terrestres est soumis à autorisation environnementale en application du chapitre unique du titre VIII du livre Ier du code de l'environnement, cette autorisation dispense du permis de construire ».

Le contenu d'un Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale relatif à un projet de parc éolien est détaillé par les articles R.181-13 et D.181-15-2 du code de l'environnement ; parmi les pièces demandées figurent l'étude d'impact, prévue par le III de l'article L. 122-1 et objet du présent document, ainsi que l'étude de dangers mentionnée à l'article L.181-25.

L'Autorisation Environnementale est délivrée par le préfet de département. Le schéma en page suivante détaille cette procédure.

⁸ Textes publiés au Journal Officiel le 27 juillet 2017

LES ÉTAPES ET LES ACTEURS DE LA PROCÉDURE



1. Ces délais peuvent être suspendus, arrêtés ou prorogés : délai suspendu en cas de demande de compléments ; possibilité de rejet de la demande si dossier irrecevable ou incomplet ; possibilité de proroger le délai par avis motivé du préfet. 2. CNPN : Conseil national de la protection de la nature. 3. CODERST : Conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques. 4. CDNPS : Commission départementale de la nature, des paysages et des sites.

Figure 3 : la procédure d'Autorisation Environnementale (Source : Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer)

1.3.3 Le processus d'évaluation environnementale et l'étude d'impact

1.3.3.1 Généralités

L'évaluation environnementale⁹ permet de décrire et d'apprécier de manière appropriée les incidences notables directes et indirectes d'un projet sur l'environnement. Cette procédure est applicable de façon systématique aux projets de parcs éoliens soumis à Autorisation Environnementale (cas du présent projet).

Comme indiqué au III de l'article L.122-1 du code de l'environnement, ce processus se décompose en trois étapes successives :

- l'élaboration par le maître d'ouvrage d'un rapport d'évaluation des incidences du projet sur l'environnement, dénommé "étude d'impact" ;
- la réalisation des consultations pour avis, de l'Autorité Environnementale, des collectivités territoriales et de leurs groupements intéressés par le projet, du public et, le cas échéant, des autorités et organismes transfrontaliers ;
- l'examen par l'autorité compétente pour autoriser le projet, de l'ensemble des informations présentées dans l'étude d'impact et reçues dans le cadre des consultations effectuées et du maître d'ouvrage.

L'étude d'impact, objet du présent dossier, s'insère dans le processus d'évaluation environnementale et évalue les incidences du projet sur l'environnement. Son contenu, défini par l'article R.122-5 du code de l'environnement, est présenté dans le chapitre suivant.

1.3.3.2 Contenu de l'étude d'impact

Le contenu de l'étude d'impact doit être 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.

L'étude d'impact comprend :

- un résumé non technique pouvant faire l'objet d'un document indépendant ;
- une description du projet avec en particulier des informations relatives à sa localisation, ses caractéristiques physiques, sa phase opérationnelle et aux types et quantités de résidus et d'émissions attendus ;
- une description des aspects pertinents de l'état actuel de l'environnement, dénommée "scénario de référence", en particulier les facteurs susceptibles d'être affectés de manière notable par le projet ;
- une présentation des scénarios d'évolution du site en présence et en l'absence de projet ;
- une analyse des incidences notable que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement. Cette description 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. Ces incidences (émission de polluants, bruit, risques pour la santé humaine, incidences sur le climat, etc.) sont en lien avec la construction, l'exploitation et le démantèlement du projet ;
- une analyse des incidences négatives notables du projet sur l'environnement résultant de sa vulnérabilité à des risques d'accident ou de catastrophes majeurs ;
- une description du cumul des incidences avec d'autres projets existants ou approuvés ;
- une description des solutions de substitution raisonnables examinées par le maître d'ouvrage et une indication des principales raisons du choix effectué ;
- les mesures prévues par le maître de l'ouvrage pour :
 - éviter les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine ;
 - réduire les effets n'ayant pu être évités ;

⁹ Inscrite dans le code de l'environnement au Chapitre II du Titre II du Livre Ier

- 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.

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 évalués ; ainsi que, le cas échéant, d'une présentation des modalités de suivi de ces mesures ;

- une **présentation des méthodes de prévision ou des éléments probants utilisés** pour identifier et évaluer les incidences notables du projet sur l'environnement ;
- les **noms, qualités et qualifications du ou des experts** qui ont préparé l'étude d'impact et les études qui ont contribué à sa réalisation.

Par ailleurs, l'étude d'impact tient notamment lieu d'évaluation des incidences Natura 2000 si elle contient les éléments exigés par l'article R. 414-23 du code de l'environnement (Cf. chapitre 1.3.4) ainsi que d'étude préalable sur l'économie agricole si elle satisfait aux prescriptions de l'article D. 112-1-19 du code rural et de la pêche maritime (Cf. chapitre 1.3.5).

Le tableau suivant montre la correspondance entre le contenu réglementaire de l'étude d'impact et les chapitres de la présente étude d'impact :

Contenu réglementaire - Article R.122-5 du code de l'environnement	Correspondance avec les chapitres de la présente étude d'impact
Résumé non technique	Fait l'objet d'un document indépendant
Noms, qualités et qualifications du ou des experts qui ont préparé l'étude d'impact et les études qui ont contribué à sa réalisation	Chapitre 1 - Préambule, sous-chapitre 1.1.5
Description du projet	Chapitre 2 - Description du projet
Description des méthodes de prévision ou des éléments probants utilisés pour l'évaluation des incidences	Chapitre 3 - Méthodes
Description de l'état actuel de l'environnement	Chapitre 4 - État actuel de l'environnement et facteurs susceptibles d'être affectés
Description des incidences notable que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement	Chapitre 5 - Incidences notables du projet sur l'environnement
Description des solutions de substitution raisonnables examinées et indication des principales raisons du choix effectué	Chapitre 6 - Choix du site et variantes d'implantation
Analyse de la vulnérabilité du projet face à des risques d'accident ou de catastrophes majeurs, description des incidences résultantes et mesures mises en place	Analyse répartie dans les sous-chapitres 2.6.2, 5.5 et 8.7
Mesures prévues par le maître d'ouvrage	Chapitre 8 - Mesures et incidences résiduelles
Description du cumul des incidences avec d'autres projets existants ou approuvés	Chapitre 9 - Incidences cumulées
Évaluation des incidences Natura 2000	Évaluation répartie dans les chapitres 4, 5 et 8
Scénarios d'évolution du site en présence et en l'absence de projet	Chapitre 10 - Scénarios d'évolution du site de Loudéac et Saint-Barnabé

Tableau 4 : correspondance entre le contenu réglementaire de l'étude d'impact et les chapitres de la présente étude

La présente étude est complétée par deux autres chapitres :

Thématique	Correspondance avec les chapitres de la présente étude d'impact
Compatibilité et articulation du projet avec les documents de référence	Chapitre 7 - Compatibilité et articulation du projet avec les documents de référence
Annexes de l'étude d'impact	Chapitre 11 - Annexes

Tableau 5 : chapitres supplémentaires de la présente étude d'impact

Les rapports d'expertises naturaliste, acoustique et celles liées à l'identification des zones humides, ayant contribué à l'élaboration de la présente étude sont consultables dans leur intégralité dans le document dénommé « expertises environnementales » joint au Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale.

1.3.3.3 Avis de l'Autorité Environnementale et des collectivités territoriales et groupements associés

Afin d'aider à sa décision, l'autorité compétente pour autoriser le projet transmet pour avis l'étude d'impact, et plus largement le Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale (DDAE), à l'Autorité Environnementale ainsi qu'aux collectivités territoriales et à leurs groupements intéressés par le projet.

La notion de délivrance d'un avis par l'autorité de l'État compétente en matière d'environnement pour les projets soumis à étude d'impact est introduite dans la législation française par loi n° 2005-1319 du 26 octobre 2005, portant diverses dispositions d'adaptation au droit communautaire dans le domaine de l'environnement. Le décret n° 2009-496 du 30 avril 2009¹⁰ fixe le rôle cette autorité appelée également **Autorité Environnementale**¹¹ : l'avis qu'elle émet sur l'étude d'impact des projets se prononce sur la qualité du document et sur la manière dont l'environnement est pris en compte par le projet.

L'avis des **collectivités territoriales et de leurs groupements associés**, visant également à se prononcer notamment sur l'étude d'impact, est quant à lui introduit dans la législation française par l'ordonnance n°2016-1058 du 3 août 2016¹².

Conformément aux dispositions de l'article R.122-7 du code de l'environnement, dès lors que l'Autorité Environnementale et les collectivités territoriales et leurs groupements associés reçoivent les dossiers d'étude d'impact et de demande d'autorisation, ils disposent d'un délai de deux mois, dans le cas des projets de parcs éoliens, pour émettre leur avis. Au-delà de ce délai, il est considéré qu'aucune observation n'est émise.

Une fois ces avis reçus par l'autorité compétente, elle les transmet au maître d'ouvrage. Ces avis ou l'information relative à l'absence d'observations émises dans le délai imparti sont également joints au dossier d'enquête publique afin d'éclairer le public sur la manière dont le maître d'ouvrage a pris en compte les enjeux environnementaux.

Il est à noter qu'en complément des avis mentionnés ci-avant, l'autorité compétente pour autoriser le projet s'appuie sur les conclusions de l'enquête publique et, le cas échéant, sur les consultations transfrontalières réalisées.

¹⁰ Décret n° 2009-496 du 30 avril 2009 relatif à l'autorité administrative de l'État compétente en matière d'environnement prévue aux articles L. 122-1 et L. 122-7 du code de l'environnement

¹¹ Cf. circulaire du 3 septembre 2009 relative à la préparation de l'avis de l'Autorité Environnementale

¹² Ordonnance n° 2016-1058 du 3 août 2016 relative à la modification des règles applicables à l'évaluation environnementale des projets, plans et programmes

1.3.4 L'évaluation des incidences Natura 2000

Conformément au I de l'article L.414-4 du code de l'environnement, « lorsqu'ils sont susceptibles d'affecter de manière significative un site Natura 2000, individuellement ou en raison de leurs effets cumulés, doivent faire l'objet d'une évaluation des incidences au regard des objectifs de conservation du site, dénommée ci-après « Evaluation des incidences Natura 2000 » :

1° Les documents de planification qui, sans autoriser par eux-mêmes la réalisation d'activités, de travaux, d'aménagements, d'ouvrages ou d'installations, sont applicables à leur réalisation ;

2° Les programmes ou projets d'activités, de travaux, d'aménagements, d'ouvrages ou d'installations ;

3° Les manifestations et interventions dans le milieu naturel ou le paysage. ».

L'article R.414-19 dresse la liste de ces documents de planification, programmes ou projets ainsi que des manifestations et interventions devant faire l'objet d'une évaluation des incidences sur un ou plusieurs sites Natura 2000 parmi lesquelles figurent « les projets soumis à évaluation environnementale au titre du tableau annexé à l'article R.122-2 » du code de l'environnement.

Pour rappel, le projet de Loudéac et Saint-Barnabé est soumis à évaluation environnementale (Cf. 1.3.3.1) et par conséquent à évaluation des incidences Natura 2000. L'évaluation des incidences constitue une obligation, que le territoire couvert par le projet ou que sa localisation géographique « soit situé ou non dans le périmètre d'un site Natura 2000 » (II du R.414-19).

L'évaluation est proportionnée à l'importance du document ou de l'opération et aux enjeux de conservation des habitats et des espèces en présence. Son contenu est fixé par l'article R.414-23 du code de l'environnement ; il comporte :

- une présentation simplifiée du projet accompagné d'une carte permettant de localiser le site d'implantation et les sites Natura 2000 susceptibles d'être concernés par des impacts liés au projet ;
- un plan de situation détaillé si le site du projet concerne un périmètre Natura 2000 ;
- un exposé sommaire des raisons pour lesquelles le projet est ou non susceptible d'avoir une incidence sur un ou plusieurs sites Natura 2000. Dans l'affirmative, la liste des sites Natura 2000 susceptibles d'être affectés devra être jointe et justifiée ;
- en cas d'incidences potentielles sur un ou plusieurs sites Natura 2000, le dossier d'évaluation devra analyser les impacts du projet, individuellement ou en raison de ses effets cumulés avec d'autres documents de planification, programmes, projets, manifestations ou interventions, sur l'état de conservation des habitats naturels et des espèces qui ont justifié la désignation du ou des sites ;
- en cas d'impacts significatifs avérés, l'évaluation des incidences présentera les mesures d'évitement et de réduction mises en place. Si des impacts significatifs subsistent malgré ces mesures, l'évaluation exposera les solutions alternatives envisageables et les raisons ayant mené au projet retenu, les mesures compensatoires mises en place ainsi que l'estimation des dépenses et les modalités de prise en charge de ces mesures compensatoires.

La présente étude d'impact intégrera les éléments exigés par l'article R.414-23 du code de l'environnement.

1.3.5 L'étude préalable sur l'économie agricole

Le Décret n° 20161190 du 31 août 2016 relatif à l'étude préalable et aux mesures de compensation prévues à l'article L.112-1-3 du code rural et de la pêche maritime impose la réalisation d'une étude préalable sur l'économie agricole pour les projets soumis à étude d'impact de façon systématique dans les conditions prévues à l'article R.122-2 du code de l'environnement et répondant aux conditions suivantes :

- dont l'emprise est située en tout ou partie :
 - soit sur une zone agricole, forestière ou naturelle, délimitée par un document d'urbanisme opposable et qui est ou a été affectée à une activité agricole au sens de l'article L.311-1 dans les cinq années précédant la date de dépôt du dossier de demande d'autorisation, d'approbation ou d'adoption du projet ;
 - soit sur une zone à urbaniser délimitée par un document d'urbanisme opposable qui est ou a été affectée à une activité agricole au sens de l'article L.311-1 dans les trois années précédant la date de dépôt du dossier de demande d'autorisation, d'approbation ou d'adoption du projet ;
 - soit, en l'absence de document d'urbanisme, sur toute surface qui est ou a été affectée à une activité agricole dans les cinq années précédant la date de dépôt du dossier de demande d'autorisation, d'approbation ou d'adoption du projet ;
- dont la surface prélevée de manière définitive sur les zones mentionnées aux alinéas précédents est supérieure ou égale à un seuil fixé par défaut à cinq hectares. Le Préfet peut déroger à ce seuil en fixant un ou plusieurs seuils départementaux compris entre un et dix hectares, tenant notamment compte des types de production et de leur valeur ajoutée. Lorsque la surface prélevée s'étend sur plusieurs départements, le seuil retenu est le seuil le plus bas des seuils applicables dans les différents départements concernés.

Le projet de parc éolien de Loudéac et Saint-Barnabé répond aux dispositions de la rubrique n°2980 de la nomenclature ICPE ; il est par conséquent soumis à étude d'impact de façon systématique au sens de l'article R.122-2 du code de l'environnement. Son implantation concerne par ailleurs des terres agricoles. Pour autant, son exploitation immobilisera au maximum 2,2 ha de terres agricoles ce qui est inférieur au seuil minimum de 5 ha fixé sur le département des Côtes d'Armor.

Ainsi, la réalisation d'une étude préalable sur l'économie agricole n'est pas nécessaire dans le cadre du présent Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale.

1.3.6 L'autorisation de défrichement

Le terme de défrichement concerne « toute opération volontaire ayant pour effet de détruire l'état boisé d'un terrain et de mettre fin à sa destination forestière » et « toute opération volontaire entraînant indirectement et à terme les mêmes conséquences, sauf si elle est entreprise en application d'une servitude d'utilité publique. » (article L.341-1 du code forestier (nouveau)).

Comme l'indique l'article L.341-3, « nul ne peut user du droit de défricher ses bois et forêts sans avoir préalablement obtenu une autorisation ». Certaines exceptions existent néanmoins : elles sont définies par l'article L.342-1 qui mentionne notamment les défrichements « dans les bois et forêts de superficie inférieure à un seuil compris entre 0,5 et 4 hectares, fixé par département ou partie de département par le représentant de l'Etat, sauf s'ils font partie d'un autre bois dont la superficie, ajoutée à la leur, atteint ou dépasse ce seuil ».

Le projet de Loudéac et de Saint-Barnabé ne concernera aucun bois ou forêt, aucune demande de défrichement ne sera donc nécessaire.

1.3.7 L'autorisation d'exploiter au titre de l'article L.311-1 du code de l'énergie

Sous réserve de l'article L. 311-6 du code de l'énergie, l'exploitation de toute nouvelle installation de production d'électricité est subordonnée à l'obtention d'une autorisation administrative.

En application du premier alinéa de l'article L. 311-6 et de l'article R.311-2 du même code, les installations utilisant l'énergie mécanique du vent sont réputées autorisées dès lors que la puissance électrique installée est inférieure ou égale à 50 MW. Au-delà de ce seuil, ces installations doivent faire l'objet d'une demande d'autorisation en application du décret n° 2016-687¹³.

Le parc éolien de Loudéac et Saint-Barnabé développera une puissance maximale de 8 MW (< 50MW) ; il bénéficiera donc d'une autorisation tacite d'exploiter au titre de l'article L.311-1 du code de l'énergie.

1.3.8 L'information et la participation du public

Le processus d'information et de participation du public à l'élaboration des décisions publiques ayant une incidence sur l'environnement a été renforcé par l'ordonnance n°2016-1060 du 3 août 2016¹⁴ et le décret n°2017-626 du 25 avril 2017¹⁵.

1.3.8.1 Concertation préalable

La concertation préalable vise à favoriser la participation du public en amont du dépôt de la Demande d'Autorisation Environnementale. Selon l'article L.121-15-1 du code de l'environnement, ce processus peut concerner différents types de projets, plans ou programmes ; les projets de parcs éoliens tels que celui de Loudéac et Saint-Barnabé entrent dans la catégorie des « *projets assujettis à une évaluation environnementale en application de l'article L. 122-1 et ne donnant pas lieu à saisine de la Commission nationale du débat public en application de l'article L. 121-8.* ».

Plusieurs échanges avec les services de l'Etat et des habitants et riverains ont été organisés (cf. ci-dessus).

1.3.8.2 L'enquête publique

Une fois le dossier de Demande d'Autorisation Environnementale déposé, la phase d'enquête publique entre dans le processus d'instruction du dossier suite à la réception des avis de l'Autorité Environnementale et des collectivités territoriales ainsi qu'aux retours des avis conformes nécessaires pour assurer la continuité de la procédure. Cette enquête a pour objet d'assurer l'information et la participation du public ainsi que la prise en compte des intérêts des tiers lors de l'élaboration des décisions susceptibles d'affecter l'environnement mentionnées à l'article L.123-2 du code de l'environnement. Les observations et propositions recueillies au cours de l'enquête sont prises en considération par le maître d'ouvrage et par l'autorité compétente pour prendre la décision (article L.123-1 du code de l'environnement).

La durée de l'enquête publique ne peut être inférieure à trente jours pour les projets faisant l'objet d'une évaluation environnementale. Par décision motivée, le commissaire enquêteur ou le président de la commission d'enquête peut prolonger l'enquête pour une durée maximale de quinze jours, notamment lorsqu'il décide d'organiser une réunion d'information et d'échange avec le public durant cette période de prolongation de l'enquête (article L.123-9 de code de l'environnement).

Le public doit être informé de la tenue de l'enquête au moins quinze jours avant son ouverture et durant celle-ci, et ce par voie dématérialisée et par voie d'affichage sur le ou les lieux concernés par l'enquête, ainsi que, selon l'importance et la nature du projet, plan ou programme, par voie de publication locale. Le dossier d'enquête publique est mis en ligne pendant toute la durée de l'enquête. Il reste consultable, pendant cette même durée, sur support papier en un ou plusieurs lieux déterminés dès l'ouverture de l'enquête publique. Un accès gratuit au dossier est également garanti par un ou plusieurs postes informatiques dans un lieu ouvert au public

Pendant l'enquête publique, si la personne responsable du projet estime nécessaire d'apporter à celui-ci ou à l'étude d'impact des modifications substantielles, l'autorité compétente pour ouvrir et organiser l'enquête peut, après avoir entendu le commissaire enquêteur ou le président de la commission d'enquête, suspendre l'enquête pendant une durée maximale de six mois. Cette possibilité de suspension ne peut être utilisée qu'une seule fois. Pendant ce délai, le nouveau projet accompagné de l'étude d'impact intégrant ces modifications est transmis pour avis à l'Autorité Environnementale ainsi qu'aux collectivités territoriales et à leurs groupements. À l'issue de ce délai et après que le public ait été informé des modifications apportées, l'enquête est prolongée d'une durée d'au moins trente jours.

Si, suite aux conclusions du commissaire enquêteur ou de la commission d'enquête, la personne responsable du projet estime souhaitable d'apporter à celui-ci des changements qui en modifient l'économie générale, elle peut demander à l'autorité organisatrice d'ouvrir une enquête complémentaire portant sur les avantages et inconvénients de ces modifications pour le projet et pour l'environnement.

Le commissaire enquêteur ou la commission d'enquête rend son rapport et ses conclusions motivées dans un délai de trente jours à compter de la fin de l'enquête. Le rapport doit faire état des observations et propositions qui ont été produites pendant la durée de l'enquête ainsi que des réponses éventuelles du maître d'ouvrage. Le rapport et les conclusions motivées sont rendus publics par voie dématérialisée sur le site internet de l'enquête publique et sur le lieu où ils peuvent être consultés sur support papier.

Le Décret n°2011-984 du 23 août 2011 modifiant la nomenclature des installations classées a fixé le rayon d'affichage pour l'enquête publique à 6 km pour les installations d'éoliennes comprenant au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 mètres.

Les communes concernées par l'affichage de l'enquête publique pour le projet éolien de Loudéac et Saint-Barnabé sont présentées dans le tableau et la carte suivants. Les communes directement concernées par le projet sont surlignées en orange.

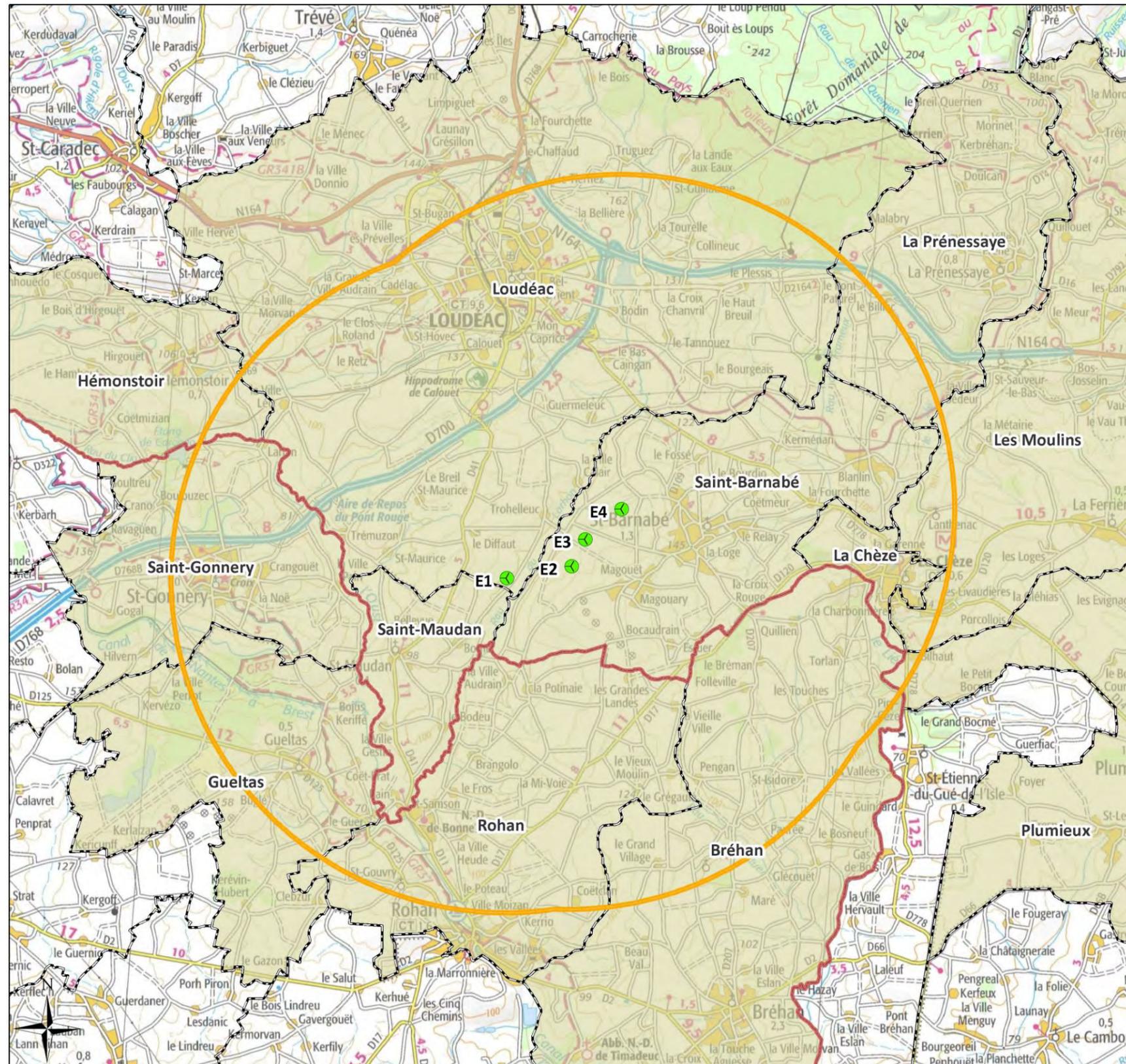
Communes concernées par l'affichage de l'enquête publique					
La Chèze	Les Moulins	Hémonstoir	Loudéac	Plumieux	La Préssénaye
Saint-Barnabé	Saint-Maudan	Bréhan	Gueltas	Rohan	Saint-Gonnelly

Tableau 6 : les communes concernées par l'enquête publique du projet éolien de Loudéac et de Saint-Barnabé

¹³ Décret n° 2016-687 du 27 mai 2016 relatif à l'autorisation d'exploiter les installations de production d'électricité, NOR: DEVR1530865D

¹⁴ Ordonnance n° 2016-1060 du 3 août 2016 portant réforme des procédures destinées à assurer l'information et la participation du public à l'élaboration de certaines décisions susceptibles d'avoir une incidence sur l'environnement, NOR: DEVD1614801R, JORF n°0181 du 5 août 2016 texte n°14

¹⁵ Décret n°2017-626 du 25 avril 2017 relatif aux procédures destinées à assurer l'information et la participation du public à l'élaboration de certaines décisions susceptibles d'avoir une incidence sur l'environnement et modifiant diverses dispositions relatives à l'évaluation environnementale de certains projets, plans et programmes



Carte 4 - Les communes concernées par l'affichage de l'enquête publique

Projet éolien de Loudéac et de Saint-Barnabé

22 - Côtes d'Armor



Affichage enquête publique

-  Eoliennes en projet
-  Communes concernées par l'affichage de l'enquête publique
-  Périmètre de 6 km autour des éoliennes en projet

Élément de localisation

-  Limite départementale
-  Limite communale



Fond : Scan100® - ©IGN Paris
Reproduction interdite.
Réalisation : ABIES - Juin 2020

1.3.9 La loi de transition énergétique pour la croissance verte

La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte, validée le 13 août 2015 par le Conseil constitutionnel et publiée au Journal Officiel le 18 août de la même année, doit permettre à la France de contribuer plus efficacement à la lutte contre le dérèglement climatique et de renforcer son indépendance énergétique en équilibrant mieux ses différentes sources d'approvisionnement.

Les principales modifications d'ordre législatif et réglementaire concernant en particulier l'éolien sont détaillées ci-dessous.

1.3.9.1 Dispositions relatives aux objectifs énergétiques

1.3.9.1.1 Renforcement des objectifs en matière de développement des énergies renouvelables et réduction de la part du nucléaire dans le mix énergétique (art. 1er)

La part des énergies renouvelables doit représenter :

- 23 % de la consommation finale brute d'énergie en 2020 ;
- 32 % de la consommation finale brute d'énergie en 2030.

Les énergies renouvelables doivent représenter 40 % de la production d'électricité en 2030.

La part du nucléaire dans la production d'électricité doit être ramenée à 50 % à l'horizon 2025.

1.3.9.1.2 Mise en place d'une Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) 2016-2023 (art. 176 de la loi de la Transition Énergétique et de la Croissance Verte)

Fixée par le décret n°2016-1442 du 27 octobre 2016 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie, la PPE établit les priorités d'action des pouvoirs publics pour la gestion de l'ensemble des formes d'énergie sur le territoire métropolitain continental sur la période 2016-2023 afin d'atteindre les objectifs définis aux articles L.100-1, L.100-2 et L.100-4 du code de l'énergie. Elle contient notamment un volet relatif au développement de l'exploitation des énergies renouvelables.

1.3.9.2 Dispositions relatives à l'investissement participatif (art. 111 et 119 de la loi de Transition Énergétique et de la Croissance Verte)

La possibilité est donnée de proposer aux personnes physiques, notamment riverains, et aux collectivités territoriales une part du capital des sociétés par actions portant des projets d'énergies renouvelables lors de leur constitution ou de leur évolution. Il est également possible de proposer à ces mêmes personnes de participer au financement du projet.

Ces offres ne constituent pas une offre au public. Un décret en Conseil d'État fixe les montants des offres, les valeurs nominales de titres, les catégories de titres et les catégories d'investisseurs au sens de l'article L. 411-1 du code monétaire et financier.

1.3.10 La loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages

Publiée le mardi 9 août 2016 au Journal Officiel, la loi n°2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages apporte les évolutions suivantes :

- des principes juridiques consolidés pour la biodiversité, la nature et les paysages (régime de réparation du préjudice écologique, objectif " zéro perte nette de biodiversité ", principe de non-régression, principe de solidarité écologique) ;
- la création de l'Agence Française pour la Biodiversité ;
- la diffusion de la connaissance : les données issues des études d'impact seront versées dans l'inventaire du patrimoine naturel ;
- la stratégie nationale pour la biodiversité est inscrite dans le code de l'environnement. La séquence "éviter les atteintes à la biodiversité, à défaut les réduire et, en dernier recours, compenser les impacts résiduels" pour les projets d'aménagement est confortée ;
- la mise en place d'instance sociétales et d'expertise pour associer les acteurs aux débats sur la biodiversité au niveau national et régional ;
- la protection des espèces en danger, des espaces sensibles et de la qualité de l'environnement.

Retenons particulièrement que, dans le cadre de projets d'aménagement, les mesures de compensation des atteintes à la biodiversité ne peuvent pas se substituer aux mesures d'évitement et de réduction et doivent viser un objectif d'absence de perte nette, voire de gain de biodiversité. Elles doivent se traduire par une obligation de résultats et être effectives pendant toute la durée des atteintes.

1.3.11 La loi relative à la liberté de création, à l'architecture et au patrimoine

La loi n° 2016-925 du 7 juillet 2016 relative à la liberté de création, à l'architecture et au patrimoine publiée au Journal Officiel le 8 juillet 2016 a pour objectifs principaux d'affirmer et garantir la liberté de création et de moderniser la protection du patrimoine. Parmi les nombreuses dispositions de cette loi, certaines sont susceptibles de concerner particulièrement les projets de parcs éoliens et doivent donc être prises en compte pour la réalisation de la présente étude d'impact. Ces dispositions sont présentées ci-après.

1.3.11.1 Protection des biens inscrits au patrimoine mondial, culturel et naturel de l'ONU (art. L.612-1 du code du patrimoine)

Afin d'assurer la protection d'un bien inscrit au patrimoine mondial (site UNESCO), une zone dite « zone tampon » est délimitée. Celle-ci inclut l'« environnement immédiat, les perspectives visuelles importantes et d'autres aires ou attributs ayant un rôle fonctionnel important en tant que soutien apporté au bien et à sa protection ».

La définition de cette zone tampon est obligatoire, « sauf s'il est justifié qu'elle n'est pas nécessaire ; elle est délimitée par l'État en concertation avec les collectivités et les Établissements Publics de Coopération Intercommunale (EPCI) concernés.

En complément de cette zone, un plan de gestion est élaboré conjointement par l'État et les collectivités territoriales concernées. Celui-ci comprend « les mesures de protection, de conservation et de mise en valeur à mettre en œuvre [...] pour le périmètre de ce bien et, le cas échéant, de sa zone tampon ».

Désormais, le périmètre de la zone tampon et le plan de gestion sont pris en compte par les documents d'urbanisme dans les territoires où le bien inscrit se situe.

1.3.11.2 Les Sites Patrimoniaux Remarquables

L'article L. 631-1 du code du patrimoine indique que : « *Sont classés au titre des sites patrimoniaux remarquables les villes, villages ou quartiers dont la conservation, la restauration, la réhabilitation ou la mise en valeur présente, au point de vue historique, architectural, archéologique, artistique ou paysager, un intérêt public. Peuvent être classés, au même titre, les espaces ruraux et les paysages qui forment avec ces villes, villages ou quartiers un ensemble cohérent ou qui sont susceptibles de contribuer à leur conservation ou à leur mise en valeur [...]* ». Ce classement, prononcé par décision du Ministre chargé de la Culture, constitue une servitude d'utilité publique affectant l'utilisation des sols et délimite le périmètre du SPR.

Les Sites Patrimoniaux Remarquables se substituent aux dispositifs suivants :

- les Secteurs sauvegardés ;
- les Zones de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager (ZPPAUP) ;
- les Aires de Mise en Valeurs de l'Architecture et du Patrimoine (AMVAP).

Le périmètre des Sites Patrimoniaux Remarquables doit être couvert en tout ou partie par un Plan de Sauvegarde et de Mise en Valeur (PSMV) dans les conditions prévues à l'article L.313-1. À défaut, « *sur les parties du site patrimonial remarquable non couvertes par un plan de sauvegarde et de mise en valeur, un plan de valorisation de l'architecture et du patrimoine est établi* ». Les règlements des ZPPAUP et AMVAP déjà applicables continuent d'être effectifs jusqu'à ce que l'un de ces plans s'y substitue.

La présente étude d'impact s'attachera à tenir compte, s'il en existe, des zones tampons assurant la protection des biens inscrits au patrimoine mondial, culturel et naturel de l'ONU ainsi que des Sites Patrimoniaux Remarquables identifiés. Elle s'appuiera notamment sur leurs plans de gestion, Plans de Sauvegarde et de Mise en Valeur et Plans de Valorisation de l'Architecture et du Patrimoine afin d'évaluer les incidences du projet et de proposer les mesures visant à éviter, réduire ou compenser ces incidences.

1.3.12 Les Schémas Régionaux Éoliens (SRE) et les Schémas Régionaux d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET)

La Loi « Engagement National pour l'Environnement¹⁶ », dite ENE ou Grenelle 2, a été promulguée le 12 juillet 2010. Parmi les objectifs fixés, elle confie la responsabilité de l'élaboration du Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie (SRCAE) à l'État et au Conseil Régional. L'objectif de ce schéma est de définir les orientations et les objectifs régionaux aux horizons 2020 et 2050 en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre, de maîtrise de la demande énergétique, de développement des énergies renouvelables, de lutte contre la pollution atmosphérique et d'adaptation au changement climatique. Le Schéma Régional Éolien constitue un volet du SRCAE auquel il est annexé, il définit les parties du territoire favorables au développement de l'énergie éolienne et il est opposable aux tiers.

Il est à noter que le dernier alinéa de l'article L.515-44 du code de l'environnement indique que : « *L'autorisation d'exploiter tient compte des parties du territoire régional favorables au développement de l'énergie éolienne définies par le schéma régional éolien mentionné au 3° du I de l'article L. 222-1, si ce schéma existe.* ».

Toutefois, à l'exception de l'Île-de-France et de la Corse, le Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie, et par conséquent le Schéma Régional Éolien, sont voués à disparaître dans leur forme telle que définie ci-avant. Ils seront en effet intégrés à un document unique, le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET).

Le SRADDET est issu de la loi n° 2015-991 du 7 août 2015 portant Nouvelle Organisation Territoriale de la République (NOTRe) et il est encadré par l'ordonnance n° 2016-1028 du 27 juillet 2016 et le décret n° 2016-1071 du 3 août 2016. Ce schéma prescriptif succède à l'ancien Schéma Régional d'Aménagement et de Développement du Territoire (SRADT) et absorbera à terme plusieurs outils de planification sectoriels dont le SRCAE. La volonté de réalisation du SRADDET Bretagne a été signée en février 2017.

¹⁶ Loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, NOR: DEVX0822225L, JORF n°0160 du 13 juillet 2010 page 12905, texte n° 1

1.4 Cadre réglementaire - Synthèse

L'Accord de Paris signé lors de la COP21 montre la volonté des États signataires de réduire leurs émissions de gaz à effet de serre pour lutter contre le changement climatique.

La France a fait le choix d'un développement raisonné et encadré des énergies renouvelables et notamment de l'éolien. Afin de faciliter la réalisation des projets, le législateur a souhaité simplifier les démarches administratives, avec la délivrance d'une Autorisation Environnementale par le Préfet, tout en conservant les mêmes exigences de qualité environnementale des projets.

La présente étude d'impact est réalisée dans le cadre du Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale (DDAE) et s'inscrit dans le processus d'évaluation environnementale du projet de parc éolien de Loudéac et de Saint-Barnabé. Elle appréhende l'environnement dans sa globalité (ressources, biodiversité, risques naturels ou technologiques, climat, énergie, patrimoine, aménagement et gestion du territoire...) et permet d'apporter une transparence des choix décisionnels notamment par l'information et la participation du public.

2 DESCRIPTION DU PROJET

L'étude d'impact doit présenter 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 ».

Article R.122-5 du code de l'environnement

2.1	Description générale du projet éolien de Loudéac et Saint-Barnabé	26		
2.1.1	Présentation simplifiée d'une éolienne et de son fonctionnement.....	26		
2.1.2	Composition générale d'un parc éolien	27		
2.1.3	Situation géographique du projet.....	27		
2.2	Description technique du parc éolien de Loudéac et Saint-Barnabé	30		
2.2.1	Présentation générale	30		
2.2.2	Les aérogénérateurs du parc éolien	30		
2.2.3	Les fondations	35		
2.2.4	Le raccordement électrique : l'évacuation de l'électricité produite	36		
2.3	La phase chantier	40		
2.3.1	Durée et phasage du chantier	40		
2.3.2	La création de plateformes	43		
2.3.3	L'installation des fondations	45		
2.3.4	Le montage des éoliennes	45		
2.3.5	Le trafic routier.....	46		
2.3.6	La gestion des déchets en phase chantier	46		
2.3.7	La surveillance du chantier	47		
2.4	La phase d'exploitation	48		
			2.4.1	La durée de vie du parc éolien
			2.4.2	La production estimée
			2.4.3	La maintenance.....
			2.4.4	Le trafic routier en phase d'exploitation.....
			2.4.5	La gestion des déchets d'exploitation.....
			2.5	Démantèlement et remise en état du site
			2.5.1	Disposition réglementaires et garanties financières
			2.5.2	Le démantèlement du parc éolien
			2.5.3	La gestion des déchets de démantèlement
			2.5.4	Remise en état du site
			2.6	Vulnérabilité du projet
			2.6.1	... face au changement climatique.....
			2.6.2	...face à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs
			2.7	Le projet en bref

2.1 Description générale du projet éolien de Loudéac et Saint-Barnabé

2.1.1 Présentation simplifiée d'une éolienne et de son fonctionnement

2.1.1.1 Composition et fonctionnement

Une éolienne est composée de :

- **trois pales** réunies au moyeu, l'ensemble est appelé rotor ;
- une **nacelle** supportant le rotor, dans laquelle se trouvent des éléments techniques indispensables à la création d'électricité (multiplicateur, générateur, ...). La nacelle peut pivoter à 360° ;
- un **mât** maintenant la nacelle et le rotor, généralement composé de 3 à 5 tubes s'imbriquant les uns dans les autres ;
- une **fondation** assurant l'ancrage de l'ensemble ; elle comprend des ferraillements, un massif-béton et une virole (ou cage d'ancrage, pièce à l'interface entre la fondation et le mât).

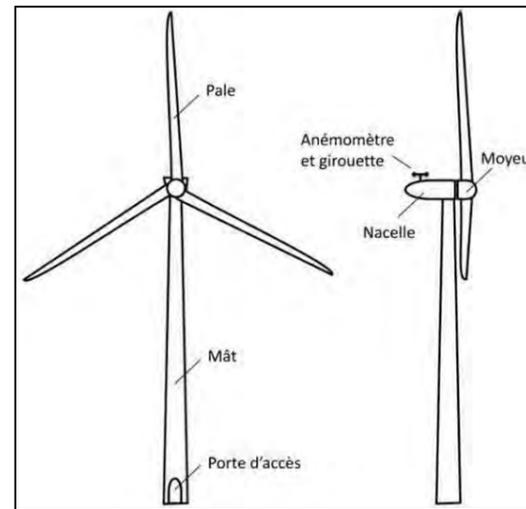


Figure 4 : schéma simplifié d'une éolienne

Elle transforme l'énergie cinétique du vent en énergie électrique. Cette transformation, détaillée ci-après, se fait en plusieurs étapes principalement par le couple rotor/nacelle.

Il est à noter que, dans le présent document, on emploiera indifféremment les termes "éolienne", "aérogénérateur", voire "turbine" ou "machine".

Lorsque le vent se lève et atteint une vitesse jugée suffisante pour mettre le rotor en mouvement, un **automate** informé par une **girouette** commande au **système d'orientation de la nacelle (Yaw)**, qui est solidaire du rotor, de la faire pivoter sur son axe via des moteurs d'orientation afin de **placer les pales face au vent**.

La seule force du vent assure alors la mise en mouvement du rotor dont les **pales peuvent pivoter indépendamment sur leur axe** via des roulements. Ce système hydraulique de contrôle appelé « **pitch system** » permet à l'éolienne d'adapter la portance de son rotor face aux variations du vent (forte portance lorsque le vent est faible et diminution de celle-ci s'il est trop puissant, Cf. chapitre suivant).

La rotation du rotor est transmise à un arbre moteur horizontal, l'**arbre principal**, présent dans la nacelle. La vitesse de rotation de cet axe n'est généralement pas suffisante (5 à 15 tours par minute) pour que le générateur également situé dans la nacelle soit en mesure de convertir l'énergie mécanique en énergie électrique. C'est pourquoi le mouvement de l'arbre principal est dans un premier temps amplifié par un **multiplicateur** qui va à son tour entraîner un **arbre rapide** (1 000 à 2000 tours par minute) couplé au **générateur**. L'électricité délivrée par le générateur est produite sous forme de courant alternatif dont la tension varie de 400 à 1 000 V maximum en fonction de la vitesse du vent et de la portance des pales face à la pression qu'elles supportent.

Deux types de générateurs existent :

- les **générateurs asynchrones**. Leur avantage est de supporter de légères variations de vitesse ce qui est un atout pour les éoliennes qui peuvent être confrontées à des évolutions rapides de la vitesse du vent notamment lors de rafales. On peut reconnaître une éolienne utilisant une génératrice asynchrone par la forme allongée de la nacelle, qui abrite la chaîne cinétique. Ce type de générateur est le plus courant ;
- la génératrice peut également être **synchrone** ; elle est utilisée dans le cas d'un entraînement direct lorsque la liaison mécanique entre le moyeu de l'éolienne et la génératrice est directe. Le multiplicateur n'est alors pas nécessaire.

Une fois l'électricité produite par le générateur, un convertisseur va stabiliser sa fréquence à 50 Hz afin d'être conforme aux normes du courant injecté sur le réseau d'électricité public puis sa tension va être élevée via un transformateur pour atteindre 20 000 à 33 000 V selon les cas, valeurs nécessaires pour le raccordement au réseau de distribution. Selon les modèles d'éoliennes, le convertisseur et le transformateur peuvent être installés dans la nacelle ou dans le mât.

En sortie d'aérogénérateur, l'électricité est évacuée au travers d'un câble enterré jusqu'à un poste de livraison pour être injectée ensuite sur le réseau électrique et distribuée aux usagers ; elle n'est donc pas stockée, comme pour tout moyen de production électrique (hors sites isolés).

2.1.1.2 Production d'électricité et régulation de la puissance du vent

Comme indiquée ci-avant, la production électrique varie selon la vitesse du vent. Concrètement une éolienne fonctionne dès lors que la vitesse du vent est suffisante pour entraîner le mouvement du rotor. Plus la vitesse du vent est importante, plus l'éolienne délivrera de l'électricité jusqu'à atteindre son seuil de production maximum :

- lorsque le vent est inférieur à 12 km/h (3,3 m/s) environ, **l'éolienne est arrêtée** car le vent est trop faible pour faire tourner le rotor. Cela n'arrive que 10 à 15 % du temps selon les sites ;
- entre 12 km/h (3,3 m/s) et 45 km/h (12,5 m/s) environ, **l'éolienne est dans la plage des charges partielles**, c'est-à-dire qu'elle fonctionne en-dessous de sa puissance maximale. Le positionnement des pales s'ajuste alors en fonction de la force du vent de manière à capter le plus d'énergie possible. En effet, la diminution ou l'augmentation de la portance de la pale influencera le couple moteur. La totalité de l'énergie du vent récupérable est convertie en électricité. La production augmente très rapidement en fonction de la vitesse de vent¹⁷ ;
- entre 45 km/h (12,5 m/s) et 90 km/h (25 m/s) environ, l'éolienne produit à pleine puissance, on parle de **puissance nominale** (2 MW maximum dans le cas des éoliennes de Loudéac et Saint-Barnabé). À 45 km/h, le seuil de production maximum est atteint. Selon la contrainte exercée par le vent, l'angle des pales est ajusté afin de réguler la production qui peut alors rester constante et maximale jusqu'à une vitesse de vent de 90 km/h ;
- à partir de 90 km/h (25 m/s) environ, **l'éolienne est arrêtée progressivement pour des raisons de sécurité**. Cela n'arrive que sur des sites très exposés, quelques heures par an, durant de fortes tempêtes ou lors d'épisodes de bourrasques répétées. Lorsque le vent dépasse 90 km/h pendant plus de 100 secondes, les pales sont mises en drapeau (parallèles à la direction du flux d'air) afin d'avoir une portance minimale. L'éolienne ne produit plus d'électricité. Le rotor tourne alors lentement en roue libre et la génératrice est déconnectée du réseau par mesure de sécurité. Dès que la vitesse du vent redevient inférieure à 65 km/h (valeurs indicatives dépendant de chaque modèle) pendant 10 minutes, l'éolienne se remet en production.

Toutes ces opérations sont totalement automatiques et gérées par ordinateur. En cas d'urgence, un frein à disque placé sur l'axe permet de placer immédiatement l'éolienne en sécurité.

¹⁷ Formule de Betz : La puissance fournie par une éolienne est proportionnelle au cube de la vitesse du vent et au carré des dimensions du rotor

2.1.2 Composition générale d'un parc éolien

Un parc éolien est composé :

- de plusieurs éoliennes ;
- d'un réseau de câbles électriques enterrés assurant dans un premier temps le transfert de l'électricité produite par chaque aérogénérateur vers un ou plusieurs postes de livraison puis, son injection depuis le(s) poste(s) de livraison vers le réseau public ;
- d'un réseau de télécommunication enterré permettant le contrôle et la supervision à distance du parc éolien ;
- de chemins d'accès.

La figure suivante illustre le fonctionnement d'un parc éolien et la distribution électrique sur le réseau.

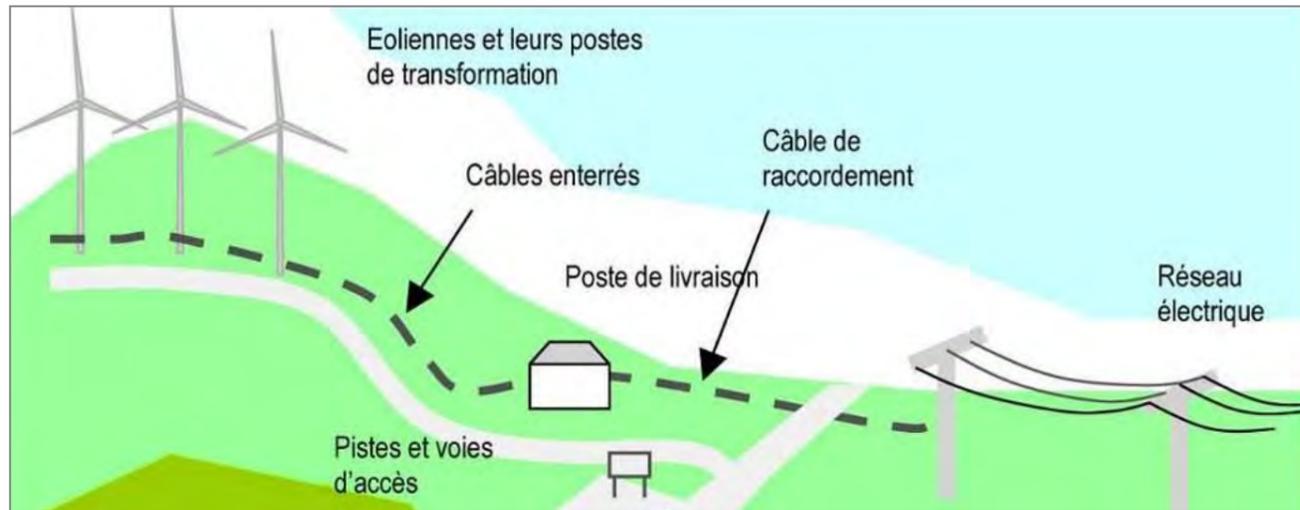


Figure 5 : schéma de principe d'un parc éolien [Source : Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens, 2010]

2.1.3 Situation géographique du projet

Le projet de parc éolien de Loudéac et Saint-Barnabé se compose de quatre aérogénérateurs et d'un poste de livraison implantés sur les communes éponymes dans le département des Côtes d'Armor.

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques (référentiel Lambert 93 et WGS 84) des quatre aérogénérateurs et du poste de livraison équipant le parc. L'éolienne E1 est la plus au sud-ouest. L'éolienne E4 est celle implantée au nord-est.

Coordonnées géographiques des éoliennes et du poste de livraison						
Équipements	Lambert 93		WGS 84		Z (altitude du terrain en mètres)	Communes d'implantation
	X	Y	X	Y		
Éolienne 1 (E1)	272 604	6 796 304	48° 7' 37,208" N	2° 44' 58,500" O	100	Loudéac
Éolienne 2 (E2)	273 767	6 796 515	48° 7' 46,77" N	2° 44' 3,10" O	119	Saint-Barnabé
Éolienne 3 (E3)	274 013	6 797 002	48° 8' 3,058" N	2° 43' 52,935" O	116	
Éolienne 4 (E4)	274 667	6 797 545	48° 8' 22,150" N	2° 43' 23,287" O	123	
Poste de livraison (PDL)	273 940	6 796 914	48° 08' 00,07" N	2° 43' 56' 15" O	117	

Tableau 7 : coordonnées des équipements du projet éolien de Loudéac et Saint-Barnabé [Source : ENGIE Green]

Les quatre aérogénérateurs du parc s'organisent globalement suivant un axe nord-est / sud-ouest et de part et d'autre de la vallée du Larhon. L'éolienne E1 est celle située au sud-ouest.

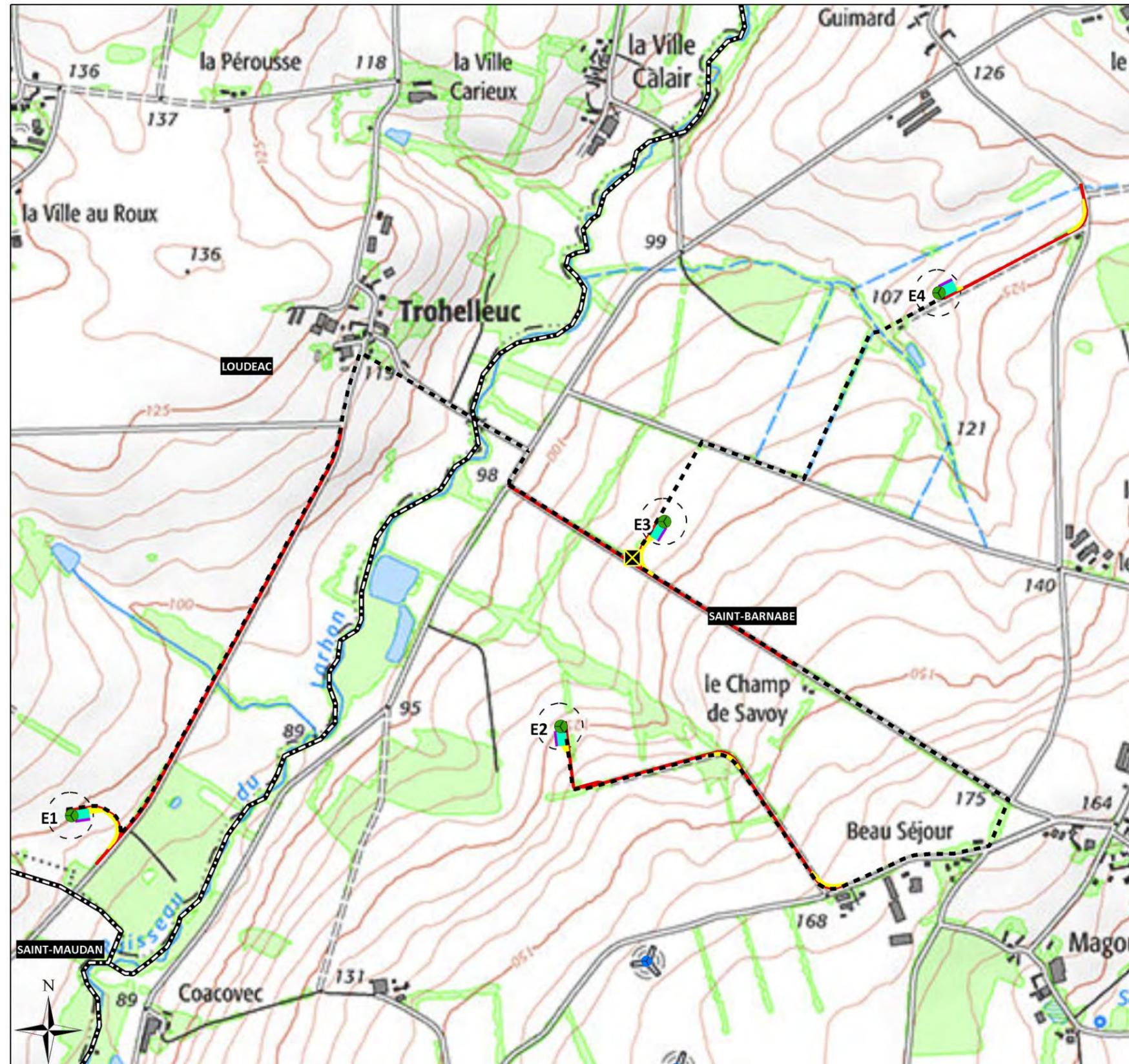
L'interdistance moyenne des éoliennes est de 858 mètres, mais l'interdistance est de :

- 1,18 km entre E1 et E2 ;
- 545 m entre E2 et E3 ;
- 850 m entre E3 et E4.

Le poste de livraison sera installé au sud de l'éolienne E3 à proximité du chemin du Champ de Savoie.

Les cartes suivantes présentent :

- Un plan de situation du projet sur un fond de carte IGN 1/25000 ;
- Un plan de situation du projet éolien sur une photo-aérienne.



Projet éolien de Loudéac et de Saint-Barnabé

22 - Côtes d'Armor



Plan de situation

- Eoliennes en projet
- Poste de livraison
- Raccordement électrique interne
- Zone de survol des pales
- Accès**
- Surlargeur
- Voie d'accès
- Plateformes**
- Permanente
- Temporaire
- Eoliennes en fonctionnement
- Limite communale



Fond : Scan 25® - ©IGN Paris
Reproduction interdite.
Réalisation : ABIES - Juin 2020

Carte 5 : plan de situation du projet de parc éolien de Loudéac et Saint-Barnabé (fond IGN 1/25000)



Projet éolien de Loudéac et de Saint-Barnabé

22 - Côtes d'Armor



Plan de situation

- Eoliennes en projet
- Poste de livraison
- Raccordement électrique interne
- Zone de survol des pales

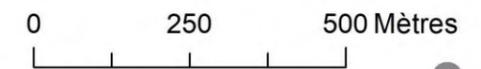
Accès

- Surlargeur
- Voie d'accès

Plateformes

- Permanente
- Temporaire

- Eoliennes en fonctionnement
- Limite communale



Fond : BD Ortho® - ©IGN Paris
Reproduction interdite.
Réalisation : ABIES - Janvier 2020

Carte 6 : plan de situation du projet de parc éolien de Loudéac et Saint-Barnabé (fond Orthophoto)

2.2 Description technique du parc éolien de Loudéac et Saint-Barnabé

NOTA : A ce jour, la société ENGIE Green n'a pas arrêté un modèle précis et définitif d'éoliennes. En revanche, dans le cadre de la rédaction de cette étude d'impact sur l'environnement, c'est une éolienne Vestas V110 qui a été décrite.

2.2.1 Présentation générale

L'étude du gisement de vent est indispensable à la validation d'un projet pertinent et au dimensionnement des éoliennes mises en place. C'est notamment à partir de cette étude que se base le calcul de production énergétique du parc éolien qui déterminera sa faisabilité technico-économique.

Dans le cas de ce projet, l'étude du gisement éolien s'est appuyée sur les données enregistrées par un mât de mesures du vent de 80 m de haut implanté au mois de février 2016.

Ainsi, l'étude fine du gisement de vent et la configuration du site ont permis de déterminer le gabarit des éoliennes adapté ; le modèle retenu appartient à la gamme V110, commercialisé par la société VESTAS.

Les principales caractéristiques du parc, tenant compte du modèle de machines retenu, sont les suivantes :

Paramètre	Parc éolien
Nombre d'éoliennes	4
Puissance nominale unitaire (MW)	2
Puissance totale du parc éolien (MW)	8
Nombre de poste de livraison	1
Nombre d'heures de fonctionnement pleine puissance (h/an)	2 300
Production annuelle estimée en tenant compte des pertes (GWh/an)	18,4
Population moyenne alimentée en électricité par ce parc, hors chauffage	8 000
Surface défrichée (m ²)	0
Emprise totale (ha) - exploitation	2,2
Linéaire de tranchées pour l'implantation du raccordement électrique interne et du réseau de télécommunication (km)	7,2

Tableau 8 : caractéristiques principales du parc éolien de Loudéac et Saint-Barnabé

2.2.2 Les aérogénérateurs du parc éolien

2.2.2.1 Choix des éoliennes

À la date de dépôt du présent Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale, le modèle d'aérogénérateurs qui équipera le parc éolien de Loudéac et Saint-Barnabé n'est pas déterminé. Néanmoins, le maître d'ouvrage a restreint son choix à un seul type d'aérogénérateur. Le gabarit et les spécificités techniques sont adaptés aux caractéristiques du vent et du site. Il s'agit de l'éolienne VESTAS V110.

Les caractéristiques et le gabarit de ces différentes turbines sont détaillés dans le tableau suivant.

Nom de la machine	Modèle
Constructeur	Vestas
Puissance nominale	2 MW
Hauteur de moyeu	95 m
Diamètre du rotor	110 m
Hauteur en bout de pale	150 m
Longueur de pale	55 m

Tableau 9 : caractéristiques et gabarits des aérogénérateurs envisagés pour le parc éolien de Loudéac et Saint-Barnabé

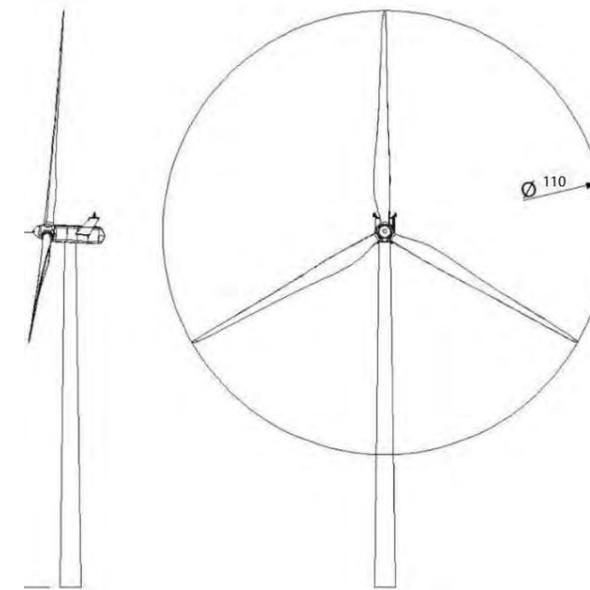


Figure 6 : profil d'une éolienne V110



Figure 7 : éolienne V110 [source : Vestas]

Le tableau suivant indique les vitesses de vent de démarrage et d'arrêt des éoliennes. Il est également indiqué la vitesse nominale de rotation des pales.

	Vitesse de vent de démarrage	Vitesse de rotation nominale du rotor	Vitesse de vent d'arrêt
V110	3 m/s	14,9 tours/mn	20 m/s

Tableau 10 : vitesses de démarrage et d'arrêt et vitesse nominale du rotor

2.2.2.2 Courbe de puissance

La courbe de puissance d'une éolienne montre l'évolution de la puissance électrique délivrée selon la vitesse du vent.

Le graphique ci-dessous présente les performances de l'aérogénérateur retenu pour le projet éolien de Loudéac et Saint-Barnabé : l'éolienne V110 - 2 MW.

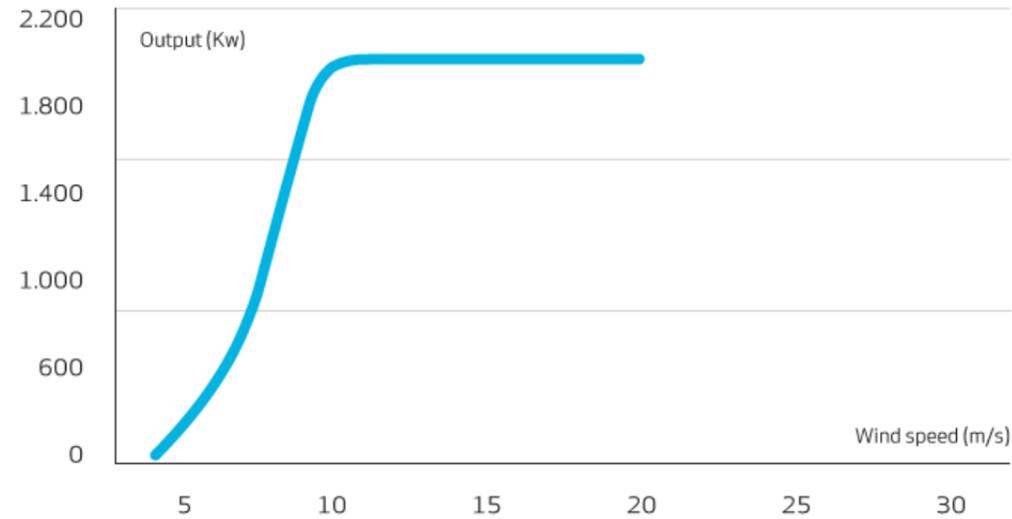


Figure 8 : courbe de puissance de l'éolienne V110 - 2 MW [Source : Vestas]

2.2.2.3 Respect des normes constructives de l'arrêté du 26 août 2011

Lors du choix des éoliennes pour le projet de Loudéac et Saint-Barnabé, ENGIE Green s'assurera du respect des normes constructives listées dans l'arrêté du 26 août 2011.

Article 8

Les éoliennes du projet de Loudéac et Saint-Barnabé devront répondre aux dispositions de la norme BF EN 61 400-1 dans sa version de juin 2006 (ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union européenne).

Art. 8. - « L'aérogénérateur est conforme aux dispositions de la norme NF EN 61 400-1 dans sa version de juin 2006 ou CEI 61 400-1 dans sa version de 2005 ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union européenne, à l'exception des dispositions contraires aux prescriptions du présent arrêté. L'exploitant tient à disposition de l'inspection des installations classées les rapports des organismes compétents attestant de la conformité des aérogénérateurs à la norme précitée ».

« En outre l'exploitant tient à disposition de l'inspection des installations classées les justificatifs démontrant que chaque aérogénérateur de l'installation est conforme aux dispositions de l'article R. 111-38 du code de la construction et de l'habitation ».

Quel que soit le type d'éoliennes implantées sur le site de Loudéac et Saint-Barnabé, elles devront disposer d'un certificat relatif à la norme IEC 61400. Celui-ci sera fourni aux Services de l'Etat (et plus particulièrement à l'Inspection des Installations Classées) dès le choix du type de machine opéré.

Cet article stipule que les éoliennes dont la hauteur du mât, et de la nacelle, au-dessus du sol est supérieure ou égale à 12 mètres sont soumises obligatoirement au contrôle technique prévu à l'article L. 111-23 du code de la construction et de l'habitation.

La conformité aux dispositions de l'article R. 111-38 du code de la construction et de l'habitation est justifiée dans un rapport de contrôle technique qui sera tenu à la disposition de l'inspecteur des Installations Classées lorsque les éoliennes auront été mises en exploitation.

Article 9

L'installation devra être mise à la terre. Les éoliennes respecteront les dispositions de la norme IEC 61 400-24 (version de juin 2010).

Art. 9. - « L'installation est mise à la terre. Les aérogénérateurs respectent les dispositions de la norme IEC 61 400-24 (version de juin 2010). L'exploitant tient à disposition de l'inspection des installations classées les rapports des organismes compétents attestant de la conformité des aérogénérateurs à la norme précitée. Les opérations de maintenance incluent un contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre ».

Cette certification sera également fournie dès le choix du type de machine opéré.

Article 10

Les installations électriques à l'intérieur des aérogénérateurs respecteront les dispositions de la directive du 17 mai 2006 qui leur sont applicables. Les installations électriques extérieures à l'aérogénérateur sont conformes aux normes NFC 15-100 (version compilée de 2008), NFC 13-100 (version de 2001) et NFC 13-200 (version de 2009).

Art.10. - « Les installations électriques à l'intérieur de l'aérogénérateur respectent les dispositions de la directive du 17 mai 2006 susvisée qui leur sont applicables.

Les installations électriques extérieures à l'aérogénérateur sont conformes aux normes NFC 15-100 (version compilée de 2008), NFC 13-100 (version de 2001) et NFC 13-200 (version de 2009). Ces installations sont entretenues et maintenues en bon état et sont contrôlées avant la mise en service industrielle puis à une fréquence annuelle, après leur installation ou leur modification par une personne compétente. La périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications des installations électriques ainsi que le contenu des rapports relatifs auxdites vérifications sont fixés par l'arrêté du 10 octobre 2000 susvisé ».

Une fois les éoliennes installées, le constructeur produit pour chaque éolienne un certificat assurant que la machine est conforme aux dispositions de la Directive Machines 2006/42/CE et aux dispositions de la Directive CEM 2004/108/CE notamment.

Pour les installations électriques extérieures, celles-ci sont examinées et certifiées lors la mise en service du parc par un organisme de contrôle. Chaque fois que possible, les méthodologies de mesurage utilisées et les critères d'appréciation, pour ce rapport de vérification, sont ceux décrits dans les normes d'installation (NF C15-100, NF C13-100 et NF C13-200 et guide UTE C15-105).

2.2.2.4 Le rotor et les pales

L'éolienne V110 est équipée d'un rotor de 110 mètres de diamètre composé de 3 pales et du moyeu. La surface balayée par le rotor est de 9 503 m².

Les caractéristiques des pales sont indiquées dans le tableau suivant :

	Eolienne V110
Longueur	55 m
Poids	> 7,7 tonnes
Matériau	Fibre de verre renforcée avec époxy et fibre de carbone

Tableau 11 : caractéristiques des pales des éoliennes V110 -2 MW

La pale de la V110 est relativement légère grâce à l'utilisation d'une gamme de nouveaux matériaux. Par exemple, la fibre de carbone - un matériau résistant, rigide et très léger - a été utilisée en remplacement de la fibre de verre pour l'élaboration de la structure supportant la charge des pales. Grâce à la résistance de cette fibre, il est devenu possible de réduire la quantité de matériau employée pour la réalisation des pales et donc de diminuer appréciablement le poids total ainsi que les charges.

2.2.2.5 Le mât

Les tours tubulaires sont en acier. Elles sont certifiées selon les normes en vigueur. Elles peuvent être disponibles selon différentes hauteurs standards. Leur poids dépend de la classe des vents et des conditions rencontrées sur le site. Les caractéristiques des mâts sélectionnés sont présentées dans le tableau ci-après.

	Mât d'éolienne V110
Description	Tube conique
Matériau	Acier
Hauteur	95 m
Classe de vent (IEC)	IEC III
Diamètre section basse (D _A)	4,2 m
Diamètre section haute (D _B)	2,3 m
Nombre de sections	4
Poids (tonnes) - valeurs moyennes -	220 t pour 1 mât de 95 m

Tableau 12 : caractéristiques du mât de l'éolienne V110

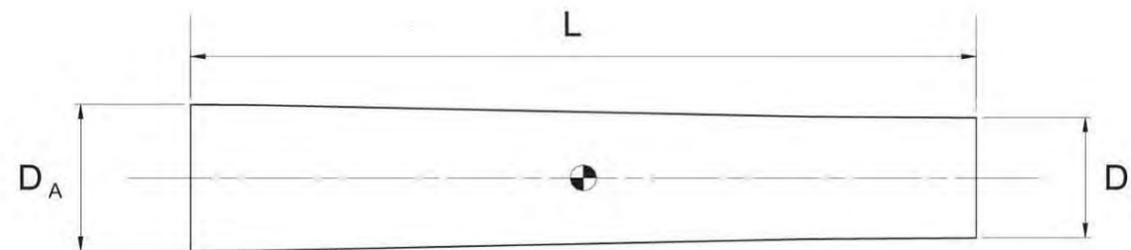


Figure 9 : croquis simplifié du mât

2.2.2.6 La nacelle

L'enveloppe de la nacelle est composée de fibre de verre. Le châssis de la nacelle est lui composé d'une structure métallique qui sert de support aux différents éléments principaux de la nacelle : arbre de transmission, la génératrice, multiplicateur, transformateur, et armoires de commandes. La trappe dans le plancher permet de hisser, via le palan, l'outillage nécessaire à la maintenance et l'évacuation du personnel en cas d'incendie dans la nacelle. Par contre les fenêtres de toit permettent de fixer l'appareil de levage pour hisser la nacelle sur la tour.

Le toit est équipé d'anémomètres et girouettes et de puits de lumière qui peuvent être ouverts depuis l'intérieur de la nacelle pour accéder au toit.

	Eolienne V110 - 2 MW
Longueur (m)	10,4
Largeur (m)	3,9
Hauteur avec refroidisseur (m)	5,4
Hauteur sans refroidisseur (m)	3,4
Poids (tonnes)	71 (à vide)

Tableau 13 : caractéristiques des nacelles des éoliennes V110 - 2 MW



Figure 10 : composition d'une nacelle

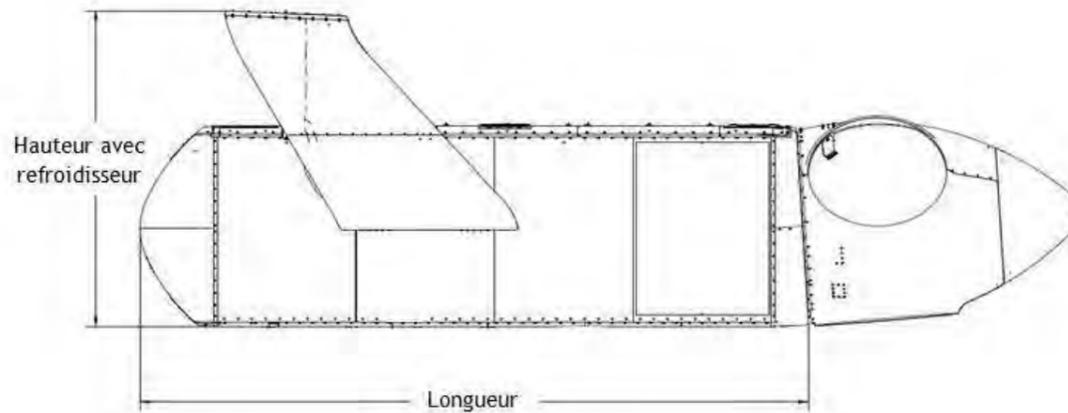


Figure 11 : profil d'une nacelle

Les principaux éléments présents dans la nacelle sont présentés ci-après.

2.2.2.6.1 Système d'inclinaison des pales (Pitch system Vestas)

L'inclinaison des pales s'ajuste, en fonction de l'apport en énergie du vent à la turbine, à l'aide du Pitch system. L'angle de calage des pales sur le moyeu peut donc varier à l'aide de vérins hydrauliques placés sur un axe longitudinal afin de profiter au maximum du vent instantané. La variation de l'angle de calage entraîne une diminution ou une augmentation de la portance de la pale, donc du couple moteur. Un système de contrôle permet de déterminer la meilleure position des pales en fonction de la vitesse du vent et commande le système hydraulique afin d'exécuter le positionnement.

Ce système permet donc de maximiser l'énergie absorbée par l'éolienne mais il fonctionne également comme le premier mécanisme de freinage en plaçant les pales en drapeau en cas de vents violents. C'est le système le plus efficace car il permet une régulation constante de la rotation du générateur en bout de ligne, donc de la puissance.

2.2.2.6.2 Le multiplicateur (gearbox)

Le multiplicateur se situe entre le rotor et le générateur. Pour des raisons techniques le rotor n'est pas lié directement à la génératrice. En effet, la plupart des générateurs ont besoin de tourner à très grande vitesse (de 1 000 à 2 000 tours/min) ; pour garder un bon rendement il est donc nécessaire d'augmenter la fréquence de rotation du rotor avant d'entraîner un générateur électrique classique. Cette augmentation est réalisée à l'aide du multiplicateur qui correspond à un train d'engrenages.

Le rotor transmet donc l'énergie du vent au multiplicateur via un arbre lent (30 à 40 tours/min) ; le multiplicateur va ensuite entraîner un arbre rapide (1 000 à 2 000 tours/min) et se coupler au générateur électrique. Un frein à disque est monté directement sur l'arbre rapide. Le couplage avec l'arbre rapide se fait par l'intermédiaire de deux disques en matériaux composites, d'un tube intermédiaire avec deux brides d'aluminium et d'un tube en fibre de verre.

Multiplicateur	
Type	3 étages : - 1 étage planétaire - 2 étages multiplicateurs hélicoïdaux
Quantité d'huile	315 à 405 litres selon les multiplicateurs
Refroidissement	huile refroidie par échangeur air/eau via le Vestas cooler Top™
Propriété de l'huile	-/15/12 ISO 4406

Tableau 14 : caractéristiques de la boîte de vitesse des éoliennes V110 - 2 MW

2.2.2.6.3 Le générateur électrique

L'énergie mécanique du vent est transformée en énergie électrique par le générateur. Dans le cas des éoliennes projetées, il s'agit d'un générateur triphasé asynchrone à rotor bobiné (les enroulements du rotor couplés en étoile sont reliés au Vestas Converter System® via un système de contacts rotatifs). Les génératrices asynchrones peuvent supporter de légères variations de vitesse ce qui est un atout pour les éoliennes où la vitesse du vent peut évoluer rapidement notamment lors de rafales.

Le générateur dispose d'un circuit de refroidissement interne et externe. Le circuit externe extrait l'air de la nacelle vers l'extérieur.

Générateur électrique	
Description	Générateur triphasé asynchrone à rotor bobiné
Puissance nominale	2 MW
Fréquence	50 Hz
Tension stator	690 V
Tension rotor	480 V
Nombre de pôles	4
Efficacité (générateur)	> 97%
Limite de vitesse (selon IEC)	2 900 tours/min
Niveau de vibration	< 1,8 mm/s

Tableau 15 : principales caractéristiques des générateurs des éoliennes V110 - 2 MW

2.2.2.6.4 Le transformateur

Le transformateur constitue l'élément électrique qui va élever la tension issue du générateur pour permettre le raccordement au réseau de distribution.

Le transformateur est situé dans une pièce séparée, verrouillée dans la nacelle avec les parafoudres montés sur le côté haute tension du transformateur. Dans le cas du projet, il s'agit d'un transformateur triphasé de type sec dont les caractéristiques sont présentées ci-après :

Transformateur	
Type	transformateur triphasé de type sec
Tension primaire	6-35 kV
Puissance apparente	2 100 kVA
Tension secondaire 1	690 V
Puissance apparente à 690 V	1 900 kVA
Tension secondaire 2	480 V
Puissance apparente à 480 V	200 kVA
Fréquence	50 Hz

Tableau 16 : principales caractéristiques du transformateur des éoliennes V110 - 2 MW

2.2.2.6.5 Les autres éléments électriques

Si le générateur et le transformateur constituent les deux systèmes électriques principaux dans le fonctionnement des éoliennes présents dans la nacelle, on retrouve d'autres éléments électriques dans les éoliennes :

- le convertisseur Vestas Converter System® qui contrôle l'énergie convertie dans le générateur : il se trouve dans la nacelle ;
- le Système auxiliaire qui alimente les différents moteurs, pompes, ventilateurs et appareils de chauffage de l'éolienne, il se trouve dans la nacelle dans les armoires de commandes ;
- un capteur de vent à ultrasons avec chauffage intégré : il se trouve sur Vestas Cooler Top™ ;
- le système de commande est constitué de différents processeurs situés dans le rotor, dans la nacelle et en pied de mât ;
- l'onduleur qui permet d'alimenter les composants en cas de panne, il se trouve au pied de la tour ;
- les câbles haute-tension allant de la nacelle au bas de la tour.

2.2.2.7 Le système de refroidissement des éoliennes V110

Le refroidissement des composants principaux de la nacelle (multiplicateur, groupe hydraulique, convertisseur VCS) se fait par un système de refroidissement à eau tandis que le générateur et le transformateur sont refroidis par air (air forcé ou air ambiant).

Tous les autres systèmes de production de chaleur sont également équipés de ventilateurs ou de refroidisseurs mais ils sont considérés comme des contributeurs mineurs à la thermodynamique de la nacelle.

2.2.2.7.1 Refroidissement par eau (Vestas Cooler Top TM)

Le système de refroidissement Vestas Cooler Top™ utilise l'énergie du vent pour refroidir les principaux éléments de la nacelle. Le refroidissement à eau glycolée fonctionne en boucle fermée sur un échangeur disposé sur le toit de la nacelle.

Le système de refroidissement à eau est équipé d'une vanne à trois voies thermostatiques ; celui-ci est fermé (débit total d'eau sans passer par le refroidisseur d'eau) lorsque la température de l'eau de refroidissement est inférieure à 35°C et est complètement ouvert (le débit total de l'eau est amené au refroidisseur d'eau) pour une température supérieure à 43°C.

2.2.2.7.2 Refroidissement par air

Le conditionnement de la température des nacelles Vestas est réalisé par un flux d'air constant et se compose d'un ventilateur et de deux appareils de chauffage de l'air. Pour éviter la condensation dans la nacelle, les deux appareils de chauffage gardent la température à l'intérieur de la nacelle à 5°C au-dessus de la température ambiante.

La génératrice des éoliennes V110 - 2.0 MW est équipée d'un système de refroidissement à air forcé. L'air est prélevé dans la nacelle par un ventilateur et soufflé au travers du générateur avant évacuation extérieur.

2.2.2.8 La lubrification

La présence de nombreux éléments mécaniques dans la nacelle implique un graissage au démarrage et en exploitation afin de réduire les différents frottements et l'usure entre deux pièces en contact et, en mouvement l'une par rapport à l'autre.

Les éléments chimiques et les lubrifiants utilisés dans les éoliennes Vestas sont certifiés selon les normes ISO 14001:2004 ; on notera parmi les principaux éléments chimiques :

- le liquide de refroidissement (eau glycolée) ;
- les huiles de lubrification pour la boîte de vitesse ;
- les huiles pour le système hydraulique du Pitch system ;
- les graisses pour la lubrification des roulements ;
- les divers agents nettoyants et produits chimiques pour la maintenance de l'éolienne.

Nous reviendrons sur la toxicité de ces éléments dans le chapitre dédié à ce sujet.

In fine, une éolienne V110 renferme les quantités globales suivantes de lubrifiants :

- 120 litres de liquides de refroidissement ;
- 315 à 405 litres d'huiles selon le type de multiplicateur ;
- environ 6 kg de graisses.

Chaque année, les quantités globales de lubrifiants qui sont changées sont les suivantes :

- 120 litres de liquides de refroidissement ;
- près de 10 kg de graisses.

2.2.2.9 Le balisage et la couleur des éoliennes

Ces critères sont encadrés par l'annexe II de l'arrêté du 23 avril 2018 relatif à la réalisation du balisage des obstacles à la navigation aérienne.

2.2.2.9.1 La couleur des éoliennes

La couleur des éoliennes est définie par les quantités colorimétriques et le facteur de luminance. Dans le cas des éoliennes terrestres (cas du présent projet) :

- les quantités colorimétriques sont limitées aux domaines du gris et du blanc ;
- le facteur de luminance du gris est supérieur ou égal à 0,4 ; celui du blanc est supérieur ou égal à 0,75.

Les références RAL utilisables par les constructeurs sont :

- les nuances RAL 9003, 9010, 9016 et 9018 qui se situent dans le domaine blanc et qui ont un facteur de luminance supérieur ou égal à 0,75 ;
- la nuance RAL 7035 qui se situe dans le domaine du gris et qui a un facteur de luminance supérieur ou égal à 0,5 mais strictement inférieur à 0,75 ;
- la nuance RAL 7038 qui se situe dans le domaine du gris et qui a un facteur de luminance supérieur ou égal à 0,4 mais strictement inférieur à 0,5.

Cette couleur est appliquée uniformément sur l'ensemble des éléments constituant l'éolienne (tour, moyeu et pales). Dans le cadre des éoliennes de Loudéac et Saint-Barnabé, la couleur extraite du nuancier RAL n'est pas encore connue au moment du dépôt du dossier de demande d'autorisation environnementale.

2.2.2.9.2 Le balisage des éoliennes

Au regard de l'arrêté du 23 avril 2018 :

- **Le jour** : chaque éolienne est dotée d'un balisage lumineux assuré par des feux d'obstacle moyenne intensité de type A (feux à éclats blancs de 20 000 candelas [cd]). Ces feux doivent être installés sur le sommet de la nacelle et doivent assurer la visibilité de l'éolienne dans tous les azimuts (360°).
- **La nuit** : chaque éolienne est dotée d'un balisage lumineux assuré par des feux d'obstacle moyenne intensité de type B (feux à éclats rouges de 2 000 candelas). Ces feux doivent être installés sur le sommet de la nacelle et doivent assurer une visibilité de l'éolienne dans tous les azimuts (360°).
- **Passage du balisage lumineux de jour au balisage de nuit** : le jour est caractérisé par une luminance de fond supérieure à 500 cd/m², le crépuscule est caractérisé par une luminance de fond comprise entre 50 cd/m² et 500 cd/m², et la nuit est caractérisée par une luminance de fond inférieure à 50 cd/m². Le balisage actif lors du crépuscule est le balisage de jour, le balisage de nuit est activé lorsque la luminance de fond est inférieure à 50 cd/m².

Les feux à éclats de même fréquence doivent être synchronisés entre eux pour un même parc éolien, à un rythme de 20 éclats par minute pour les installations terrestres non côtières (cas du présent projet).

Dans le cas d'une éolienne terrestre de hauteur totale supérieure à 150 mètres, le balisage par feux moyenne intensité est complété par des feux d'obstacles basse intensité de type B (rouges, fixes, 32 cd) installés sur le mât

et opérationnels de jour comme de nuit. Ils doivent assurer la visibilité de l'éolienne dans tous les azimuts (360°) et varieront en nombre et en position selon la hauteur totale de l'aérogénérateur :

- si l'éolienne mesure entre 151 m et 200 m, elle sera équipée d'un seul niveau de feux implantés à 45 m de hauteur ;
- si l'éolienne mesure entre 201 m et 250 m, elle sera équipée de deux niveaux de feux implantés à 45 m et 90 m de hauteur.

Selon l'organisation des éoliennes d'un même parc (notion de "champ éolien"), certaines adaptations du balisage sont possibles afin de limiter la gêne des riverains. Ainsi, de jour et sous certaines conditions, il est possible de n'appliquer un balisage lumineux que sur les éoliennes dites "périphériques". De nuit, il est possible d'installer, sur les éoliennes dites "secondaires", un balisage fixe plutôt qu'à éclat ou des feux de moindre intensité (200 candelas au lieu de 2000). Les détails de ces adaptations sont consultables en annexe II de l'arrêté du 23 avril 2018 relatif à la réalisation du balisage des obstacles à la navigation aérienne.

Les feux de balisage font l'objet d'un certificat de conformité, délivré par le Service Technique de l'Aviation Civile (STAC) de la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC), à moins que la conformité de leurs performances ne soit démontrée par un organisme détenteur d'une accréditation NF EN ISO/CEI 17025 pour la réalisation d'essais de colorimétrie et de photométrie.

2.2.3 Les fondations

Compte tenu de leurs dimensions et de leurs poids, les éoliennes sont fixées au sol par le biais de fondations en béton armé enterrées.

Le type et le dimensionnement exacts des fondations seront déterminés suite aux résultats de l'expertise géotechnique. Ces fondations devraient être similaires à celles ci-après. On se reportera au chapitre « Impact sur le milieu physique » pour en apprécier les impacts.

Les éoliennes prévues seront similaires à celle présentée sur le schéma ci-après, probablement de forme ronde, de 17 m de diamètre environ, et le diamètre du fût sera d'environ 4 mètres.



Photo 1 : exemple de ferrailage en radier pour une éolienne



Photo 2 : la fondation terminée



Photo 3 : détail des fixations de la fondation

Les fondations des éoliennes prévues seront similaires à celle présentée sur le schéma ci-après, probablement de forme ronde, de 17 m de diamètre environ, et le diamètre du fût sera d'environ 3,5 à 4 mètres.

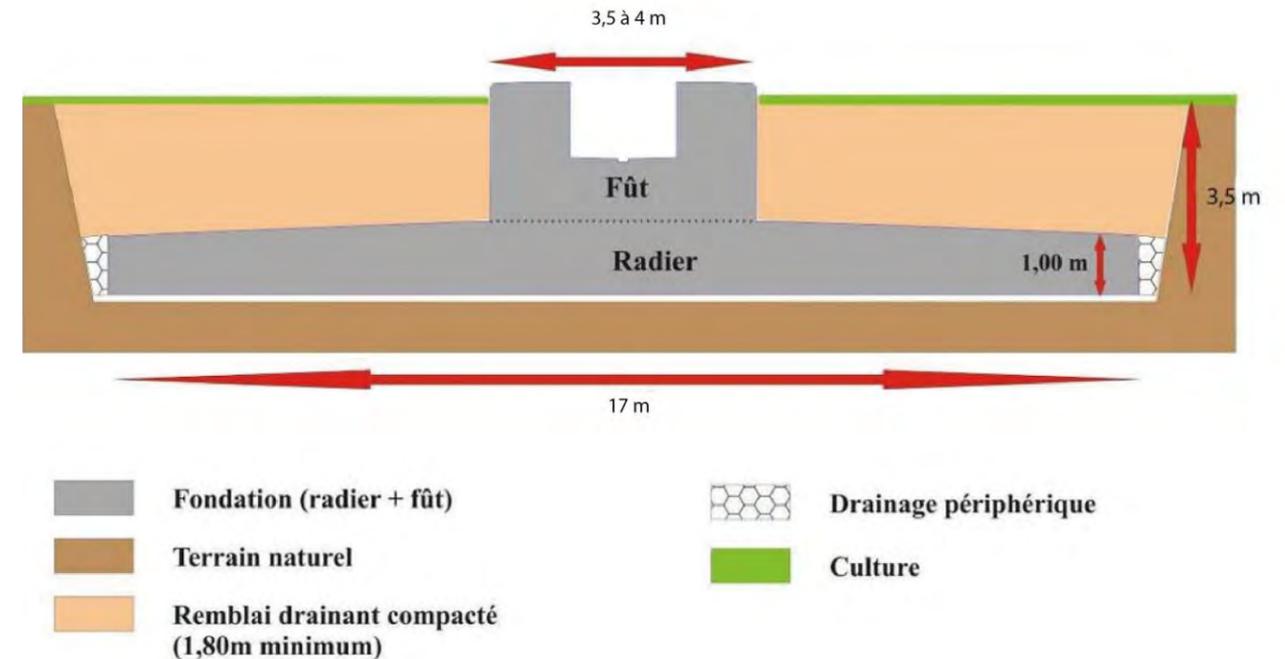


Figure 12 : schéma type d'une fondation

Zoom sur les emprises

Concernant l'emprise au sol des fondations :

- **En phase chantier** : cette emprise correspond à la surface de la fondation (dont le diamètre attendu sera de 17 m) à laquelle on ajoute une bande de 1 m de large permettant aux ouvriers de mettre en place le coffrage et le ferrailage de la fondation et de circuler sans risques. Ainsi l'emprise de l'excavation sera de l'ordre de 255 m².
- **En phase d'exploitation** : la plus grande partie de la fondation est recouverte de terre végétale ; seule la partie centrale de la fondation est apparente, c'est-à-dire le fût (4 m de diamètre). Ainsi, la base du mât occupe une surface de 12,5 m². Mais la plateforme de chantier autour de la fondation sera maintenue afin de pouvoir assurer la circulation autour de chacune des éoliennes.

Emprise des fondations/excavations en phase chantier	Emprise des fondations en phase exploitation
1 020 m ²	50 m ²

Tableau 17 : les emprises des fondations

2.2.4 Le raccordement électrique : l'évacuation de l'électricité produite

A l'intérieur de chaque éolienne, un transformateur élèvera la tension produite par les génératrices (690 volts) à la tension requise pour le transport et la vente (20 000 volts).

La production sera livrée au réseau d'électricité ENEDIS par l'intermédiaire d'un poste de livraison.

La figure suivante présente le principe de raccordement électrique d'un parc éolien :

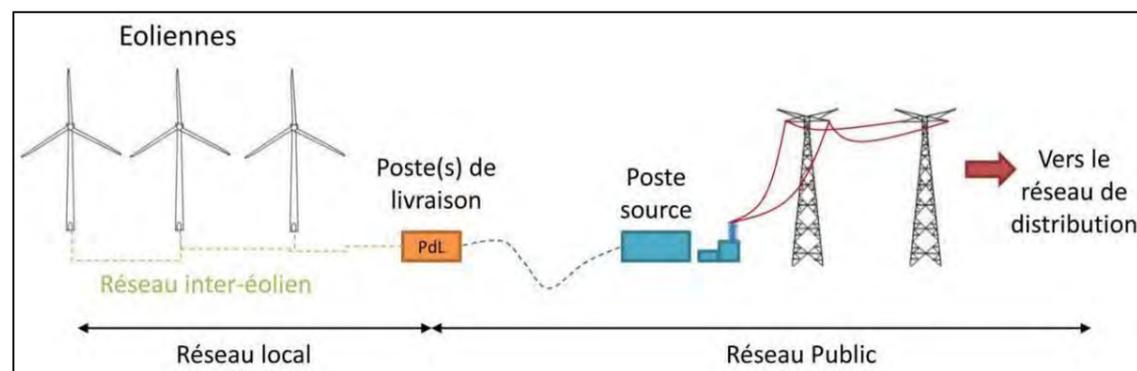


Figure 13 : principe du raccordement électrique d'une installation éolienne [source : Ineris]

2.2.4.1 Le réseau inter-éolien

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, intégré dans le mât de chaque éolienne, au point de raccordement avec le réseau public. Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance. Ces câbles constituent le réseau interne du parc éolien.

Ces câbles seront souterrains et enfouis à une profondeur minimale de 1,20 m sur les espaces agricoles, afin de ne pas gêner l'exploitation, et de 0,8 m à 1 m à l'axe des chemins et accotement des routes existantes. En cas de franchissement de canalisations existantes, le passage des câbles sera réalisé selon les prescriptions du concessionnaire du réseau. La largeur des tranchées est de l'ordre de 0,8 m.

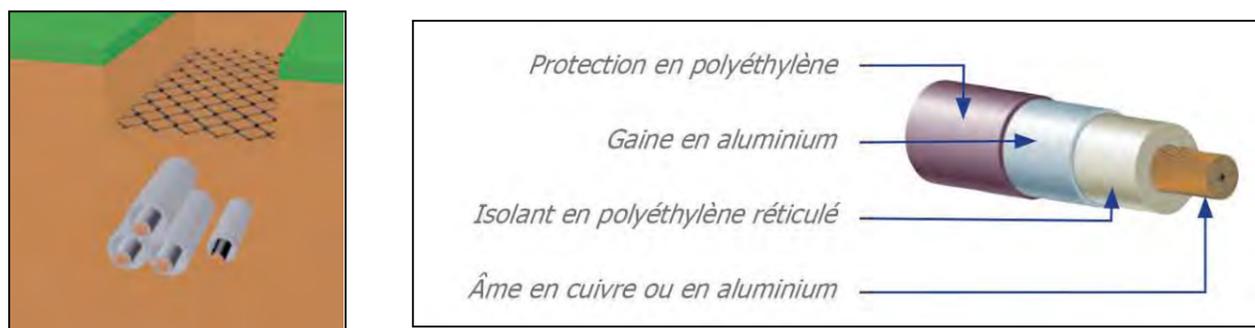


Figure 14 : principe d'enfouissement et coupe d'un câble de raccordement souterrain [source : RTE]

Par ailleurs, afin de ne pas porter atteinte aux cours d'eau, et zones humides qui peuvent les accompagner les passages de câbles électriques du réseau inter-éolien, au niveau des franchissements, seront réalisés au cas par cas :

- soit en les implantant directement dans l'ouvrage de franchissement, à faible profondeur lors des travaux de renforcement ;
- soit selon la méthode dite du fonçage qui consiste à faire passer le câble électrique sous le cours d'eau et la zone humide et/ou l'ouvrage de franchissement comme illustré sur la figure suivante.

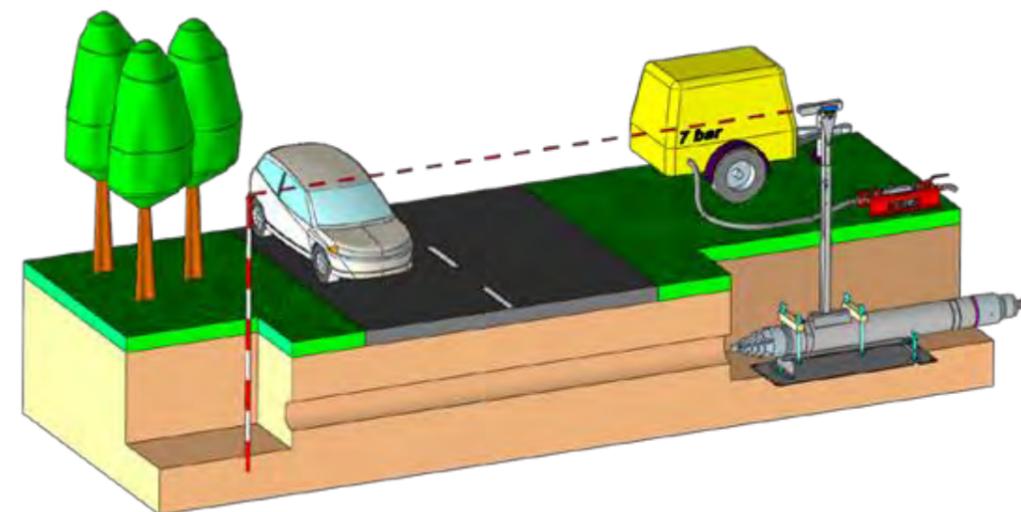


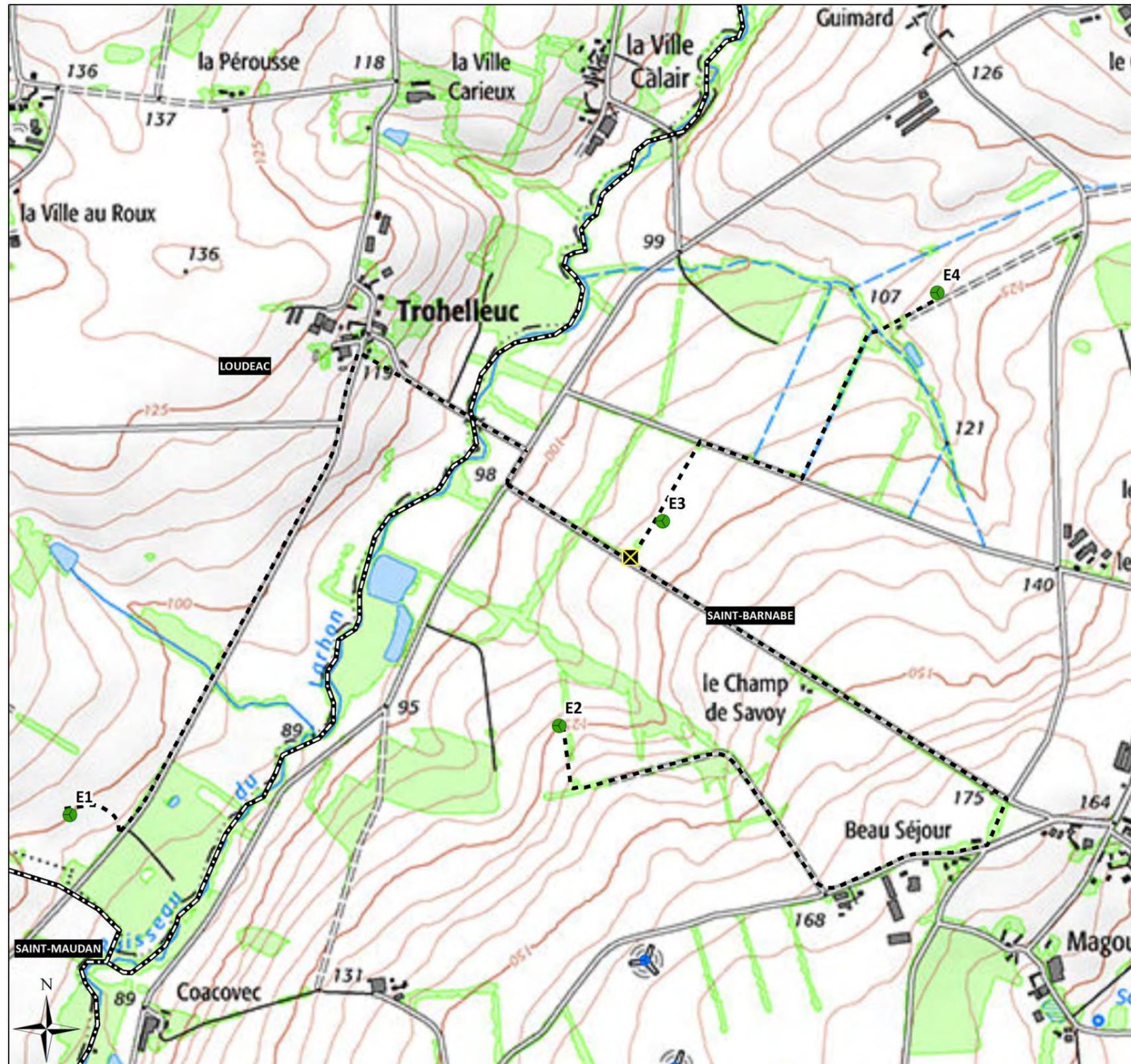
Figure 15 : schéma type d'un fonçage

Cette méthode du fonçage sera notamment utilisée pour l'implantation des câbles électriques entre E3 et E4 pour le franchissement du ru temporaire.

Zoom sur les emprises

Dans le cadre du présent projet, le linéaire inter-éolien de câbles représente près de **6 040 mètres**. Le tracé souterrain de ce réseau suivra autant que possible les chemins et routes existants ou à créer (cf. carte suivante).

Emprise du raccordement en phase de chantier	Emprise du raccordement en phase d'exploitation
0,48 ha	-



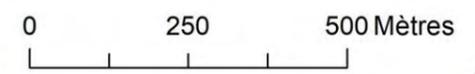
Projet éolien de Loudéac et de Saint-Barnabé



Raccordement électrique interne

- Eolienne en projet
- X Poste de livraison
- Raccordement électrique interne

- Eolienne en fonctionnement
- Limite communale



Fond : Scan25® - ©IGN Paris
Reproduction interdite.
Réalisation : ABIES - Janvier 2020

Carte 2 - le raccordement électrique interne

2.2.4.2 Poste de livraison

2.2.4.2.1 Rôles et caractéristiques

Le poste de livraison est le nœud de raccordement de toutes les éoliennes avant que l'électricité ne soit injectée dans le réseau public. Il sert d'interface entre le réseau électrique en provenance des éoliennes et celui d'évacuation de l'électricité vers le réseau ENEDIS.

La localisation exacte des emplacements des postes de livraison est fonction de la proximité du réseau inter-éolien et de la localisation du poste source vers lequel l'électricité est ensuite acheminée. Le poste doit être accessible en voiture pour la maintenance et l'entretien.

Un certain nombre d'autres éléments doit être pris en compte avant l'implantation du poste de livraison. Il s'agit d'identifier un lieu permettant de satisfaire à la fois :

- aux contraintes techniques : en raison des différents éléments qui le compose, le poste de livraison présente des caractéristiques de longueur et de fonction précises ;
- aux contraintes paysagères : intégrer le poste de livraison aux éléments existants du paysage foncier (topographie, végétation..).

Dans le cadre du projet de Loudéac et de Saint-Barnabé, un seul poste de livraison est nécessaire. Il sera implanté au sud-est de l'éolienne 3, en bordure du chemin du Champ de Savoie sur la commune de Saint-Barnabé.

Le tableau suivant présente les caractéristiques dimensionnelles du futur poste de livraison.

Poste de livraison	Longueur	Largeur	Hauteur	Surface
	10,26 m	2,48 m	2,5 m	25,5 m ²

Tableau 18 : caractéristiques dimensionnelles du poste de livraison

En phase d'exploitation, il sera associé une aire de stationnement attenante au poste de livraison. Ainsi l'emprise en phase d'exploitation sera équivalente à celle de la phase chantier, car l'aire de stationnement des véhicules sera aménagée à proximité du poste de livraison.

Zoom sur les emprises		
Dans le cadre du présent projet, le poste de livraison prévu correspond à une emprise de 10,3 m de long pour 2,5 m de large		
Emprise du poste de livraison en phase de chantier	Emprise du poste de livraison en phase d'exploitation	Emprise poste de livraison et aire de stationnement
25,5 m ²	25,5 m ²	163 m ²

Tableau 19 : les emprises du poste de livraison

2.2.4.2.2 Insertion paysagère

Dans le cas présent, le poste de livraison s'inscrit dans le vallon du Larhon, en milieu agricole semi-ouvert, le long du chemin rural de champ de Savoie à St-Barnabé, très peu fréquenté. Sa sobriété et sa simplicité d'aspect sont recherchées ici. Le traitement proposé est un revêtement (façades, toit et portes) en peinture d'une couleur gris mousse (type RAL 7003 ou similaire).

L'illustration suivante est un photomontage permettant de visualiser l'insertion paysagère du poste de livraison.



Illustration 3 : simulation du poste de livraison depuis le chemin du champ de Savoie (P2)

2.2.4.3 Le réseau électrique externe

Le réseau électrique externe relie le poste de livraison au poste source (réseau public de transport d'électricité). Ce réseau n'est pas réalisé par le concepteur du projet éolien mais par le gestionnaire du réseau de distribution, ENEDIS. Ce raccordement électrique sera entièrement enterré.

Au stade actuel de développement du projet, les conditions du raccordement externe (tracé jusqu'au poste source) ne sont pas connues. Celui-ci dépend en effet du gestionnaire ENEDIS qui donnera le cheminement précis du raccordement « d'export » seulement au moment où l'autorisation environnementale sera délivrée.

Ce raccordement électrique externe qui partira du poste de livraison électrique du parc éolien, à proximité de l'éolienne E3 pourrait se connecter au poste source de la commune de Loudéac qui, à ce jour, peut accueillir les 8 MW de puissance du parc éolien (13 MW de disponibilité au 20 mai 2020¹⁸).

Ce raccordement d'une distance d'environ 5 à 6 km sera réalisé par ENEDIS en souterrain, sur le poste de Loudéac (cf. le tracé hypothétique de raccordement).

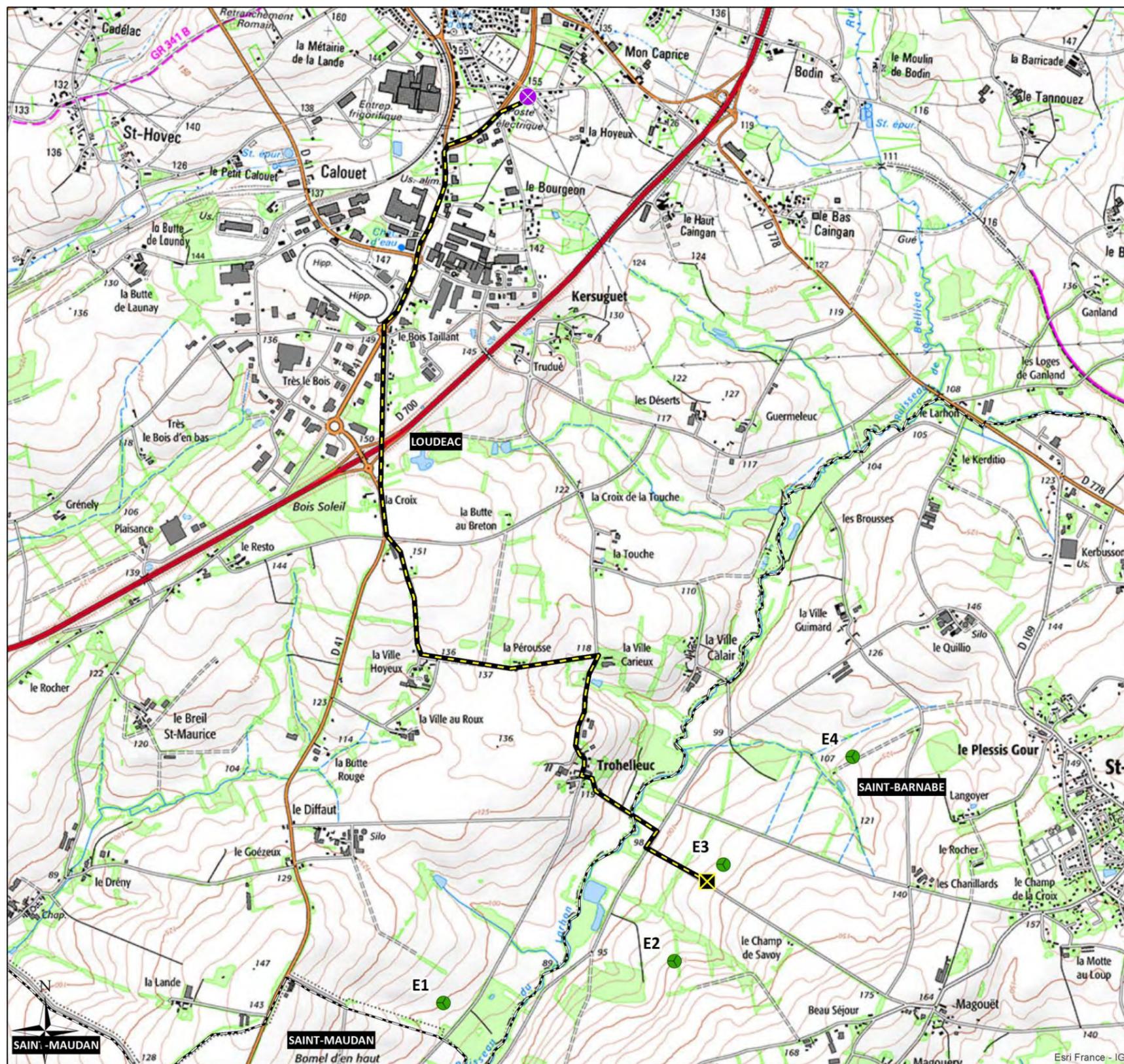
Mais le tracé exact ne sera défini qu'ultérieurement, car la construction de la ligne électrique souterraine à 20 000 volts se fera sous un régime administratif différent, du décret n°2011-1697 du 1^{er} décembre 2011 relatif aux ouvrages des réseaux publics d'électricité et des autres réseaux d'électricité et au dispositif de surveillance et de contrôle des ondes électromagnétiques.

Parallèlement, des conventions de servitude de passage sont signées avec tous les propriétaires concernés.

Depuis la mise en place de la nouvelle procédure de demande de raccordement à ENEDIS, les conditions techniques et financières de ce raccordement ne sont pas connues avant le dépôt de la demande d'autorisation environnementale du parc éolien et la réception de la notification du délai d'instruction.

Le tracé précis du raccordement n'est connu qu'à la réception de l'Offre de Raccordement (ODR) de la part d'ENEDIS, 3 mois après l'obtention de la demande d'autorisation environnementale.

¹⁸ <https://www.capareseau.fr/>



Projet éolien de Loudéac et de Saint-Barnabé

22 - Côtes d'Armor



Hypothèse de raccordement électrique externe

- Eoliennes en projet
- ⊗ Poste électrique de Loudéac
- Raccordement externe
- Poste de livraison

Limite communale



Fond : SCAN25® - ©IGN Paris
Reproduction interdite.
Réalisation : ABIES - Janvier 2020

Carte 8 : hypothèse relative au raccordement électrique externe

2.3 La phase chantier

Les travaux associés à l'aménagement du parc éolien débutent par la création des pistes d'accès et de desserte, des zones de stockage, des aires de levage et de retournement. Ils se poursuivent par le creusage et le coulage des fondations. Durant cette phase, des engins de terrassement sont présents sur les « aires de grutage » et les camions de terre ou de béton circulent sur les pistes de construction et font demi-tour sur ces mêmes aires de levage si possible ou sur une aire de retournement dédiée. Une fois les fondations coulées, le montage des éoliennes peut commencer. Durant cette phase, les aires de grues permettent l'installation des grues. Deux grues sont présentes sur le site : une pour le portage et l'autre pour le guidage. Le moyeu est monté sur la nacelle au sol.

Pour chaque plateforme d'éolienne des aires de stockage et une aire de pré-montage sont prévues. Ces surfaces sont démantelées, en tout ou partie, une fois le chantier terminé.

2.3.1 Durée et phasage du chantier

Le déroulement du chantier pour la construction d'un parc éolien est une succession d'étapes importantes. Elles se succèdent dans un ordre bien précis, déterminé de concert entre le maître d'ouvrage, les exploitants et/ou propriétaires des terrains et les opérateurs du chantier.

Le chantier du parc éolien de Loudéac et Saint-Barnabé s'étalera sur une période estimée d'une année environ, avec des périodes de plus ou moins grande activité. Mais cette durée sera découpée en deux phases distinctes : la phase préparatoire au montage des éoliennes (création des chemins, des fondations) et la phase de montage des éoliennes et de raccordement.

Chantier de réalisation du parc éolien de Loudéac et de Saint-Barnabé (12 mois)			
Phase 1 : travaux préparatoires (7 à 8 mois)	1	Installation de la base vie	Les travaux préparatoires devront être réalisés, dans la mesure du possible, en dehors de la période allant du 1 ^{er} mars au 15 juillet (cf. mesure Na-R2). ¹⁹
	2	Tranchées de raccordement	
	3	Excavations	
	4	Fondations	
	5	Aménagements et renforcement des accès	
	6	Installation du poste de livraison	
Phase 2 : montage mécanique (4 à 5 mois)	7	Montage des éoliennes (1,5 éolienne/semaine).	
	8	Raccordement inter-éoliennes jusqu'au poste de livraison	
	9	Nettoyage chantier	

¹⁹ Des travaux pourront être réalisés durant cette période si l'ensemble des travaux préalables (défrichage, décapage de la terre végétale, etc.) sont réalisés avant mars et avec la présence obligatoire de l'écologue

10	Mise en service et test
----	-------------------------

Tableau 20 : phasage prévisionnel du chantier du parc éolien avec une hypothèse d'un déroulement du chantier sur 12 mois environ



Carte 9 : la phase construction du parc éolien de Loudéac et Saint-Barnabé

2.3.1.1 L'installation de la base vie

L'installation d'une base vie est un préalable à l'ouverture du chantier. Son emplacement sera déterminé peu avant l'ouverture du chantier selon les disponibilités foncières et les contraintes agricoles du moment.

Son emprise sera de l'ordre de **1 000 m²**, incluant les aires de stationnement. Elle sera démantelée une fois le chantier terminé.

Elle apportera toutes les commodités notamment aux opérateurs (salle de restauration, eau, vestiaires, ...) et à la bonne conduite du chantier (salle de réunion, ...).



Photo 4 : exemples de bases de vie

2.3.1.2 La pose du raccordement (électrique et téléphonique) inter-éolien

Description

Les travaux des liaisons souterraines interviendront avant la création des pistes nécessaires à l'installation des éoliennes. En effet le tracé du raccordement en souterrain prendra place au niveau des futurs chemins de desserte des éoliennes.

Pour ces travaux un décapage des sols est nécessaire au niveau de l'emplacement des futures tranchées et les zones adjacentes (circulation de chantier, zone de dépôt de matériau, zone de stockage des fourreaux, etc...). La largeur de décapage est variable en fonction de la situation des travaux et des accès possibles existants.

Ensuite la tranchée est creusée sur une profondeur d'environ 0,8 à 1 m et une largeur d'environ 0,8 m. L'ensemble des matériaux extraits est déposé le long de la tranchée. Une attention particulière sera portée

L'étape suivante consiste à mettre en place les fourreaux puis à tirer les câbles dans les ouvrages. La tranchée est ensuite recouverte avec les matériaux extraits.

Illustrations



Photo 5 : engin utilisé pour le creusement de la tranchée et la pose des câbles électriques

2.3.1.3 L'organisation du chantier, les conditions d'accès et de desserte

2.3.1.3.1 Les accès

Les éoliennes devront être accessibles pendant toute la durée de fonctionnement du parc éolien pour en assurer leur maintenance et leur exploitation et également ponctuellement pour que les visiteurs puissent accéder au site, conformément à l'article 7 de l'arrêté du 26 août 2011. Cet article impose que le site doit disposer, en permanence, d'une voie d'accès carrossable permettant, a minima, l'intervention des services d'incendie et des secours.

Deux paramètres principaux doivent être pris en compte afin de finaliser l'accès au site :

- la charge des convois durant la phase de travaux ;
- l'encombrement des éléments à transporter (pales, tours et nacelles).

Pour répondre à la charge des véhicules de transport, certains chemins existants seront redimensionnés et renforcés avant le démarrage du chantier. Le renforcement sera réalisé avec des matériaux inertes, issus de carrière. Après la phase de construction, ils seront conservés à l'identique ou redimensionnés (5 mètres de large). Les linéaires de chemins à créer ou à calibrer pour le chantier du parc éolien de Loudéac et de Saint-Barnabé sont détaillés dans le paragraphe suivant.

Concernant l'encombrement, ce sont les pales d'environ de 55 mètres de long qui représentent la plus grosse contrainte. Leur transport est réalisé en convoi exceptionnel à l'aide de camions adaptés (tracteur et semi-remorque). Pour un tel convoi, la longueur totale de l'ensemble, camion et pale, atteint jusqu'à 60 mètres (porte-à-faux compris), pour les éoliennes de type VESTAS V110.

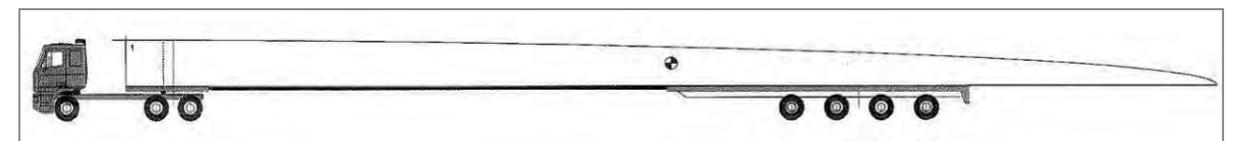


Figure 16 : transport d'une pale

Lors du transport des aérogénérateurs, le poids maximal à supporter est celui du transport des nacelles. La nacelle équipée de la génératrice pèse environ 100 tonnes. Le poids total du véhicule chargé avec la nacelle équipée est d'environ 200 tonnes. La charge de ce véhicule sera portée par 12 essieux, avec une charge d'environ 8 tonnes par essieu.

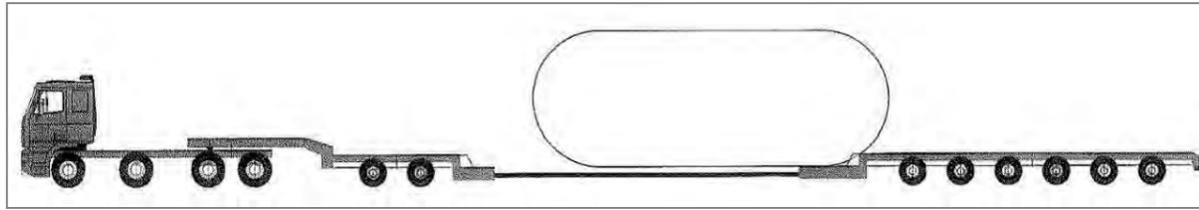


Figure 17 : transport de la nacelle

Les différentes sections du mât sont généralement transportées à l'aide de semi-remorque à 8 essieux. La longueur totale de l'ensemble et son poids sont variables selon la section transportée.

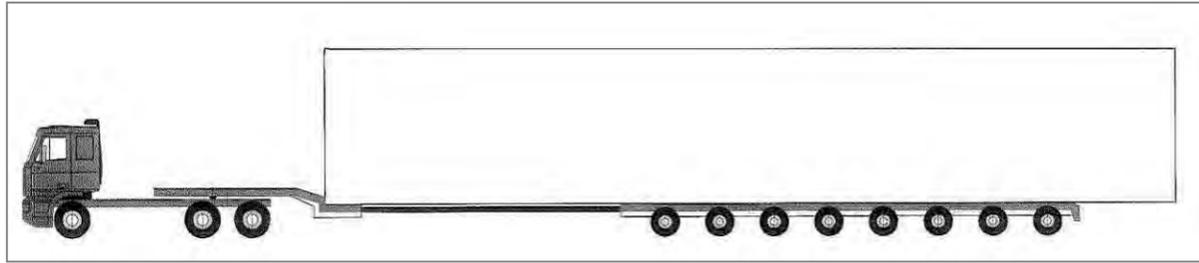
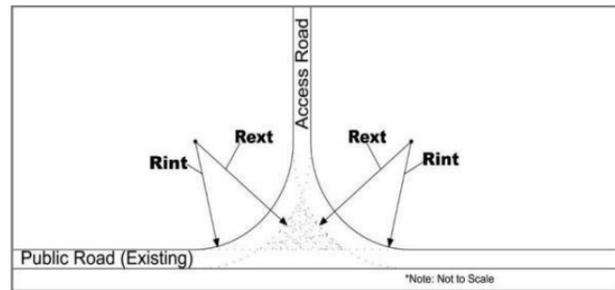


Figure 18 : transport d'une section du mât

Les caractéristiques de ces engins de transport nécessitent parfois l'aménagement des virages.

Pour le transport des éléments de l'éolienne, la société Vestas, par exemple, recommande certains rayons de giration internes (Rint) et externes (Rext) (cf. schéma suivant).



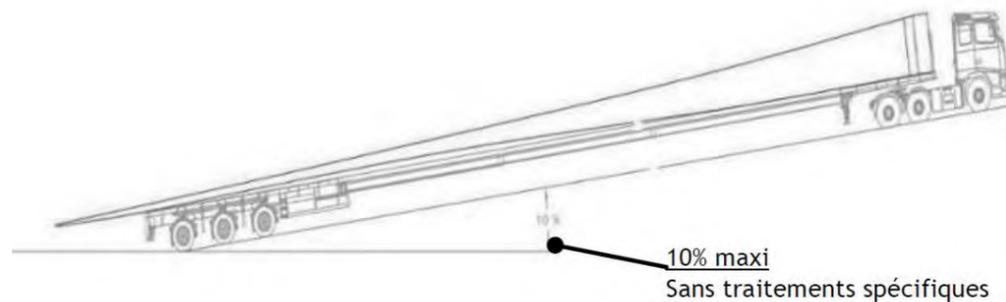
Aménagement des virages [Source : Vestas]

	V110 - 2MW
Rayon interne	42 m
Rayon extérieur	48 m

Tableau 21 : rayons de giration recommandés [Source : Vestas]

De plus la pente longitudinale des terrains est limitée à 10 %. Toutefois une pente supérieure à 10% peut être envisagée au cas par cas et ponctuellement.

Mais le site de Loudéac et de Saint-Barnabé ne présente pas de pente supérieure ou égale à 10%.



A la fin du chantier ENGIE Green s'engage à remettre en état les routes et les chemins d'accès qui auraient pu être détériorés durant la phase de travaux.

Un constat d'huissier sera réalisé à l'ouverture du chantier et à la clôture des travaux.

2.3.1.3.2 Aménagement des chemins d'accès

Les chemins d'accès doivent permettre une arrivée aisée sur la zone d'installation de l'ensemble des équipements utilisés lors de l'assemblage des éoliennes et doivent donc souvent être renforcés. Les chemins auront une bande roulement de 4,5 à 5 mètres de large sur les sections approximativement rectilignes avec des surlargeurs (temporaires) dans les courbes les plus serrées. La largeur de couloir de passage utile (libre de tout obstacle) sera de 5 à 5,5 m.

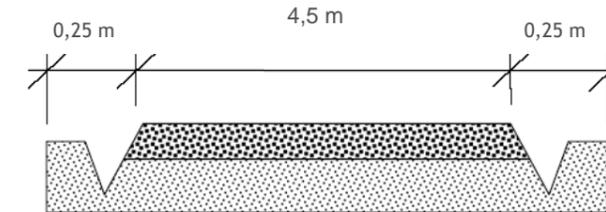


Figure 19 : vue en coupe d'une piste d'accès de principe

De plus en raison des masses conséquentes transportées, ces chemins feront l'objet d'un empierrement afin d'en améliorer la portance. Une épaisseur de 50 à 80 cm des graves sera ainsi ajoutée. Le dimensionnement exact des chemins sera défini lors de l'étude géotechnique. Les épaisseurs seront alors définies en fonction de la nature géologique des sous-sols et des contraintes imposées à la couche de roulement.

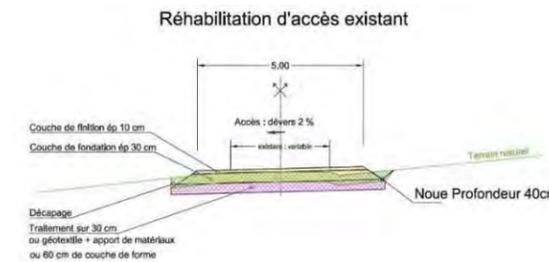


Figure 20 : exemple de réhabilitation d'accès existant

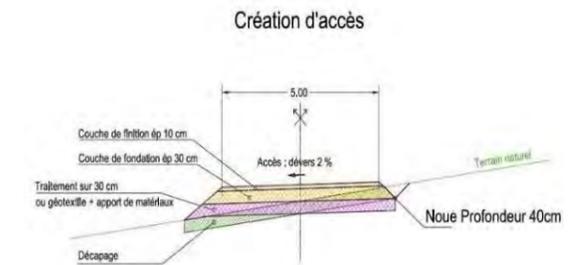


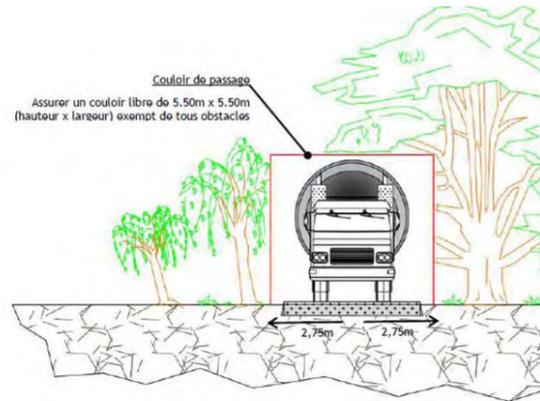
Figure 21 : exemple de création d'accès

2.3.1.3.3 L'accès des convois au site éolien

L'accès général au site sera différencié. L'éolienne 1 sera accessible depuis la RD41, à l'ouest, axe principal entre Loudéac et Saint-Maudan. Les chemins existants, dont le chemin rural du Diffaut et de Trohelleuc seront employés pour assurer la desserte à l'éolienne 1 depuis cette route départementale.

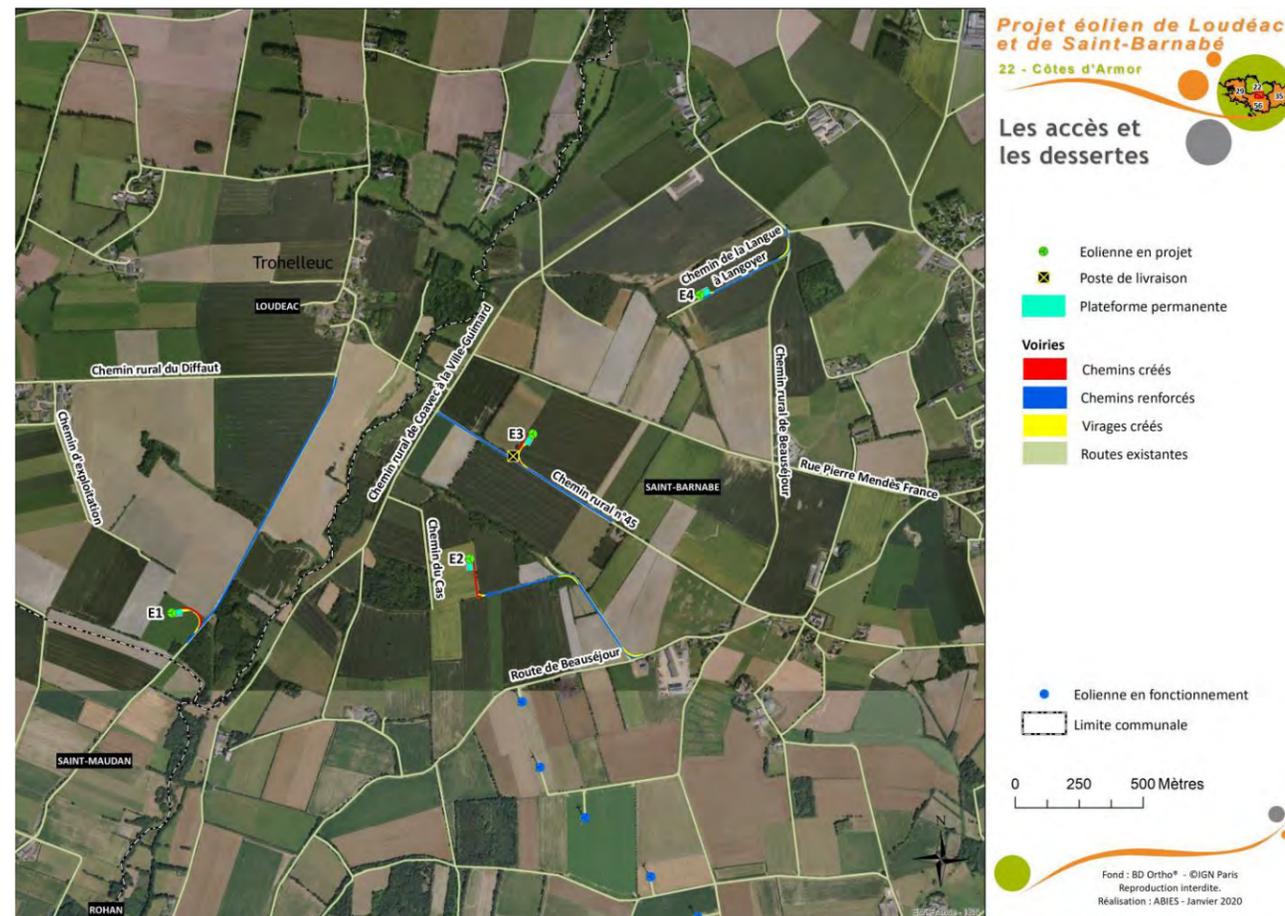
Les éoliennes 2 à 4 seront accessibles, quant à elles, depuis Saint-Barnabé et notamment depuis les chemins Beauséjour aux Landes de Coacovec, le chemin du Champ de Savoie, ...

Les arbres bordant les chemins d'accès devront faire l'objet d'un élagage afin d'assurer le passage en hauteur des camions.



2.3.1.3.4 La desserte interne aux éoliennes

La carte suivante présente la desserte aux éoliennes depuis les chemins existants.



Carte 10: Les accès et les dessertes du parc éolien de Loudéac et Saint-Barnabé

La société ENGIE Green a conçu la desserte aux éoliennes en utilisant le plus possible les chemins existants. Ainsi seront réalisées les dessertes aux éoliennes :

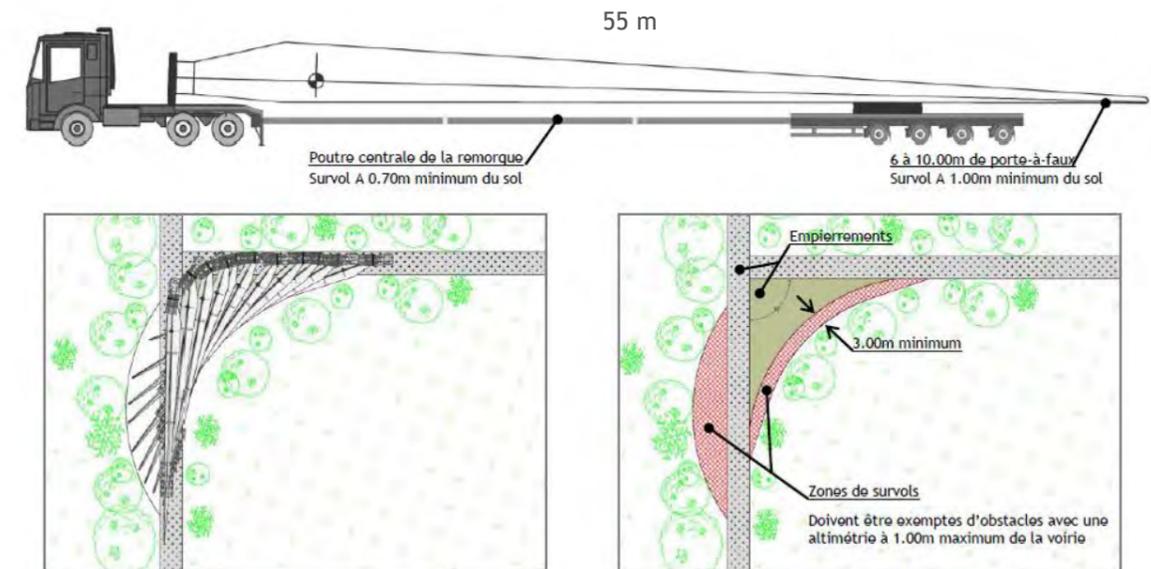
- n° 1 depuis le « Chemin rural du Diffaut » et le « chemin rural de Trohelleuc à Bomel » existants. Une piste de desserte devra être aménagée jusqu'au pied de l'éolienne E1 ;
- n° 2 depuis le « Chemin de Beauséjour aux Landes de Coacovec » qui sera prolongé jusqu'au pied de l'éolienne E2 ;

- n° 3 depuis le « Chemin du Champ de Savoie à Trohelleuc » existant. Une piste de desserte devra être aménagée jusqu'au pied de l'éolienne E3 ;
- n° 4, depuis le « Chemin de la Lande de Langoyet » existant.

Au préalable les chemins existants nécessitant un renforcement feront l'objet des travaux nécessaires afin de supporter les charges des convois. L'ensemble représente une emprise de 16 000 m², soit un linéaire de 3 200 m pour des chemins de 5 mètres de large en moyenne. Ces chemins renforcés seront maintenus en phase d'exploitation.

Depuis les chemins ruraux réaménagés, des voies de desserte seront construites de façon à accéder aux pieds des éoliennes. C'est une emprise de 2 275 m² de pistes nouvelles qui sera aménagée pour la desserte des éoliennes en période de chantier, soit un linéaire total d'environ 455 mètres pour des chemins de 5 mètres de large. Cette emprise sera maintenue durant la phase exploitation du parc éolien. De plus des bandes de circulation autour du poste de livraison sera réalisée et des pistes de maintenance qui seront aménagées.

Il est également à signaler qu'une emprise temporaire de 1 770 m² sera nécessaire pour rectifier le rayon de courbures de certains virages. Ces pans coupés seront aménagés en fonction de l'angle du virage, de la portance du sol, du sens de livraison des camions.



2.3.2 La création de plateformes

Autour du lieu d'implantation de l'éolienne, plusieurs plateformes seront aménagées : la plateforme de montage, la zone de stockage des pales au sol ainsi que la fondation de l'éolienne.

L'illustration ci-après résume l'emprise de chacune d'entre elles.



carte 11 : carte zoomée sur les plateformes

2.3.2.1 La plateforme de montage ou aire de grutage (permanente)

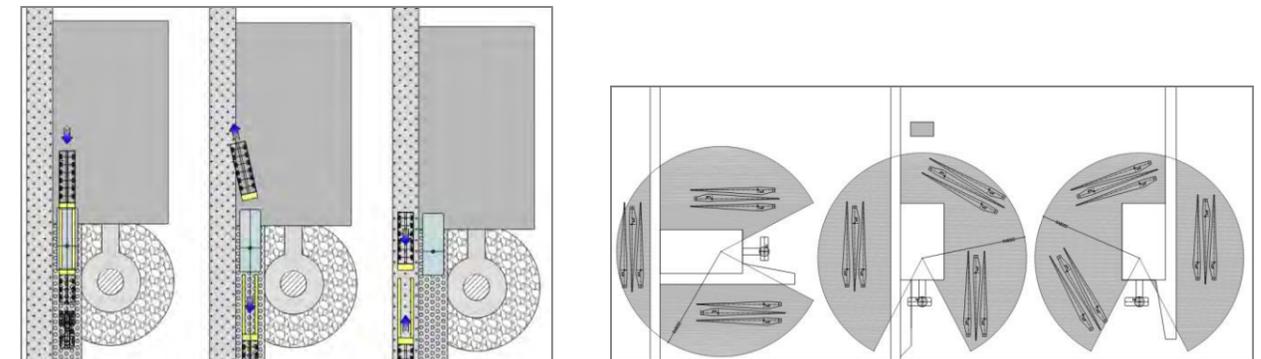
La plateforme de grutage permet l'installation des grues pour le montage de l'éolienne. Le sol de cette plateforme sera renforcé pour supporter le trafic et le travail d'engins lourds notamment les grues de levage et de manipulation par tous les temps.

L'emprise de chaque aire est de 875 m² (35 x 25). Cette plateforme sera maintenue à l'issue du chantier de construction.

Une autre plateforme sera aménagée pour l'installation du poste de livraison. Elle aura une emprise unitaire de 163 m² (14,2 x 11,5). Elle sera maintenue car à l'issue du chantier, et de l'implantation du poste de livraison, l'emprise restante sera aménagée pour le stationnement de véhicules légers.

2.3.2.2 Les zones de stockage (temporaire)

Les composants des éoliennes (tour, nacelles, pales, ...) seront acheminés sur le site par camion. Pour des raisons d'organisation, chacun des éléments constituant une éolienne sera déchargé près de chacune des fondations. Des grandes précautions seront prises afin d'éviter toute contrainte durant le déchargement.



Les aires de stockage sont des aires temporaires nécessaires uniquement pour les besoins du chantier. Elles seront supprimées à l'issue du chantier.

Ces aires seront aménagées de part et d'autre de l'aire de levage (permanente). Elles auront pour dimension 175 m² (35 * 5).

D'autres zones de stockage temporaire seront aménagées. Elles permettent de stocker les terres d'excavation du massif de fondation, des éléments d'éoliennes (nacelles, ...) et d'assemblage des mâts des grues de levage des éoliennes.



Photo 6 : exemple de camion assurant le transport des composants d'un parc éolien



Photo 7 : manipulation des tronçons d'éoliennes



Photo 8 : pales entreposées sur un chantier éolien

2.3.3 L'installation des fondations

La création des fondations pourra se faire uniquement après la réalisation des expertises géotechniques. Ainsi, en fonction des caractéristiques et des particularités des terrains sur lesquels est envisagé le projet, les dimensions et le type de ferrailage des fondations seront déterminés.

Une pelle-mécanique interviendra dans un premier temps afin de creuser le sol sur un volume déterminé. Puis des opérateurs mettront en place un ferrailage dont les caractéristiques seront issues des analyses géotechniques. Enfin des camions-toupies déverseront les volumes de béton nécessaires.

Ensuite le chantier sera interrompu pendant quelques semaines afin d'assurer le séchage du béton. Les photos ci-après illustrent les différentes étapes d'installation des fondations des éoliennes.



Photo 9 : excavation de la fondation



Photo 10 : fouille de la fondation



Photo 11 : stockage des ferrailles



Photo 12 : préparation des fondations



Photo 13 : ferrailage de la fondation



Photo 14 : coulage du béton



Photo 15 : la fondation terminée

2.3.4 Le montage des éoliennes

L'installation d'un aérogénérateur est une opération d'assemblage, se déroulant comme suit :

Assemblage de la tour : l'emploi d'une grue télescopique avec une grande capacité de manutention est nécessaire pour empiler des éléments les uns sur les autres. Dans la pratique, une seconde grue, plus petite, accompagne la première (de façon à maintenir les différents éléments aux deux extrémités).



Photo 16 : vue d'ensemble des étapes d'assemblage de la tour [exemple de tour en acier]



Hissage de la nacelle : la nacelle est l'élément le plus lourd d'une éolienne ; abritant notamment la génératrice électrique, elle est hissée sur la tour et assemblée. Il s'agit d'une opération délicate étant données les masses en jeu et la précision requise.



Photo 17 : hissage de nacelles

Assemblage du rotor. Deux options peuvent être envisagées au cas par cas pour l'assemblage du rotor :

- soit, dans un environnement dégagé, le rotor et les pales sont assemblés au sol puis l'ensemble est relevé ;
- soit, dans un environnement plus complexe, chaque élément (rotor puis pale) est levé et assemblé aux autres directement au niveau de la nacelle.

Hissage et assemblage du rotor à la nacelle effectués par la grande grue ; la petite grue « retient » le rotor.



Photo 18 : hissing et assemblage du rotor

2.3.5 Le trafic routier

Le trafic lié aux opérations de construction du parc éolien aura une incidence ponctuelle sur le trafic local et notamment sur la RD 41 en particulier, à l'ouest du site. Le chantier sera balisé à ses abords pour garantir la sécurité de tous les usagers.

Fort de son expérience dans le domaine de la construction des parcs éoliens, la société ENGIE Green, s'est rapprochée du service « Routes » du Conseil Départemental des Côtes d'Armor et du Morbihan (compte tenu de la proximité du projet avec ce département) vis-à-vis des conventions d'accès au réseau emprunté.

Le trafic de camions escompté concerne le transport :

- des produits d'excavation des fondations : une partie sera utilisée sur place et le surplus sera transféré hors du site ;
- des matériaux pour les fondations des éoliennes ;
- des éléments des tours ;
- des rotors et des nacelles ;
- des transformateurs électriques et autres composants des éoliennes.

2.3.6 La gestion des déchets en phase chantier

2.3.6.1 Les déchets de chantier

Le tableau suivant détaille les déchets susceptibles d'être produits selon les grandes étapes de développement du chantier. Les déchets dangereux apparaissent dans des lignes oranges dans le tableau suivant, et ont une étoile à la fin du code déchet. Les autres sont considérés comme des déchets industriels banals (DIB).

Etape du chantier	Type de déchets	Code de nomenclature ²⁰	Stockage	Traitement
Défrichage	Bois	03 03 01	Sur site	Enlèvement
Transport	Emballages : cartons et plastiques PE	15 01 01, 15 01 02 et 17 02 03	Bennes de collecte	Déchetterie
Terrassement	Généralement pas de déchet, excepté sur des terrains cultivés (déchets verts).	20 02 01	Bennes de collecte	Transformation en engrais vert, compostage
Fondations	Ligatures, ferrailles	19 10 01	Bennes	Déchetterie
	Béton	17 01 01	Plateformes de séchage	Déchetterie
Montage	Palettes de bois	17 02 01	Bennes de collecte	Déchetterie
	Bidon vide de graisse, de lubrifiant, ...	17 02 03 15 01 10*	Bennes de collecte	
Raccordement	Chute de câbles en aluminium	17 04 02	Bennes de collecte	Déchetterie
Remise en état	Eventuellement la terre décaissée non utilisée	17 05 04	Bennes de collecte	Evacuation vers des centres de stockage de déchets inertes agréés

Tableau 22 : qualification des déchets

Le tableau ci-après donne un exemple des quantités de déchets typiquement produits lors de l'installation et la mise en service d'une éolienne d'un gabarit proche de celui de l'éolienne retenue pour le présent projet. Toutefois, les quantités peuvent varier en fonction de la technique de transport et du type de machine. Les quantités en jeu sont données d'une part par éolienne et d'autre part pour l'ensemble du projet de Loudéac et de Saint-Barnabé à titre informatif à défaut de pouvoir être exhaustives.

Type de déchets	Code de nomenclature	Quantité en jeu		Filière d'élimination
		Pour une éolienne	Pour le projet	
Film de polyéthylène (PE)	17 02 03	380 m ²	1 520 m ²	Déchetterie
Carton	15 01 01	50 m ²	200 m ²	Déchetterie
Restes de papier (chiffons en papier)	15 01 01	50 m ²	200 m ²	Déchetterie
Bois (palettes)	17 02 01	70 Kg	280 Kg	Déchetterie
Polystyrène	15 01 06	2 m ³	8 m ³	Déchetterie
Restes de tapis	04 01 99	5 Kg	20 Kg	Déchetterie
Restes de câbles	17 04 01, 17 04 02	30 kg	120 Kg	Déchetterie
Restes d'attache-câbles	Selon matériaux	1 Kg	4 Kg	Déchetterie
Matériaux d'emballage	15 01 01, 15 01 02, 15 01 03, 15 01 06	30 Kg	120 kg	Déchetterie
Déchets ménagers et assimilés	20 01 39	20 Kg	80 Kg	Déchetterie
Chiffons souillés	15 02 02*	10 Kg	40 Kg	Déchetterie

Tableau 23 : type et quantité de déchets de la phase chantier

²⁰ le Code de nomenclature désigne chaque type de déchet par un code à six chiffres selon l'annexe 2 de l'article R 541-8 du Code de l'environnement

Les déchets du polyéthylène (PE) font partie de la gamme des thermoplastiques, qui fondent sous l'effet de la chaleur et reprennent leur rigidité en refroidissant. Selon l'ADEME, ces matières plastiques peuvent être recyclées et régénérées. Quant aux eaux usées de la base vie, si aucun raccordement vers le réseau d'assainissement collectif n'est possible, elles seront stockées dans des fosses étanches temporaires. Une entreprise spécialisée dans l'élimination sera chargée de leur enlèvement. Les déchets sont, dans tous les cas, gérés par les entreprises intervenant sur le site.

Comme précisé dans les tableaux précédents, la majorité des déchets sera transportée en déchetterie pour valorisation. Aucun déchet ne sera abandonné sur le site. Ils seront stockés dans des bennes étanches.

Enfin il reste à préciser qu'après chaque déversement de béton, pour la réalisation des fondations, les toupies des camions feront l'objet d'un rinçage par le chauffeur. L'eau utilisée provient d'une réserve d'eau présente sur chaque camion. L'eau, alors usée, sera déversée au sein de fosses de lavage. Ces fosses sont préalablement creusées à la pelle mécanique. Ainsi il ne restera à récupérer que les résidus de béton, de sable et de graviers. Une fois le chantier terminé, les résidus seront retirés de chacune des fosses qui seront quant à elles comblées.

2.3.6.2 L'entretien des engins de chantier

Les opérations de lavage et d'entretien des engins de chantier seront réalisées soit directement sur la base de chantier pour l'entretien d'appoint des engins de chantiers (approvisionnement carburant, huile, graissage), soit en dehors de la zone de chantier.

Les stockages sur site d'huiles et de carburants pour les engins seront réalisés sur des bacs de rétention étanches, en général dans des containers de chantier.

Les engins de terrassement ou a minima le véhicule du chef de chantier seront équipés de kits anti-pollution d'urgence permettant d'absorber d'éventuelles fuites d'huile accidentelles (cf. chapitre « Mesures »).

Pour toutes les dispositions relatives à la gestion des pollutions accidentelles, un Plan Assurance Qualité ou autre document du même type (par exemple Schéma Organisationnel du Plan d'Assurance Environnement-SOPAE) sera élaboré.

2.3.7 La surveillance du chantier

Afin de préserver le matériel contre d'éventuelles dégradations et de lutter contre le vol, notamment du cuivre, ENGIE Green pourra engager une société de surveillance dès les premières phases du chantier.

2.4 La phase d'exploitation

2.4.1 La durée de vie du parc éolien

La présente installation n'a pas un caractère permanent (ou non réversible) comme d'autres installations de production énergétique : elle est réversible à condition de respecter un certain nombre de règles.

L'exploitation du parc éolien de Loudéac et Saint-Barnabé est prévue pour une durée de 20 à 25 ans environ.

2.4.2 La production estimée

Les données de vent recueillies sur le site permettent d'estimer la production électrique qui sera délivrée par le parc éolien de Loudéac et Saint-Barnabé.

La production des quatre éoliennes atteindra environ 18 400 000 kWh (ou 18,4 GWh) par an (production nette, tenant compte des pertes par effet de sillage, de la densité de l'air et des pertes liées aux mesures de réduction de l'impact acoustique).

Cette valeur correspond à la consommation électrique domestique, hors chauffage, de près de 8 000 habitants (la consommation moyenne annuelle par habitant est de 2 308 kWh par an²¹). Ce qui représente près de 15% de la consommation électrique domestique (hors chauffage) des habitants de Loudéac Communauté Bretagne Centre (53 385 habitants au 1^{er} janvier 2017).

Il s'agit d'une quantité moyenne produite, étant entendu que les parcs éoliens produisent « au fil du vent » une électricité injectée sur le réseau électrique.

2.4.3 La maintenance

2.4.3.1 Organisation de la maintenance

L'objectif global des services de maintenance est de veiller au fonctionnement optimal des éoliennes au long de leur fonctionnement, afin qu'elles répondent aux attentes de performance et de fiabilité.

Le travail des équipes de maintenance réalisé sur les parcs éoliens est à la fois préventif et curatif. On distingue alors deux types de maintenance :

- la maintenance préventive qui permet de veiller au bon fonctionnement du parc éolien, en assurant un suivi permanent des éoliennes pour garantir leur niveau de performance tant sur le plan de la production électrique (disponibilité, courbe de puissance...) que sur les aspects liés à la sécurité des installations et des tiers (défaillance de système, surchauffe...) ; elle est menée suivant un calendrier bien précis tout au long de la vie du parc ;
- la maintenance curative qui est mise en place suite à une défaillance du matériel ou d'un équipement (remplacement d'un capteur, ajout de liquide de refroidissement suite à une fuite, etc.) ; ces opérations sont faites à la demande, dès détection du dysfonctionnement.

Les équipes de maintenance disposent de moyens informatiques et GSM leur permettant d'avoir en permanence un accès à distance à chacune des éoliennes (système SCADA intégré aux éoliennes).

L'article 19 de l'arrêté ICPE du 26 août 2011 indique que l'exploitant doit disposer d'un manuel d'entretien de l'installation, qui précise la nature et les fréquences d'intervention pour s'assurer du bon fonctionnement de l'installation. Un registre des défaillances, des interventions et actions correctives devra être tenu à jour.

2.4.3.2 Périodicité

Conformément aux prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 :

« L'exploitant réalise des essais permettant de s'assurer du fonctionnement correct de l'ensemble des équipements avant la mise en service industrielle d'un aérogénérateur. Ces essais comprennent :

- un arrêt ;
- un arrêt d'urgence ;
- un arrêt depuis un régime de survitesse ou une simulation de ce régime.

Suivant une périodicité qui ne peut excéder un an, l'exploitant réalise une vérification de l'état fonctionnel des équipements de mise à l'arrêt, de mise à l'arrêt d'urgence et de mise à l'arrêt depuis un régime de survitesse en application des préconisations du constructeur de l'aérogénérateur. »

« Trois mois, puis un an après la mise en service industrielle, puis suivant une périodicité qui ne peut excéder trois ans, l'exploitant procède à un contrôle de l'aérogénérateur consistant en un contrôle des brides de fixations, des brides de mât, de la fixation des pales et un contrôle visuel du mât.

Selon une périodicité qui ne peut excéder un an, l'exploitant procède à un contrôle des systèmes instrumentés de sécurité. Ces contrôles font l'objet d'un rapport tenu à la disposition de l'inspection des installations classées. »

L'exploitant s'engage donc à respecter les prescriptions réglementaires de cet arrêté.

2.4.4 Le trafic routier en phase d'exploitation

Ponctuellement des équipes de maintenance seront présentes de manière continue sur le site pour des visites de prévention et pour des interventions ponctuelles, le plus souvent à l'aide de véhicules utilitaires.

2.4.5 La gestion des déchets d'exploitation

En période d'exploitation, un parc éolien n'est la source d'aucun déchet atmosphérique (poussières, émission de gaz, vapeur d'eau, etc.). Toutefois, les opérations de maintenance peuvent produire des déchets, notamment des contenants d'hydrocarbures ou de lubrifiants et pièces d'usure. Mais les quantités de ces déchets restent très limitées. Ils seront pris en charge par les équipes de maintenance, et acheminés à une plateforme de traitement. Des vidanges ou a minima le filtrage des différentes huiles (pour le transformateur électrique, pour le frein hydraulique, le palier d'orientation, le dispositif de blocage du rotor, la transmission d'orientation, l'arbre de renvoi, etc.) ont lieu périodiquement : tous les quatre ou deux ans.

Conformément aux dispositions des articles 20 et 21 de l'arrêté ICPE du 26 août 2011, le brûlage des déchets d'exploitation à l'air libre est interdit ; ils doivent être éliminés dans des filières autorisées (les déchets non dangereux sont récupérés, valorisés ou éliminés dans des installations agréées). Tous les déchets produits pendant l'installation et la mise en service, ou pendant l'entretien et la réparation de l'éolienne sont collectés et éliminés par une entreprise spécialisée dans l'élimination, sur présentation d'un justificatif. Les déchets dangereux, par exemple les accumulateurs, les déchets contenant de l'huile et des graisses usagées, sont collectés séparément et éliminés par une entreprise spécialisée dans l'élimination et agréée, sur présentation d'un justificatif.

Les déchets les plus importants en volume pendant la période d'exploitation sont les huiles usagées. Ces déchets ne sont toutefois pas produits de façon continue, mais seulement selon les besoins et à intervalles déterminés. Lors des interventions de maintenance, des échantillons d'huile du multiplicateur sont prélevés, et l'état de l'huile est analysé en laboratoire. Si une vidange s'avère nécessaire, les huiles usagées survenant de cette intervention sont éliminées par une entreprise spécialisée dans l'élimination et agréée à cet effet sur présentation d'un justificatif.

Le tableau suivant donne les quantités moyennes de déchets produits en une année pour les maintenances sur une éolienne similaire. Les actions de maintenance n'étant pas effectuées chaque année, les quantités peuvent varier d'une année à l'autre (ce sont des quantités annuelles moyennes). Les déchets dangereux apparaissent dans des lignes orange du tableau ci-après. Les autres sont considérés comme des déchets industriels banals (DIB).

²¹ Source : Ministère du Développement Durable, Chiffres Clés de l'énergie, Edition 2015

Les "déchets industriels banals" sont tous les déchets qui ne sont pas générés par des ménages, et qui ne sont ni dangereux ni inertes. S'ils ne sont pas dangereux, les DIB peuvent se décomposer, brûler, fermenter ou encore rouiller.

Type de déchets	Code de nomenclature	Quantité en jeu (en kg)		Origine	Gestion
		Pour une éolienne	Pour le projet		
Joint d'étanchéité	15 01 10*	nd*	nd*	Vidange	Collecte centralisée des déchets par le maintenancier ou l'exploitant depuis le parc jusqu'à sa base de maintenance. Puis un collecteur/transporteur prend en charge les déchets lorsque nécessaire OU Mise à disposition d'un container à déchet sur le parc temporairement lors des maintenances préventives. Un collecteur/transporteur prend en charge les déchets après la maintenance
Réceptacles des lubrifiants	17 02 03, 15 01 10*	nd*	nd*	Vidange	
Accumulateurs	16 06 06*	nd*	nd*	Remplacement de composants	
Déchet industriel banal (DIB)	15 01, 20 01 ; 06 13 03; 16 01 12	19	76	Matériaux d'emballage, matériaux d'entretien	
Matériaux souillés	15 02 02*	94	376	Vidange ; Lubrification ; Surveillance des points de graissage	
Filtres à huile, filtres à air	15 02 02*	13	52	Vidange, Entretien général	
Liquide de refroidissement	16 10 01*	5	20	Vidange	
Graisse	20 01 25, 20 01 26*	4	16	Lubrification, Surveillance des points de graissage	
Aérosols	16 05 04*	2	8	Lubrification	
Huiles usagées, huiles de rinçage	13 01 ; 11 01 11*	30	120	Vidange	

Tableau 24 : type, quantité et modalités de gestion des déchets de la phase exploitation

nd* : non déterminé

Lors de l'inspection, indépendamment des modalités de gestion des déchets en place, l'exploitant peut être amené à fournir (au delà des articles 21 et 22 de l'arrêté du 26 août 2011, les obligations applicables sont celles du Code de l'Environnement sur la gestion des déchets) :

- les Bordereaux de Suivi des Déchets (BSD) à l'ordre de l'exploitant (déclaré producteur de déchet). La législation impose l'archivage des bordereaux de suivi de déchets pendant 3 ans (art R541-45 code de l'environnement) ;
- le registre des déchets de l'installation au nom de l'exploitant, incluant notamment les entreprises intervenant dans le processus de traitement des déchets avec les contacts et les références correspondantes (code Nomenclature déchets, SIRET, quantité, période). Le contenu du registre des déchets doit être conforme aux dispositions de l'article 2 de l'arrêté du 29 février 2012 (Code de l'Environnement) ;
- une copie des autorisations préfectorales pour chacun des acteurs (transport/ traitement/ stockage) intervenant dans la chaîne de traitement des déchets.

2.5 Démantèlement et remise en état du site

La question se pose du destin final du parc éolien au terme de son activité. Plusieurs solutions ou scénarii sont possibles, selon notamment le coût des énergies (fossiles et fissiles) concurrentes :

- Le premier scénario repose sur la continuité d'exploitation du site étant donnée sa qualité éolienne. Il s'agit alors d'une **démarche de renouvellement** qui consiste à démanteler la centrale éolienne en vue d'une reconfiguration optimale du site. Concrètement, les anciennes éoliennes seraient remplacées par des nouvelles, capables de générer plus d'électricité (ce renouvellement n'étant pas un remplacement à l'identique et aux mêmes emplacements, il suppose de nouvelles autorisations administratives).
- Le second scénario concerne la **fin d'exploitation du site et sa remise en état**. La législation encadre aujourd'hui le processus de démantèlement et de remise en état d'un site d'exploitation éolien qui sont désormais obligatoires même si l'exploitant du parc éolien devait rencontrer des difficultés financières.

2.5.1 Disposition réglementaires et garanties financières

Le démontage des installations est relativement rapide et aisé. Ce démontage est rendu obligatoire depuis la parution de la Loi du 3 janvier 2003, relative aux marchés du gaz et de l'électricité et au service public de l'énergie. Ceci a été confirmé par la Loi du 2 juillet 2003 « Urbanisme et Habitat ».

La **Loi Grenelle 2 du 12 juillet 2010**, portant Engagement National pour l'Environnement, renforce cette obligation ; elle fixe ainsi dans l'article L.553-3 que « *l'exploitant d'une installation produisant de l'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent ou, en cas de défaillance, la société mère est responsable de son démantèlement et de la remise en état du site, dès qu'il est mis fin à l'exploitation, quel que soit le motif de la cessation de l'activité. Dès le début de la production, puis au titre des exercices comptables suivants, l'exploitant ou la société propriétaire constitue les garanties financières nécessaires.* »

Le décret n° 2011-985 du 23 août 2011²² définit les garanties financières nécessaires à la mise en service d'une installation d'éoliennes et des modalités de remise en état d'un site après exploitation.

L'arrêté du 26 août 2011²³, modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014, précise quant à lui les modalités de remise en état du site d'une part et de constitution des garanties financières des exploitants des parcs éoliens d'autre part.

« *Les opérations de démantèlement et de remise en état des installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent comprennent :*

1. *Le démantèlement des installations de production d'électricité, des postes de livraison ainsi que les câbles dans un rayon de 10 mètres autour des aérogénérateurs et des postes de livraison.*

2. *L'excavation des fondations et le remplacement par des terres de caractéristiques comparables aux terres en place à proximité de l'installation :*

- sur une profondeur minimale de 30 centimètres lorsque les terrains ne sont pas utilisés pour un usage agricole au titre du document d'urbanisme opposable et que la présence de roche massive ne permet pas une excavation plus importante ;
- sur une profondeur minimale de 2 mètres dans les terrains à usage forestier au titre du document d'urbanisme opposable ;
- sur une profondeur minimale de 1 mètre dans les autres cas.

3. *La remise en état qui consiste en le décaissement des aires de grutage et des chemins d'accès sur une profondeur de 40 centimètres et le remplacement par des terres de caractéristiques comparables aux terres à*

proximité de l'installation, sauf si le propriétaire du terrain sur lequel est sise l'installation souhaite leur maintien en l'état.

Les déchets de démolition et de démantèlement sont valorisés ou éliminés dans les filières dûment autorisées à cet effet » (cf. infra).

Des garanties financières devront également être apportées par l'exploitant du futur parc éolien montant de ces garanties est déterminé par l'application de la formule suivante (article 2 de l'arrêté du 26 août 2011) :

$$M = N \times C_u$$

Avec : M : Montant de la garantie financière ;

N : Nombre de machines ;

C_u : Coût unitaire forfaitaire correspondant au démantèlement d'une éolienne, à la remise en état des terrains, à l'élimination et à la valorisation des déchets générés. Ce coût est fixé à 50 000 €.

Le montant de la garantie financière est réactualisé tous les 5 ans (article 3 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 6 novembre 2014). Ainsi, l'arrêté préfectoral d'autorisation précisera le montant initial de cette garantie et précisera l'indice qui sera utilisé pour calculer le montant de cette garantie (article 4 de l'arrêté du 26 août 2011).

Le **montant prévisionnel de la garantie financière** que devra constituer le Maître d'Ouvrage est ainsi estimé à 200 000 € (50 000 x 4 éoliennes).

Les éoliennes du projet étant a minima situées sur des parcelles agricoles, l'excavation des fondations lors du démantèlement devra être réalisée sur une profondeur minimale de 1 mètre, conformément à l'article 1 de l'arrêté du 26 août 2011, modifié par l'arrêté du 06 novembre 2014.

2.5.2 Le démantèlement du parc éolien

2.5.2.1 Les travaux mis en œuvre pour le démantèlement des éoliennes

Les différentes étapes d'un démantèlement sont les suivantes :

1	Installation du chantier	Mise en place du panneau de chantier, des dispositifs de sécurité, du balisage de chantier autour des éoliennes et de la mobilisation, location et démobilisation de la zone de travail.
2	Découplage du parc	Mise hors tension du parc au niveau des éoliennes ; mise en sécurité des éoliennes par le blocage de leurs pales ; rétablissement du réseau de distribution initial, dans le cas où le gestionnaire du réseau local ou RTE ne souhaiterait pas conserver ce réseau.
3	Démontage des éoliennes	Procédure inverse au montage. Recyclage ou traitement par des filières spécialisées.
4	Démantèlement des fondations	Retrait d'un mètre minimum de la fondation.
5	Démantèlement du raccordement électrique	Retrait de 10 m de câbles autour des éoliennes et du poste électrique.
6	Remise en état du site	Retrait des aires de grues, du système de parafoudre enfoui près de chaque éolienne et réaménagement de la piste.

Tableau 25 : les différentes étapes du démantèlement d'un parc éolien

²² Décret n° 2011-984 du 23 août 2011 modifiant la nomenclature des installations classées, NOR: DEVP1115321D, JORF n°0196 du 25 août 2011, Texte n°1

²³ Arrêté du 26 août 2011 relatif à la remise en état et à la constitution des garanties financières pour les installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent, DEVP1120019A, JORF, 27 août 2011, texte 15.

Les différents constructeurs ont mis en place des processus de démantèlement bien défini pour leurs éoliennes. Ces documents décrivent les principales activités du processus de démantèlement allant du démantèlement de la turbine jusqu'aux préparatifs pour un transport ultérieur.

Dans de bonnes conditions météorologiques, le temps consacré au démantèlement d'une éolienne est estimé à trois à cinq jours.

2.5.2.2 Travaux mis en œuvre pour le démantèlement du raccordement électrique

A l'image des travaux d'installation des câbles électriques, de nouvelles tranchées seront creusées à l'aide d'une pelle mécanique pour atteindre les câbles de raccordement. L'ensemble des matériaux extraits sont déposés le long de la tranchée. Les câbles et les fourreaux sont ensuite retirés puis la tranchée sera recouverte avec les matériaux extraits et les chemins recompatés.

Les déchets de démantèlement seront valorisés ou éliminés dans des filières dûment autorisés à cet effet.

2.5.3 La gestion des déchets de démantèlement

Nous allons identifier, dans un premier temps, les différents types de déchets puis dans un second temps leurs destinations respectives une fois que l'éolienne sera démontée.

Les éoliennes sont essentiellement composées de fibres de verre et d'acier, ainsi que de béton pour les fondations et éventuellement le mât. En réalité la composition d'une éolienne est plus complexe et d'autres composants interviennent tels que le cuivre ou l'aluminium.

Nous allons donc analyser en détails les différents matériaux récupérables et /ou valorisables d'une éolienne.

2.5.3.1 Identification des types de déchets

Pour chaque composant de l'éolienne plusieurs types de déchets sont identifiables :

- **Les pales et le moyeu (rotor)** : les pales sont constituées de composites de résine, de fibres de verre et de carbone ; ces matériaux pourront être broyés pour en faciliter le transport. Le moyeu est souvent en acier moulé et pourra être recyclé ;
- **La nacelle** : différents matériaux composent ces éléments : de la ferraille d'acier, de cuivre et différents composites de résine et de fibre de verre. Si la plupart de ces matériaux sont facilement recyclables ce n'est pas le cas des composites de résines et de fibres de verre qui seront traités et valorisés via des filières adaptées ;
- **Le mât** : le poids du mât est principalement fonction de sa hauteur. Dans le cadre du présent projet il s'agit de mâts en acier principalement composé de ferrailles de fer qui est facilement recyclable. Des échelles sont souvent présentes à l'intérieur du mât. De la ferraille d'aluminium sera récupérée pour être recyclée ;
- **Le transformateur et les installations de distribution électrique** : chacun de ces éléments sera récupéré et évacué conformément à l'ordonnance sur les déchets électroniques ;
- **La fondation** : la fondation est détruite seulement en partie (cf. chapitre 2.5.1). Par conséquent, du béton armé sera récupéré. L'acier sera séparé des fragments et des caillasses. Toutefois, si les prescriptions du démantèlement l'exigent, l'ensemble de la fondation sera enlevée.

2.5.4 Remise en état du site

Concernant le site éolien, une fois les différents équipements du parc éolien retirés, les fondations seront détruites et retirées sur le premier mètre sous la surface, puis les emplacements des fondations seront rebouchés de terre végétale, les pistes et aires de grues seront décompactées. Les mêmes mesures de prévention et de réduction que celles prévues pour le chantier seront appliquées.

Si l'utilité de certains accès était avérée pour les activités agricoles notamment, la question de garder une partie des chemins d'accès en état sera abordée avec les usagers et la municipalité concernée.

Dans le cas du présent projet, les activités agricoles pourront reprendre à l'issue du démantèlement.

2.6 Vulnérabilité du projet ...

2.6.1 ... face au changement climatique

Une éolienne est un système de captation d'une ressource climatique : le vent. Sa vulnérabilité face aux changements climatiques, question posée par le décret n° 2016-1110 du 11 août 2016²⁴ porte sur :

- la fréquence et l'intensité des vents extrêmes ;
- la fréquence et l'intensité des orages ;
- les conséquences indirectes de précipitations ou de sécheresses extrêmes.

2.6.1.1 Vents extrêmes

Chaque modèle d'éolienne est associé à une classe de vent, établie par une norme internationale portant sur les exigences de conception des machines, la norme IEC 61400-1. Ces différentes classes indiquent les vitesses des vents que chaque modèle d'éolienne doit supporter ; elles sont principalement définies par trois critères mesurés à la hauteur du moyeu de la future éolienne :

- la vitesse moyenne du vent sur une année ;
- la vitesse de la plus forte rafale du site (sur une période de 50 ans) ;
- l'intensité des turbulences.

Quatre classes de vent (I, II, III et IV) sont ainsi définies par la norme IEC, avec les éoliennes de classe I les plus résistantes et donc destinées aux zones de vents les plus forts. A l'inverse, les éoliennes de classe IV sont les moins résistantes et conçues pour les zones de vents les plus faibles. Le tableau suivant présente cette classification :

Classe	Vitesse moyenne annuelle	Plus forte rafale
I (vents forts)	< 10 m/s (36 km/h)	< 70 m/s (252 km/h)
II (vents moyens)	< 8,5 m/s (30,6 km/h)	< 59,5 m/s (214 km/h)
III (vents faibles)	< 7,5 m/s (27 km/h)	< 52,5 m/s (189 km/h)
IV (vents très faibles)	< 6 m/s (21,6 km/h)	< 42 m/s (151 km/h)

Tableau 26 : principales caractéristiques des classes de vents auxquelles appartiennent les éoliennes

Les éoliennes du présent projet sont de classe III et sont capables de résister à des rafales de près de 189 km/h à hauteur de moyeu. Avec le dérèglement climatique, la fréquence et l'intensité des vents extrêmes devraient évoluer à la hausse.

Les dispositions et dispositifs techniques mis en place pour faire face ou se protéger des vents extrêmes sont les suivants :

- à compter de 28 m/s (100 km/h), le système d'inclinaison des pales, informé par les anémomètres présents sur la nacelle, les positionne parallèlement à la direction du vent (mise en drapeau) afin de minimiser leur prise au vent. Le rotor tourne alors lentement en roue libre ;
- en cas d'emballement soudain, un frein à disque placé sur l'arbre rapide vient ralentir ou stopper le mouvement du rotor.

Ces dispositifs de freinage représentent au plus une perte de production électrique d'une dizaine d'heures dans l'année.

²⁴ Décret n° 2016-1110 du 11 août 2016 relatif à la modification des règles applicables à l'évaluation environnementale des projets, plans et programmes

Vulnérabilité du projet face à l'augmentation des épisodes de vents extrêmes

Compte-tenu de :

- l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des vents extrêmes qui devrait rester minimale à faible à l'échelle de la durée de vie du parc éolien (une vingtaine d'années) ;
- des dispositions techniques mise en place sur les aérogénérateurs pour supporter les vents forts ;
- des prévisions météorologiques qui permettent d'anticiper les périodes de vents extrêmes ;
- il n'est pas attendu de conséquences particulières sur la vulnérabilité du parc éolien à cette question.

Aucun impact sur l'environnement lié à cette vulnérabilité n'est donc attendu.

2.6.1.2 Orages

Chaque éolienne est équipée de dispositifs de paratonnerre (dans chaque pale) et de mise à la terre générale pour se prémunir des risques de foudre. Par ailleurs, les services de maintenance procèdent régulièrement au contrôle des pales, notamment suite à des épisodes orageux d'importance.

Vulnérabilité du projet face à l'augmentation des épisodes orageux

Avec le dérèglement climatique, la fréquence et l'intensité des phénomènes orageux pourraient évoluer à la hausse. Mais compte tenu des dispositions techniques, il n'est pas attendu de conséquences particulières quant à la vulnérabilité du projet à cette question, et donc de conséquences sur l'environnement, si ce n'est une éventuelle augmentation du nombre de vérifications, voire de réparations ou de remplacements de pales.

2.6.1.3 Conséquences indirectes de précipitations ou de sécheresses extrêmes

Les phénomènes de précipitations ou de sécheresses extrêmes pourraient être plus fréquents et intenses face aux dérèglements climatiques. En ce qui concerne les éoliennes, les risques portent donc sur le travail du sol dans lequel est enfouie la fondation et donc sur la stabilité des machines.

Vulnérabilité du projet face à l'augmentation des épisodes de précipitation et de sécheresses extrêmes

Il n'y a pas lieu d'attendre de conséquences sur la vulnérabilité des aérogénérateurs au phénomène de travail du sol, et ce pour les raisons suivantes :

- Le site éolien n'est pas sensible au risque d'inondation ;
- l'aléa retrait-gonflement des argiles est nul à faible au droit des quatre aérogénérateurs ;
- les fondations sont dimensionnées avec des marges de sécurité conséquentes permettant de pallier une hausse éventuellement significative de la fréquence des phénomènes de précipitations ou de sécheresses extrêmes.

2.6.2 ...face à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs

L'article R.122-5 du code de l'environnement demande que l'étude d'impact sur l'environnement décrive notamment les « 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. ». Afin d'évaluer ces incidences négatives, il est ainsi nécessaire d'identifier les accidents ou catastrophes majeurs auxquels un parc éolien est vulnérable et d'en déduire les conséquences sur ses équipements susceptibles d'impacter l'environnement (incendie, effondrement d'éolienne, etc.). **Cette analyse préalable est exposée dans le présent chapitre ; elle donne également une estimation de la probabilité d'occurrence de ces événements.**

Les incidences négatives sur l'environnement liées aux dégâts que peuvent subir les éoliennes ainsi que les mesures d'évitement et de réduction mises en place seront respectivement traitées dans les chapitres « 6. Incidences notables du projet sur l'environnement » et « 8. Mesures ».

2.6.2.1 Détermination des événements auxquels un parc éolien est vulnérable et de leurs conséquences

Au cours de son exploitation, un parc éolien est susceptible de faire face à différents accidents en lien avec des dysfonctionnements internes et/ou des événements externes.

Le recensement de ces dysfonctionnements et événements s'appuie sur le « Guide Technique pour l'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens » publié en mai 2012. Ce document, réalisé par un groupe de travail constitué de l'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS) et de professionnels du Syndicat des Energies Renouvelables²⁵ (SER), présente notamment :

- un tableau de l'accidentologie française compilant l'ensemble des accidents et incidents connus concernant la filière éolienne entre 2000 et 2011. Le contenu de ce tableau est complété et mis à jour depuis 2011 en fonction des éléments parus dans la presse et publiés par le Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles (BARPI)²⁶ ;
- un tableau de l'analyse générique des risques décrivant « l'ensemble des séquences accidentelles et phénomènes dangereux associés » pouvant concerner un parc éolien.

Les informations disponibles dans ces bases de données ont été compilées et sont exposées dans le tableau suivant qui présente :

- selon leur typologie, les accidents et catastrophes majeurs auxquels un projet éolien est vulnérable (Cf. colonne "Évènement initiateur") ;
- les conséquences pour le parc éolien et ses équipements (Cf. colonne "Évènement redouté") ;
- la zone d'effet attendue des événements redoutés (calculs issus du "Guide Technique pour l'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens").

²⁵ Porteurs de projets, exploitants de parcs éoliens, services de l'État, associations, etc.

²⁶ Au sein de la Direction Générale de la Prévention des Risques du Ministère du développement durable, le BARPI est chargé de rassembler et de diffuser les informations et le retour d'expérience en matière d'accidents technologiques. Une équipe d'ingénieurs et de techniciens assure à cette fin le recueil, l'analyse, la mise en forme des données et enseignements tirés, ainsi que leur enregistrement dans la base A.R.I.A. (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents). Cette base de données recense les incidents ou accidents qui ont, ou auraient, pu porter atteinte à la santé ou la sécurité publiques, l'agriculture, la nature et l'environnement.

	Évènement initiateur	Évènements redoutés	Zone d'effet autour de l'éolienne ou du poste de livraison ²⁷	
Évènement extérieur	Gel	Dépôt de glace sur les pales, le mât et la nacelle → chute de fragments ou de blocs de glace	Périmètre équivalent à la zone de survol du rotor, soit 150 m maximum autour du mât de l'éolienne (longueur d'un demi-rotor)	
		Dépôt de glace sur les pales → projection de fragments ou de blocs de glace	Rayon de = 1,5 x (HauteurMoyeu + 2xLongueurPale) = 307,5 m autour de l'éolienne	
	Humidité/Gel/Inondation par crue, rupture de barrage, etc. (corrélé à un dysfonctionnement des systèmes de protection électrique)	Court-circuit sur les installations électriques → incendie du poste de livraison ou de l'éolienne avec risque de projection d'éléments incandescents	Dans le cas de l'éolienne : rayon de 500 m autour de l'aérogénérateur Dans le cas du poste de livraison : poste de livraison et abords	
	Mouvement de terrain	Effondrement de tout ou partie de l'éolienne avec risque de fuite d'huile	Rayon équivalent à la hauteur de l'éolienne en bout de pale : 150 m	
	Crash d'aéronef, sortie de route d'un véhicule			
	Séisme			
	Vents forts	Défaillance de la fondation → effondrement de tout ou partie de l'éolienne avec risque de fuite d'huile	Dans le cas de l'éolienne : rayon de 500 m autour de l'aérogénérateur Dans le cas du poste de livraison : poste de livraison et abords	
	Désaxage du rotor suite à un impact sur une pale ou sur le mât			
	Rupture de câble électrique venant percuter une éolienne ou le poste de livraison	Incendie du poste de livraison ou de l'éolienne avec risque de projection d'éléments incandescents	Rayon équivalent à la hauteur de l'éolienne en bout de pale : 150 m	
	Acte de malveillance	Effondrement de tout ou partie de l'éolienne avec risque de fuite d'huile		
Incendie des terrains environnants (cultures/bois)	Incendie du poste de livraison ou de l'éolienne avec risque de projection d'éléments incandescents	Dans le cas de l'éolienne : rayon de 500 m autour de l'aérogénérateur Dans le cas du poste de livraison : poste de livraison et abords		
Dysfonctionnement électrique	Court-Circuit → incendie du poste de livraison ou de l'éolienne avec risque de projection d'éléments incandescents			
	Défaillance du dispositif de captage de la foudre ou du système de mise à la terre		Incendie du poste de livraison ou de l'éolienne avec risque de projection d'éléments incandescents	
Survitesse liée à une défaillance du système de freinage ou du dispositif de surveillance de la vitesse du rotor	Chute de pale ou de fragment de pale		Périmètre équivalent à la zone de survol du rotor, soit 55 m maximum autour du mat de l'éolienne (longueur d'un demi-rotor)	
	Surchauffe des parties mécaniques → incendie de l'éolienne avec risque de projection d'éléments incandescents		Dans le cas de l'éolienne : rayon de 500 m autour de l'aérogénérateur	
	Projection de pale ou d'éléments de pale		Rayon de 500 m autour de l'aérogénérateur	
Dysfonctionnement interne	Désaxage du rotor → effondrement de tout ou partie de l'éolienne avec risque de fuite d'huile		Rayon équivalent à la hauteur de l'éolienne en bout de pale : 150 m	
	Désaxage de la génératrice/Pièce défectueuse/Défaut de lubrification		Surchauffe des parties mécaniques → incendie de l'éolienne avec risque de projection d'éléments incandescents	Dans le cas de l'éolienne : rayon de 500 m autour de l'aérogénérateur
	Défaut d'étanchéité (système de lubrification, convertisseur, transformateur)		Fuite d'huile	Pieds/abords du mât
	Erreur de maintenance (renversement de fluides)		Chute d'éléments de l'éolienne	Périmètre équivalent à la zone de survol du rotor, soit 55 m maximum autour du mat de l'éolienne (longueur d'un demi-rotor)
	Défaut de fixation lié à un équipement défectueux ou à une erreur de maintenance (boulon, nacelle, pale, etc.)			
	Fatigue/Corrosion	Projection de pale ou d'éléments de pale	Rayon de 500 m autour de l'aérogénérateur	
		Défaut de dimensionnement ou de fabrication de la fondation	Effondrement de tout ou partie de l'éolienne avec risque de fuite d'huile	Rayon équivalent à la hauteur de l'éolienne en bout de pale : 150 m

Tableau 27 : accidents et catastrophes majeurs auxquels un parc éolien est vulnérable et les conséquences sur ses équipements

²⁷ Calculs issus du "Guide Technique pour l'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens"

Évènements redoutés pour les parcs éoliens en cas d'accident ou catastrophe majeurs

Bien que leur occurrence soit limitée (Cf. paragraphe suivant) et que des systèmes de protection soient installés sur les aérogénérateurs, il apparaît à la vue du tableau précédent que les accidents et catastrophes majeurs auxquels un parc éolien est sensible sont variés. Les conséquences de ces événements sur le parc et ses équipements sont souvent les mêmes ; elles peuvent être regroupées en 8 scénarios dont les zones d'effet sont variables :

Évènement redouté	Zone d'effet
Chute de blocs ou de fragments de glace	Périmètre équivalent à la zone de survol du rotor, soit 150 m maximum autour du mât de l'éolienne (longueur d'un demi-rotor)
Projection de blocs ou de fragments de glace	Rayon de = 1,5 x (HauteurMoyeu + 2xLongueurPale) m autour de l'éolienne, soit 307,5 m
Incendie du poste de livraison	Abords du poste de livraison
Incendie de l'éolienne avec risque de projection d'éléments incandescents	Rayon de 500 m autour de l'aérogénérateur
Effondrement de tout ou partie de l'éolienne	Rayon équivalent à la hauteur de l'éolienne en bout de pale : 150 m
Fuite d'huile	La zone d'effet maximale correspond à la hauteur de l'éolienne en bout de pale (cas d'un déversement d'huile suite à effondrement de la machine), soit 150 m.
Chute d'éléments de l'éolienne (incluant pale ou fragment de pale)	Périmètre équivalent à la zone de du rotor, soit 55 m maximum autour du mât de l'éolienne (longueur d'un demi-rotor)
Projection de pale ou de fragment de pale	Rayon de 500 m autour de l'aérogénérateur

2.6.2.2 Occurrence des évènements redoutés

Le tableau de l'accidentologie française, extrait du "Guide Technique pour l'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens²⁸", identifie entre 2000 et fin 2017 près de 60 accidents et incident sur des parcs éoliens susceptibles d'avoir une incidence sur l'environnement, dont 8 sont concomitants (par exemple, un incendie entraînant une chute de pale ou un effondrement associé à un déversement d'huile).

Parmi ces évènements :

- 23 sont en lien avec le scénario "chute d'éléments de l'éolienne" ; ils concernent majoritairement les pales ou des fragments de pales ;
- 16 concernent des incendies ; un seul de ces événements a donné lieu à un cas rapporté de projection d'éléments incandescents ;
- 10 portent sur le scénario de projection de pale ou de fragment de pale ;
- 9 sont en lien avec le scénario "Effondrement de tout ou partie de l'éolienne" ;
- 3 concernent une fuite d'huile.

À la lecture de ces données, il apparaît notamment qu'aucune chute ou projection de glace n'a été identifiée par le tableau de l'accidentologie française. Ce résultat ne signifie pas pour autant que cela ne s'est jamais produit ; il met seulement en évidence le fait qu'aucun élément de parc éolien n'a subi de dégâts consécutifs à la projection d'un morceau de glace.

Il est nécessaire de considérer l'occurrence des différents scénarios identifiés durant la période de recensement de l'accidentologie française (entre novembre 2000 et décembre 2017) au regard du nombre d'années de présence d'éoliennes sur le territoire national sur cette même période, on parle d'« années-éolienne ». Le concept d'années-éolienne peut être illustré de la façon suivante : si l'on considère sur un territoire donné que 10 éoliennes ont fonctionné sur une année complète, la durée de présence de l'ensemble des machines correspond à 10 machines x 1 année, soit 10 années-éolienne.

Ainsi, sur cette période de 18 années, il est estimé à environ 49 900 années-éolienne la présence d'aérogénérateurs sur le territoire français. En décembre 2017, le parc éolien français compte environ 6 500 éoliennes pour une puissance installée de 13 472 MW.

À partir de ces chiffres, le tableau suivant donne la probabilité qu'une éolienne française soit concernée par l'un des scénarios identifiés au cours d'une année de fonctionnement.

Scénario (évènement redouté)	Nombre d'évènements recensés entre 2000 et 2017	Nombre d'années-éolienne estimées entre 2000 et 2017	Probabilité d'occurrence de l'évènement sur une éolienne au cours d'une année de fonctionnement	
Chute d'éléments de l'éolienne	23	49 900	0,046 %	
Incendie de l'éolienne	sans projection d'éléments incandescents		15	0,03 %
	avec projection d'éléments incandescents		1	0,002 %
Projection de pale ou de fragment de pale	10		0,02 %	
Effondrement de tout ou partie de l'éolienne	9		0,018 %	
Fuite d'huile	3		0,006 %	
Chute de blocs ou de fragments de glace	0		Proche de 0 % (aucun évènement recensé entre 2000 et 2017)	
Projection de blocs ou de fragments de glace	0		Proche de 0 % (aucun évènement recensé entre 2000 et 2017)	
Incendie du poste de livraison	0		Proche de 0 % (aucun évènement recensé entre 2000 et 2017)	

Tableau 28 : estimation de la probabilité d'occurrence d'un évènement redouté sur une éolienne du parc de Loudéac et Saint-Barnabé au cours d'une année de fonctionnement

Conclusion sur la probabilité d'occurrence des évènements redoutés

Quel que soit le scénario considéré, la probabilité d'occurrence des évènements identifiés susceptibles d'avoir des incidences négatives sur l'environnement (scénarios) semble très faible ; les évènements les plus fréquents étant la chute d'éléments de l'éolienne et l'incendie de machines sans projection d'éléments incandescents.

²⁸ Tableau mis à jour via les articles de presse publiés et les données du BARPI consultable dans l'étude de dangers présente dans le Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale

2.7 Le projet en bref

Le projet de Loudéac et Saint-Barnabé consiste en l'implantation de quatre éoliennes sur les communes éponymes et un poste de livraison.

Le modèle des éoliennes n'a pas été choisi par la société ENGIE Green. Toutefois dans le cadre de cette étude d'impact sur l'environnement le gabarit de l'éolienne Vestas V110 a été décrit. Elle présente les caractéristiques suivantes.

	Vestas- V 110
Diamètre du rotor	110 m
Hauteur du mât	95 m
Hauteur en bout de pale	150 m
Puissance	2 MW

Tableau 29 : caractéristiques des éoliennes envisagées

L'option envisagée pour évacuer l'électricité produite consistera à l'acheminer, via le poste de livraison, vers le poste électrique de Loudéac situé à 5 à 6 kilomètres du parc. Les câbles de raccordement seront enterrés en pleine terre à environ 1,2 m de profondeur

Le déroulement du chantier pour la construction d'un parc éolien est une succession d'étapes importantes se succédant dans un ordre bien précis :

- Installation de la base de vie,
- Réalisation des tranchées de raccordement électriques,
- Préparation des terrains, création des pistes et des plateformes,
- Installation des fondations,
- Stockage des éléments des éoliennes,
- Installation des éoliennes et du poste de livraison,
- Tests et mise en service du parc éolien.

La production des quatre éoliennes atteindra environ **18,4 GWh** (18 400 MWh) par an (production nette, tenant compte des pertes par effet de sillage et de la densité de l'air), soit la consommation électrique domestique, hors chauffage, de près de **8 000 habitants**.

Le démantèlement des installations éoliennes est prévu par la législation, des garanties financières devront être apportées par l'exploitant du futur parc éolien, soit 200 000 € (à minima) pour les quatre éoliennes.

Une fois les éoliennes retirées, l'excavation des fondations devra être réalisée sur une profondeur minimale de 1 mètre. Le démantèlement devra également porter sur les câbles électriques de raccordement dans un rayon de 10 mètres autour des éoliennes et du poste de livraison.

A l'issue du démantèlement les emprises seront restituées à l'activité agricole.

Le tableau ci-après détaille les emprises strictes du projet. L'emprise permanente du projet éolien de Loudéac et Saint-Barnabé en phase de

fonctionnement sera de **2,2 ha** environ, alors que l'emprise temporaire liée aux aménagements durant le chantier sera de **3,15 ha**.

Poste	Détails	Emprises temporaires m ²	Emprise permanentes m ²
Base vie	Installation d'une base vie pour les besoins du chantier	1 000	0
Socles des éoliennes	En <u>phase chantier</u> : fondations de 17 m de diamètre soit environ 250 m ² , En <u>phase exploitation</u> : base du mât de 4 m de diamètre, mais ajout de d'une bande de circulation autour de la tour.	1 020	50
Chemin d'accès et desserte des éoliennes	<u>Chantier</u> : renforcement d'une partie des chemins existants, aménagements des virages, création de nouveaux accès et recalibrage de certains chemins. <u>Exploitation</u> : chemin renforcé et nouvelles pistes permettant la desserte et maintien des virages.	20 045	18 275
Tranchée de transport d'électricité	Environ 0,8 m de large sur 6 040 m linéaires.	4 832	0
Plateforme	4 plateformes de montage de 875 m ² (35 x 25) permanentes 4 plateformes de stockage temporaire de 175 m ² (35 x 5) temporaires	4 200	3 500
Poste de livraison	1 plateforme de montage de 126 m ² et un poste de livraison de 25,5 m ² et une aire de stationnement accolée	163	163
Total (m²)		31 260 m²	21 988 m²
Total en hectares (ha)		3,13 ha	2,2 ha

Tableau 30 : détails des emprises du parc éolien de Loudéac et Saint-Barnabé

3 MÉTHODES

L'article R-122-20 du Code de l'Environnement prévoit que dans le cadre d'une étude d'impact sur l'environnement les méthodes utilisées soient décrites :

« Une présentation des méthodes utilisées pour établir l'état initial et évaluer les effets du projet sur l'environnement et, lorsque plusieurs méthodes sont disponibles, une explication des raisons ayant conduit au choix opéré ».

Article R.122-5 du code de l'environnement

3.1	Les aires d'études	59
3.2	Méthodologie générale de l'étude d'impact	63
3.2.1	Généralités	63
3.2.2	Caractérisation de l'état initial	63
3.2.3	Détermination des impacts	63
3.2.4	Evaluation des difficultés rencontrées	64
3.3	Méthodologie liée à l'expertise pédologique	65
3.4	Méthodologie liée au milieu naturel	66
3.4.1	Démarche générale de l'étude naturaliste	66
3.4.2	Aires d'étude naturalistes	67
3.4.3	Calendrier des prospections naturalistes	69
3.4.4	Acquisition des données	70
3.4.5	Méthodologie des expertises de terrains naturalistes	70
3.5	Méthodologie liée au milieu humain	75
3.5.1	Acoustique	75
3.5.2	Les ombres portées	79
3.6	Méthodologie d'expertise paysagère	81
3.6.1	Contexte et objectifs de l'étude	81
3.6.2	Méthodologie	82

3.1 Les aires d'études

Le guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens (actualisation décembre 2016) définit trois aires d'étude d'un parc éolien pour l'analyse paysagère et patrimoniale. « Chacune d'entre elles sera adaptée en fonction des paysages, du patrimoine et du projet concernés et devra être représentée non par un cercle mais par un périmètre qui pourra être adapté selon la topographie, les structures paysagères et les éléments de paysage et de patrimoine ». (*)

(*) Extrait du guide relatif à l'élaboration des études d'impacts des projets de parcs éoliens terrestres (décembre 2016)

Dans la présente étude, quatre périmètres sont définis : éloigné, intermédiaire, rapproché et immédiat ; ces deux derniers étant traités dans la même partie.

Remarque : les aires d'études spécifiques à l'expertise du milieu naturel sont décrites en détails dans le chapitre suivant 3.4.2.

L'aire d'étude paysagère éloignée permet de localiser le projet dans son environnement large, en relation avec des éléments d'importance nationale ou régionale. Elle correspond aussi au bassin visuel maximum du projet ou sa zone d'influence visuelle maximale. A cette échelle, il s'agit aussi de connaître les éventuelles covisibilités importantes du projet avec les éléments du patrimoine réglementé et du patrimoine touristique ou culturel les plus représentatifs. L'objectif est de recenser les sites d'intérêt paysager, les lieux de fréquentation et les grands axes de déplacement depuis lesquels le projet pourra être perçu.

Dans ce dossier, le périmètre éloigné est basé sur un rayon de 20 km autour de l'aire d'implantation possible. Il a été adapté pour prendre en compte la topographie (ligne de crête, Mont Bel-Air), le couvert végétal, la présence d'axes routiers importants, d'agglomérations (St-Gilles-Vieux-Marché...) ou de parcs éoliens. Dans le cas présent l'aire d'étude éloignée recouvre une surface de 146 421 ha.

Dans le cours de l'analyse paysagère, l'aire d'étude éloignée considérée « au sens large » inclut les deux autres sous-ensembles que sont les aires d'étude intermédiaire et rapprochée. Elle offre de ce fait une vision globale du territoire et de son contexte paysager. A contrario, l'aire d'étude éloignée « au sens strict » exclut les deux autres aires paysagères pour l'analyse des enjeux, des sensibilités et des effets du projet à l'échelle éloignée.

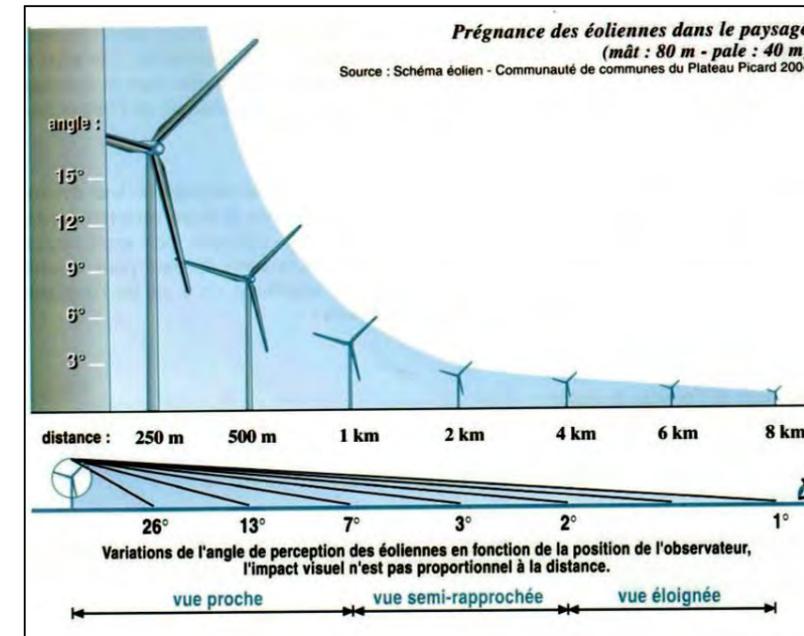


Illustration 4: prégance visuelle des éoliennes dans le paysage

Source : Schéma éolien - Communauté de communes du Plateau Picard-2004

Le schéma ci-après permet de comparer les courbes de prégance visuelle concernant des éoliennes de quatre hauteurs différentes de 120 m (en bleu), de 150 m (en rouge), de 180 m (en vert) et de 200 m (en violet).

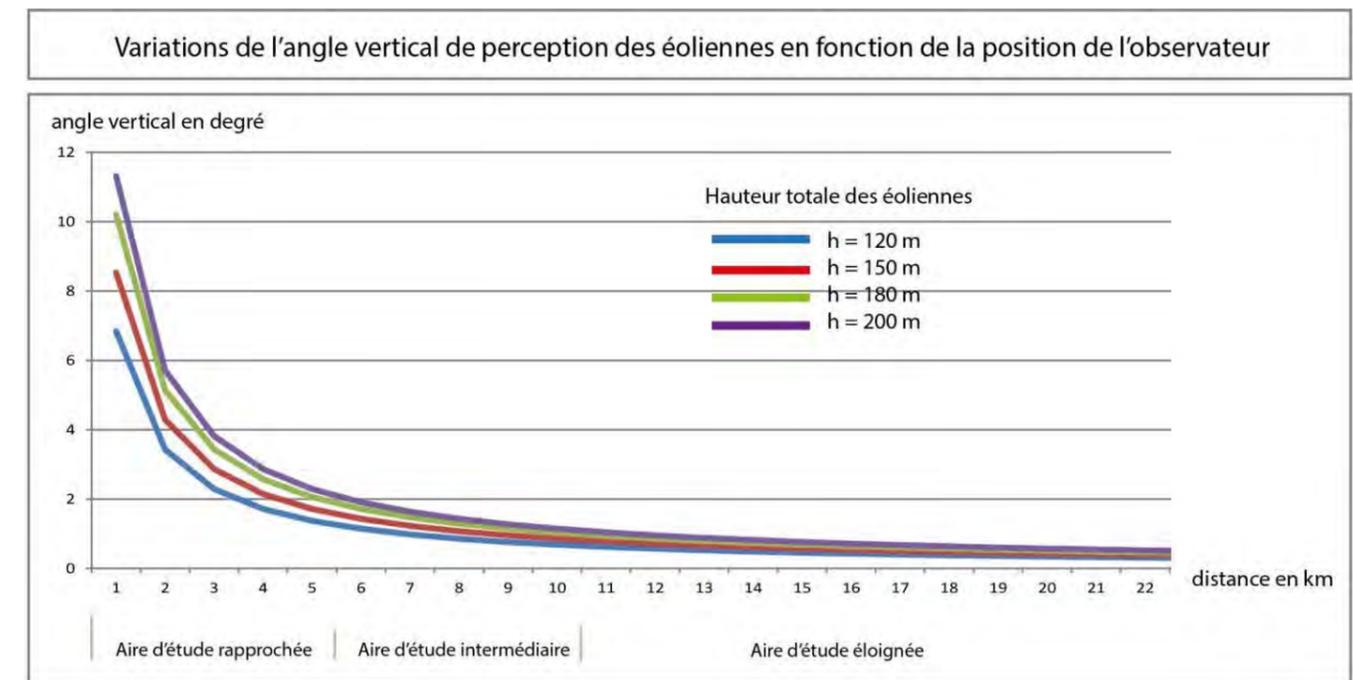


Illustration 5 : courbes comparatives de prégance visuelle des éoliennes dans le paysage en fonction de leur hauteur [source : Abies, 2015]

Cette aire d'étude a permis également d'identifier des secteurs naturalistes sensibles, dont les zonages Natura 2000, par exemple.

L'aire d'étude intermédiaire, de trois à une dizaine de kilomètres autour du projet permet d'étudier les structures paysagères caractéristiques du paysage local. C'est dans cette aire qu'est réalisée la plus grande partie

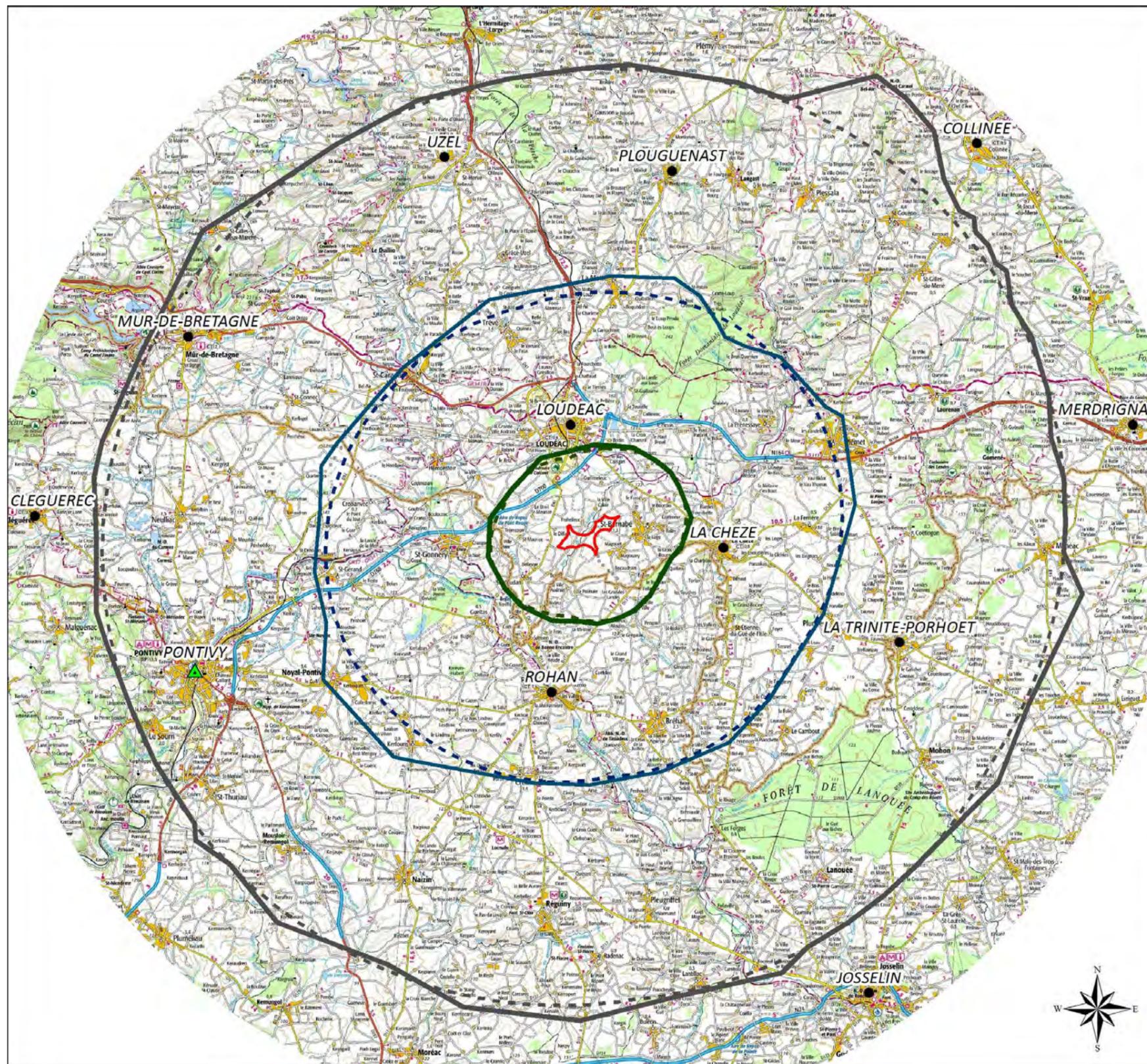
du travail de composition paysagère. La recherche des points de vue et la compréhension de la fréquentation du site doivent aussi être envisagées de manière détaillée pour comprendre le fonctionnement visuel de cette aire d'étude. Sans entrer dans une description exhaustive, les formes, les volumes, les surfaces, les couleurs, les alignements et les points d'appel importants sont décrits. Dans ce dossier, le périmètre intermédiaire est basé sur un rayon de 10 km autour du site du projet. Il a été élargi localement pour prendre davantage en compte les différentes routes ou agglomérations présentes sur sa périphérie (Noyal-Pontivy, La Motte, Plémet, Kerfourn...) et les parcs éoliens en activité (Kerfourn, Kergrist, St-Caradec).

L'aire d'étude rapprochée permet quant à elle d'appréhender, jusqu'à trois kilomètres autour de l'aire d'implantation possible, les éléments de paysage concernés directement ou indirectement par les travaux de construction des éoliennes et des aménagements connexes. C'est aussi l'aire d'analyse des perceptions visuelles et sociales du «paysage quotidien» depuis les espaces habités et fréquentés proches. Elle a été légèrement adaptée, comme les autres périmètres, pour inclure :

- à l'ouest, l'aire de Repos du Pont Rouge de la D700 ;
- au nord, la zone d'activités économique de Loudéac ;
- et certains hameaux périphériques.

C'est dans cette aire d'étude rapprochée que l'expertise acoustique a été réalisée.

Enfin, **l'aire d'implantation possible** correspond à l'aire d'étude immédiate du projet éolien nommée aussi AIP. Son analyse permet de rechercher l'insertion fine des futurs aérogénérateurs. C'est aussi l'aire de description des impacts du chantier et des éventuels aménagements paysagers des abords (chemins d'accès, aires de grutage, structures de livraison, aires d'accueil et parkings éventuels, etc...). Sa surface est de 137 hectares.



Projet éolien de Loudéac et de Saint-Barnabé

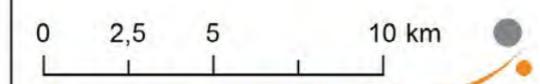
22 - Côtes-d'Armor



Aires d'étude paysagère

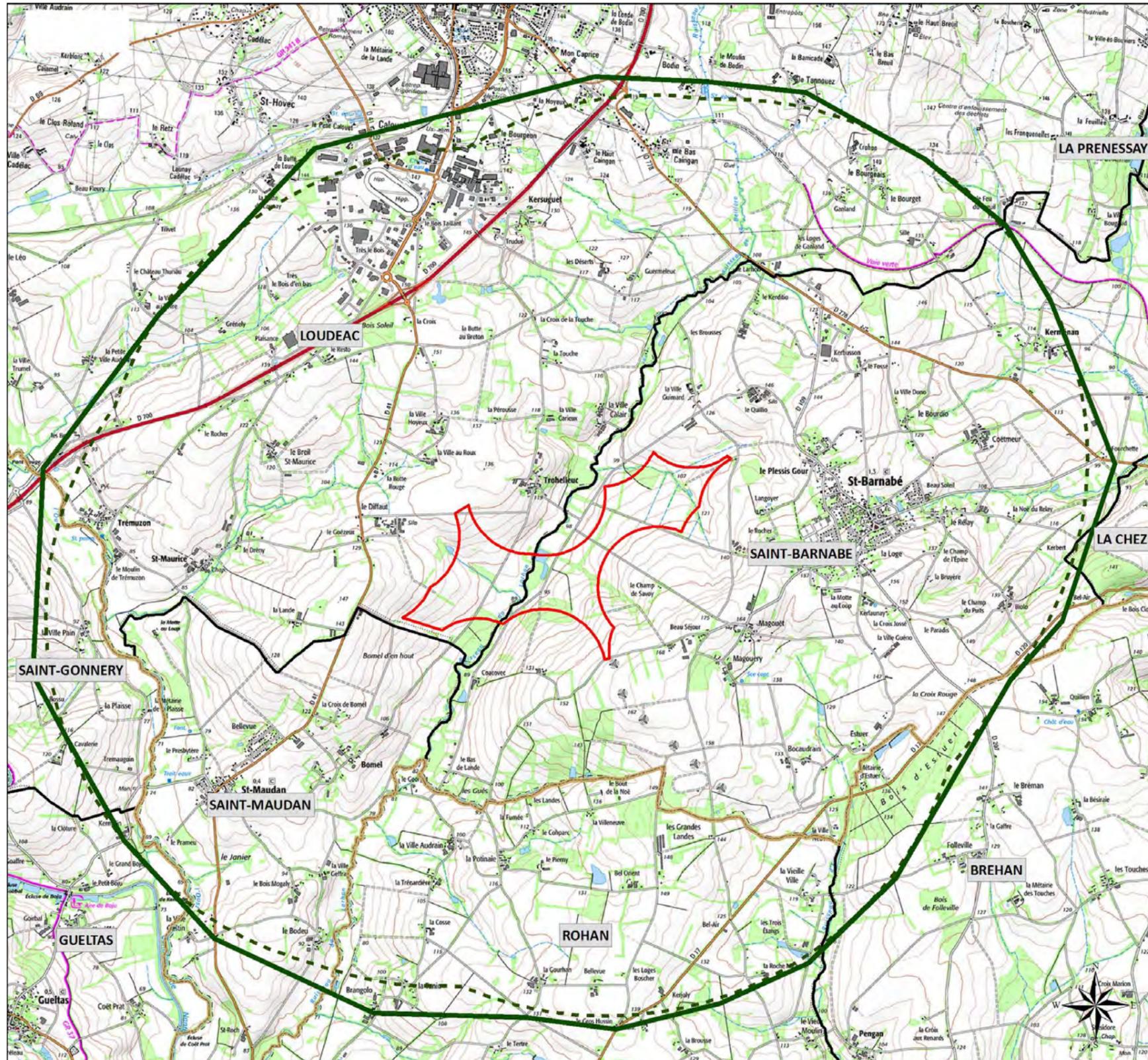
- Aire d'étude éloignée
- Périmètre de 20 km de rayon autour de l'aire d'implantation possible
- Aire d'étude intermédiaire
- Périmètre de 10 km de rayon autour de l'aire d'implantation possible
- Aire d'étude rapprochée
- Périmètre de 3 km de rayon autour de l'aire d'implantation possible
- Aire d'implantation possible (AIP)

- Sous-préfecture
- Chef-lieu de canton
- Limite départementale



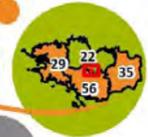
Fond : Scan100® - ©IGN Paris
Reproduction interdite.
Réalisation : ABIES - Mars 2016

Carte 12 : les aires d'étude paysagères



Projet éolien de Loudéac et de Saint-Barnabé

22 - Côtes-d'Armor



Les aires d'études proches

- Aire d'implantation possible (AIP)
- Aire d'étude rapprochée
- Périmètre de 3 km de rayon autour de l'aire d'implantation possible

- Limite communale
- Limite départementale

0 0,250,5 1 km

Fond : Scan25® - ©IGN Paris
Reproduction interdite.
Réalisation : ABIES - juin 2016

Carte 13 : les aires d'études proches

3.2 Méthodologie générale de l'étude d'impact

3.2.1 Généralités

L'étude d'impact sur l'environnement du projet de parc éolien de Loudéac et de Saint-Barnabé a été rédigée conformément à la réglementation en vigueur, en particulier le décret du 29 décembre 2011, portant réforme des études d'impact sur l'environnement.

Les principes de proportionnalité, de transparence et d'itération y ont été appliqués. C'est pourquoi les thèmes liés aux bruits, au paysage et aux milieux naturels ont été principalement développés. Ce sont en effet les impacts potentiels majeurs et reconnus d'un parc éolien sur l'environnement. Ces thèmes font à ce titre l'objet d'expertises précises, dont la méthodologie est explicitée ci-après. Les autres thématiques sont abordées plus succinctement, sauf en cas d'enjeux particuliers connus.

Plus généralement, notre action a concerné différentes étapes de la définition du projet : établissement d'un cadrage préalable, inventaire des contraintes environnementales et réglementaires (consultation des Services de l'Etat, analyse bibliographique), expertises sur site, ... Ces différentes étapes ont été ponctuées par des visites de terrain et des entretiens avec des personnes impliquées dans le projet ou les problématiques environnementales liées. De telles interventions en amont ont permis d'intégrer les contraintes environnementales dès les premières phases de définition et de conception du projet.

Cette étude d'impact a été menée en étroite collaboration avec la société ENGIE Green, porteuse du projet, sous la forme de nombreux entretiens et échanges.

Nous nous intéresserons dans un premier temps à la méthodologie générale utilisée dans le cadre de la présente étude d'impact et en particulier pour les volets « milieu physique » et « milieu humain ». La méthodologie des études spécifiques (écologie, paysage, acoustique,...) sera présentée par la suite.

L'étude porte sur le parc éolien et l'ensemble de ses aménagements (poste de livraison, raccordement électrique, mât de mesures, ...).

3.2.2 Caractérisation de l'état initial

3.2.2.1 Le recueil des données

Le recueil des données a été effectué via les ressources officielles disponibles en ligne ou la consultation d'organismes de référence. Le tableau suivant présente les différentes sources utilisées pour établir l'état initial du site éolien de Loudéac et de Saint-Barnabé :

Thématiques	Sources des données
Géologie, pédologie, hydrogéologie	Notice géologique du BRGM Site internet INFOTERRE : Visualiseur de données du BRGM
Hydrologie	Site internet de l'Agence de l'eau SDAGE en vigueur
Risques majeurs	Site internet Prim.net : Portail de la prévention des risques majeurs Site internet Géorisques : données officielles sur les risques naturels et technologiques
Climatologie	Fiche climatologique de Météo France
Contexte socio-	Base de données, statistiques locales de l'INSEE

Thématiques	Sources des données
économique	
Agriculture	Recensement Agreste 2010 Consultation de la Chambre d'Agriculture et de l'INAO
Tourisme, loisirs	Consultation du Comité Départemental de Tourisme, de la Fédération Française de Vol Libre, de la Direction Départementale de la Jeunesse, des Sports et de la Cohésion Sociale, de la Fédération Départementale de Chasse.
Servitudes	Consultation des services gestionnaire des radars, de Météo France, de RTE, d'ERDF, de GRDF, de TDF, de France Telecom, du SZSIC, de l'Agence Régionale de Santé.
ICPE	Base de données des installations classées du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie

Tableau 31 : sources des données de l'état initial

3.2.2.2 La définition des enjeux et des sensibilités

L'état initial de l'environnement doit déboucher sur des enjeux environnementaux prenant en compte les spécificités locales du territoire. L'identification et la hiérarchisation des enjeux se font sur la base de critères objectifs mis en évidence au cours de l'état initial (ex : la qualité des ressources en eau), ainsi les enjeux sont indépendants du type de projet considéré.

La définition de l'enjeu s'appuie généralement sur trois paramètres :

- La valeur de l'élément, prenant en compte des critères tels que la rareté, l'originalité, la diversité, la qualité... ;
- La localisation qui correspond à la présence de l'enjeu par rapport aux différents périmètres de l'aire d'étude ;
- L'évolution de l'élément dans le temps, se basant sur les tendances d'évolutions (amélioration, régression,...).

Les enjeux identifiés sont ensuite confrontés aux effets potentiels de l'aménagement prévu afin de déterminer les sensibilités environnementales. Cette sensibilité traduira alors le risque que l'on a de perdre tout ou partie de la valeur d'un enjeu du fait de la réalisation du projet. Elle est donc la résultante du croisement entre la valeur de l'enjeu et celle de l'effet potentiel de l'aménagement prévu sur l'enjeu.

L'échelle d'évaluation des enjeux et des sensibilités utilisée dans la présente étude d'impact est présentée ci-dessous :

Nul/Négligeable	Très faible	Faible	Modéré	Fort
-----------------	-------------	--------	--------	------

Tableau 32 : échelle d'évaluation des enjeux et des sensibilités

A l'issue de l'analyse de l'état initial, une carte de synthèse des sensibilités du site permet de traduire les espaces de l'aire d'étude immédiate qui s'avèrent contraignants d'un point de vue environnemental, et ceux qui se prêtent favorablement à l'accueil de l'aménagement projeté et sur lesquels devront se faire prioritairement les recherches d'implantation.

3.2.3 Détermination des impacts

La détermination des impacts repose principalement sur le retour d'expériences d'Abies suite à de nombreux suivis de chantiers éoliens et photovoltaïques et sur l'expérience de terrain des différents experts sollicités dans le cadre de la présente étude. Dans le cadre de cette étude d'impact, Abies a également pu compter sur le retour d'expériences d'ENGIE Green en termes de gestion de chantier, d'exploitation et de maintenance (58 parcs éoliens en exploitation en France pour une puissance totale de 810 MW).

L'impact peut se définir comme la résultante d'une contextualisation de l'effet sur les sensibilités environnementales définies dans l'état initial pour les différentes phases du projet (travaux, exploitation/maintenance, démantèlement). Il est caractérisé par quatre paramètres :

- ✓ **Le risque d'occurrence** : il correspond à la probabilité que l'effet se produise. Par exemple, les émissions sonores pendant la phase travaux ont un risque certain de se produire. Au contraire, une pollution accidentelle a peu de risque de se produire et peut donc être qualifiée de faible ;
- ✓ **La durée** : un effet peut être qualifié de temporaire ou de permanent. Un effet temporaire peut s'échelonner sur quelques jours, semaines ou mois, mais doit être associé à la notion de réversibilité. Par contre, un effet permanent a souvent un caractère d'irréversibilité de façon définitive ou sur un très long terme. Bien souvent, les effets en phase construction sont considérés comme temporaires alors que ceux en phase exploitation sont permanents ;
- ✓ **L'étendue** : elle correspond à l'ampleur spatiale de la modification de l'élément affecté définie par les périmètres d'étude ;
- ✓ **L'intensité** : elle est fonction de l'ampleur des modifications sur l'élément du milieu concerné par une activité du projet, ou encore de l'ampleur des perturbations qui en découlent et de son caractère direct ou indirect.

L'échelle de quantification des impacts utilisée dans la présente étude d'impact est présentée ci-dessous :

Positif	Nul/Négligeable	Très faible	Faible	Modéré	Fort
---------	-----------------	-------------	--------	--------	------

Tableau 9 : échelle d'évaluation des enjeux et des sensibilités

L'impact est qualifié de **Fort** quand celui-ci est lié à des modifications très importantes d'un élément (destruction ou altération d'une population entière ou d'un habitat, usage fonctionnel et sécuritaire d'un élément sérieusement compromis).

L'impact est qualifié de **Modéré** quand il engendre des perturbations perceptibles sur l'utilisation d'un élément ou de ses caractéristiques, mais pas de manière à les réduire complètement et irréversiblement.

L'impact est qualifié de **Faible** quand il ne provoque que de faibles modifications pour l'élément visé, ne remettant pas en cause son utilisation ou ses caractéristiques.

L'impact est qualifié de **Très faible** quand ses effets sont à peine perceptibles sur l'élément visé et ne remettent nullement en cause son utilisation ou ses caractéristiques.

L'impact est qualifié de Nul /Négligeable lorsqu'aucun effet n'est à attendre sur la sensibilité environnementale identifiée dans l'état initial.

L'impact est qualifié de **Positif** quand les effets du projet contribuent à améliorer positivement l'élément visé.

3.2.4 Evaluation des difficultés rencontrées

3.2.4.1 Difficultés rencontrées lors de l'état initial

Aucune difficulté particulière n'est à signaler en ce qui concerne la réalisation de l'analyse de l'état initial du présent projet. Cependant, certaines données récoltées n'ont pas toujours été disponibles sous format SIG ce qui a impliqué une localisation parfois moins précise de la donnée (ex : données sur le tourisme, sur les ICPE,...).

Remarque : les difficultés rencontrées lors des expertises spécifiques telles que le paysage, l'écologie ou l'acoustique sont abordées dans les chapitres méthodologiques dédiés.

3.2.4.2 Difficultés liées à l'évaluation des impacts

Les grands projets d'infrastructures et d'aménagement génèrent de nombreux impacts qui prêtent à débat et posent tous un défi pour la gouvernance territoriale. L'évaluation environnementale offre un cadre pour réguler les négociations sociales entourant l'implantation de tels projets.

L'évaluation environnementale est généralement conçue comme un processus d'analyse basé sur une conception de développement durable, liant l'économique, le social, l'environnemental et le politique (Sadler, 1996).

L'évaluation environnementale est forte d'une pratique de près de 40 ans. Sur cette période, le contexte social et institutionnel a cependant changé considérablement. La pratique aussi a évolué. Entre autres, de nouvelles expertises se sont développées, pour répondre à de nouveaux questionnements et champs de préoccupations sociales qui doivent être considérés dans l'évaluation. Les questions liées à la qualité de l'environnement biophysique (air, eau, sols) demeurent toujours centrales, mais d'autres s'ajoutent et prennent de l'importance comme celles liées aux impacts sociaux, à la santé publique et à la distribution sociale et territoriale des impacts (Fortin, 2009).

Il peut parfois exister un décalage entre les demandes citoyennes et la pratique en évaluation environnementale. Par exemple dans le cadre d'un projet éolien il peut s'avérer difficile de lier les analyses paysagères à des enjeux sociaux structurants comme l'identité, le sentiment d'appartenance et la cohésion sociale pour, entre autres, favoriser une meilleure compréhension des dynamiques sociales à l'étude (Fortin, 2004).

L'étude d'impact sur l'environnement consiste à prévoir et à évaluer les changements, positifs et négatifs, susceptibles de se produire suite à l'implantation d'un projet au regard des spécificités biophysiques et sociales du milieu d'accueil, respectivement les impacts environnementaux et les impacts sociaux. Malgré les nombreuses démarches raisonnées et itératives qui la concernent, l'étude d'impact sur l'environnement comporte toujours une part de «subjectivité» et d'interprétation personnelle.

Toutefois, nous disposons pour l'éolien d'un retour d'expériences important à la fois en France et en Europe. Il y a en France, fin 2017, 13 759 MW de puissance éolienne installée, alors que celle-ci est de 56 132 MW en Allemagne ou de 23 170 MW en Espagne, pour les pays voisins de la France les plus équipés²⁹. En matière d'éoliennes, ce sont plus de 6 500 machines installées en France depuis 1991.

Le « Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens » a été actualisé en 2010 et prend en compte l'évolution des méthodes et des connaissances sur les impacts des parcs éoliens. L'expérience des parcs éoliens existants, en France et à l'étranger, a ici été mise à profit.

L'expérience d'Abies est reconnue nationalement ; elle nous permet un recul et de disposer de nombreux retours d'expériences, internes ou pas. Notre bureau d'études a ainsi été sollicité à plusieurs reprises par l'ADEME, le Ministère de l'Ecologie, des Conseils Régionaux ou Départementaux. Parmi les principales références, Abies a notamment rédigé le « Guide du porteur de projet de parc éolien » pour le compte de l'ADEME, édité à environ 5 000 exemplaires en 1999 alors que cette technologie était encore relativement récente. Une « révision » a été éditée en 2004 par l'ADEME le « Guide du développeur de parc éolien ».

Le bureau d'étude Abies s'est spécialisé dans la rédaction d'études d'impact sur l'environnement (en France ou à l'étranger) tant pour des parcs éoliens que pour des centrales photovoltaïques au sol. Depuis une dizaine d'années, pas moins de 80 études d'impact sur l'environnement de parcs éoliens en France et au Maroc ont été réalisées par Abies.

Enfin, nous disposons d'expérience sur le suivi environnemental des chantiers éoliens et photovoltaïques mais aussi des suivis post-installation, qui sont autant de confrontations avec la réalité des impacts.

²⁹ Source : Global Wind Statistics, Global Wind Energy Council

3.3 Méthodologie liée à l'expertise pédologique

La société ENGIE Green a missionné le bureau d'études Artémia pour une expertise pédologique dans le cadre de la délimitation des zones humides.

Remarque : l'intégralité du rapport est versée dans le dossier « expertises environnementales » joint à la demande d'autorisation environnementale.

Ce type d'étude est réglementé et précisé dans l'arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1^{er} octobre 2009 ainsi qu'à la circulaire du 25/06/2008 relative à la délimitation des zones humides. La définition d'une zone humide a été modifiée par l'arrêt du conseil d'état du 22 février 2017 et la note technique du 26 juin 2017 pour l'interprétation des données pour la définition des zones humides. En effet, en présence de végétation spontanée, les critères sol et floristique sont cumulatifs afin de définir une zone comme étant humide (sol hydromorphe + végétation hygrophile).

Les parcelles étudiées dans le cadre de ce dossier sont cadastrées :

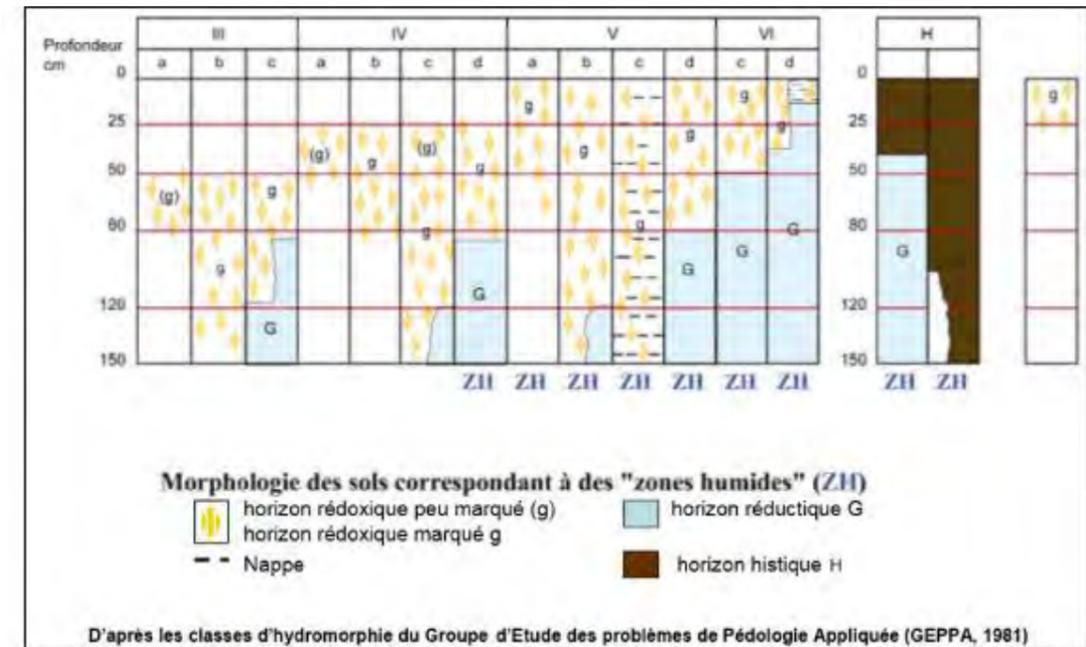
- Commune de Loudéac : YN n° 10;
- Commune de Saint-Barnabé : ZW n° 18, 19 et ZV n° 20, 44.

L'intérêt de cette étude est de vérifier si les sites d'implantations et les voies d'accès se trouvent en zone potentiellement humide ou non.

Le contexte pédologique a été déterminé par la réalisation d'une campagne de sondages de sol à 1,20 m conformément à l'arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1^{er} octobre 2009 ainsi qu'à la circulaire du 25/06/2008 relative à la délimitation des zones humides.

L'analyse pédologique se fait tout d'abord par le biais de cartes pédologiques et géologiques du secteur d'étude. Les experts du bureau d'études Artémia ont effectué une série de sondages de sol (entre 4 et 5 sondages réalisés par éolienne) dont les caractéristiques (conformément au cahier des charges) seront synthétisées en annexe. Les investigations ont été réalisées sur les quatre éoliennes prévues. A noter que l'éolienne n°4 avait déjà été investiguée lors de la précédente campagne du 23 septembre 2016.

Les caractéristiques des sols ont été décrites par rapport aux critères de détermination des zones humides à l'aide du référentiel pédologique de 2008 reprise dans la circulaire du 25/06/2008 et modifié par l'arrêté du 1^{er} octobre 2009 (figure suivante).



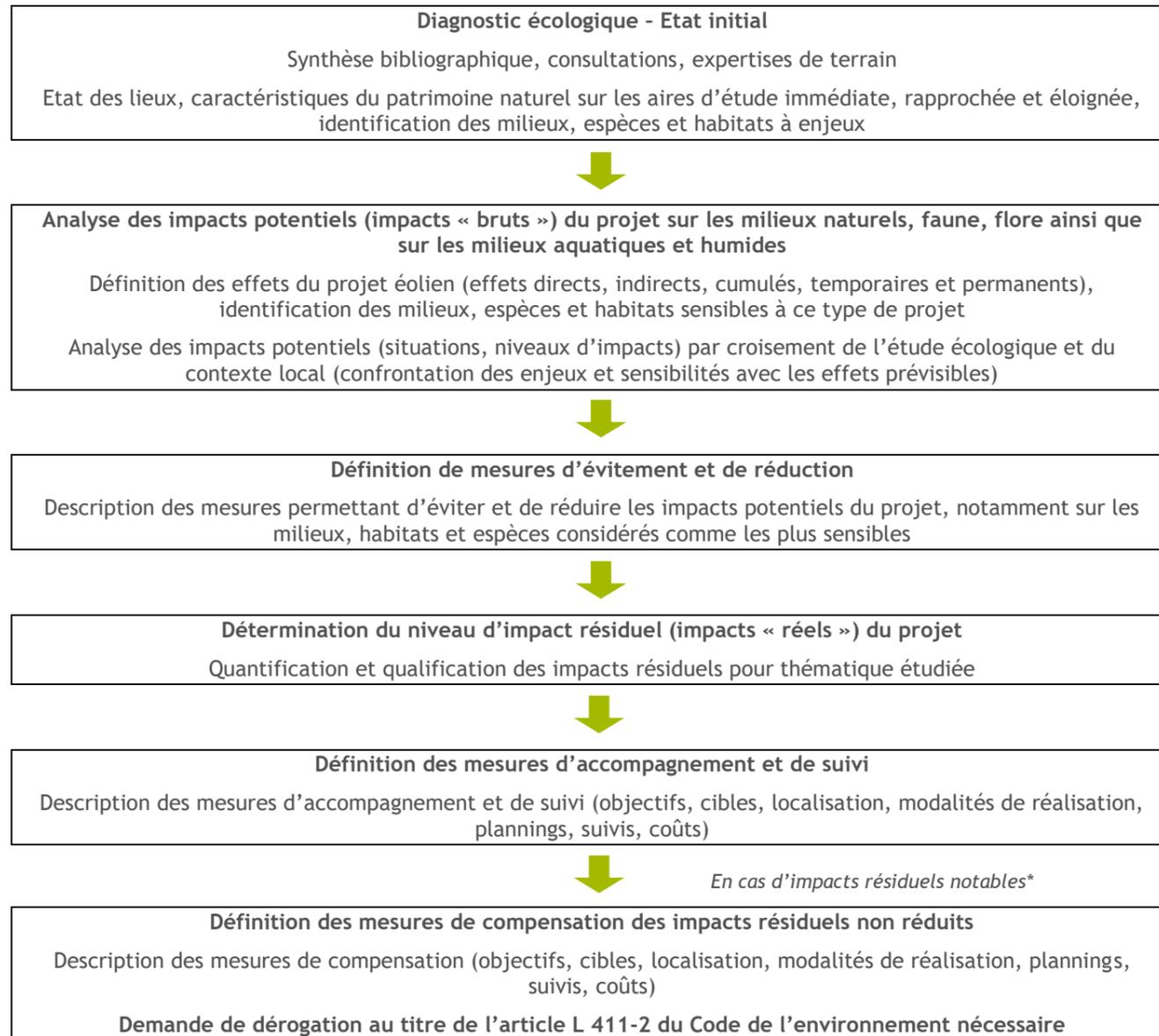
Carte 14 : morphologie des sols correspondant à des zones humides

Les sondages ont été répartis au niveau des emplacements prévus pour l'implantation des éoliennes. Cet inventaire a été réalisé le 31 janvier 2018 et a été complété le 22 janvier 2020 au niveau de l'éolienne E2 afin de prendre en compte les modifications de son emplacement opérées dans le cadre du projet. Il concerne les quatre éoliennes prévues dans le projet ainsi que les plateformes de levage et les pistes d'accès. L'objectif est de définir les zones prévues pour l'implantation des éoliennes et les chemins d'accès présentent les caractéristiques de zone humide ou non et évaluer d'éventuelles mesures compensatoires.

3.4 Méthodologie liée au milieu naturel

3.4.1 Démarche générale de l'étude naturaliste

La démarche appliquée à la réalisation de cette étude s'inscrit dans la logique « Eviter puis Réduire puis Compenser » (ERC) illustrée par le schéma suivant :



Caractère notable/significatif : On parle d'impact « significatif » ou notable lorsque celui-ci est suffisamment important pour devoir être compensé (source : Guide sur l'application de la réglementation relative aux espèces protégées pour les parcs éoliens terrestres, mars 2014).

* **Impact résiduel** : L'impact résiduel est défini comme l'impact qui persiste après application des mesures d'évitement et de réduction (source : Guide sur l'application de la réglementation relative aux espèces protégées pour les parcs éoliens terrestres, mars 2014).

3.4.2 Aires d'étude naturalistes

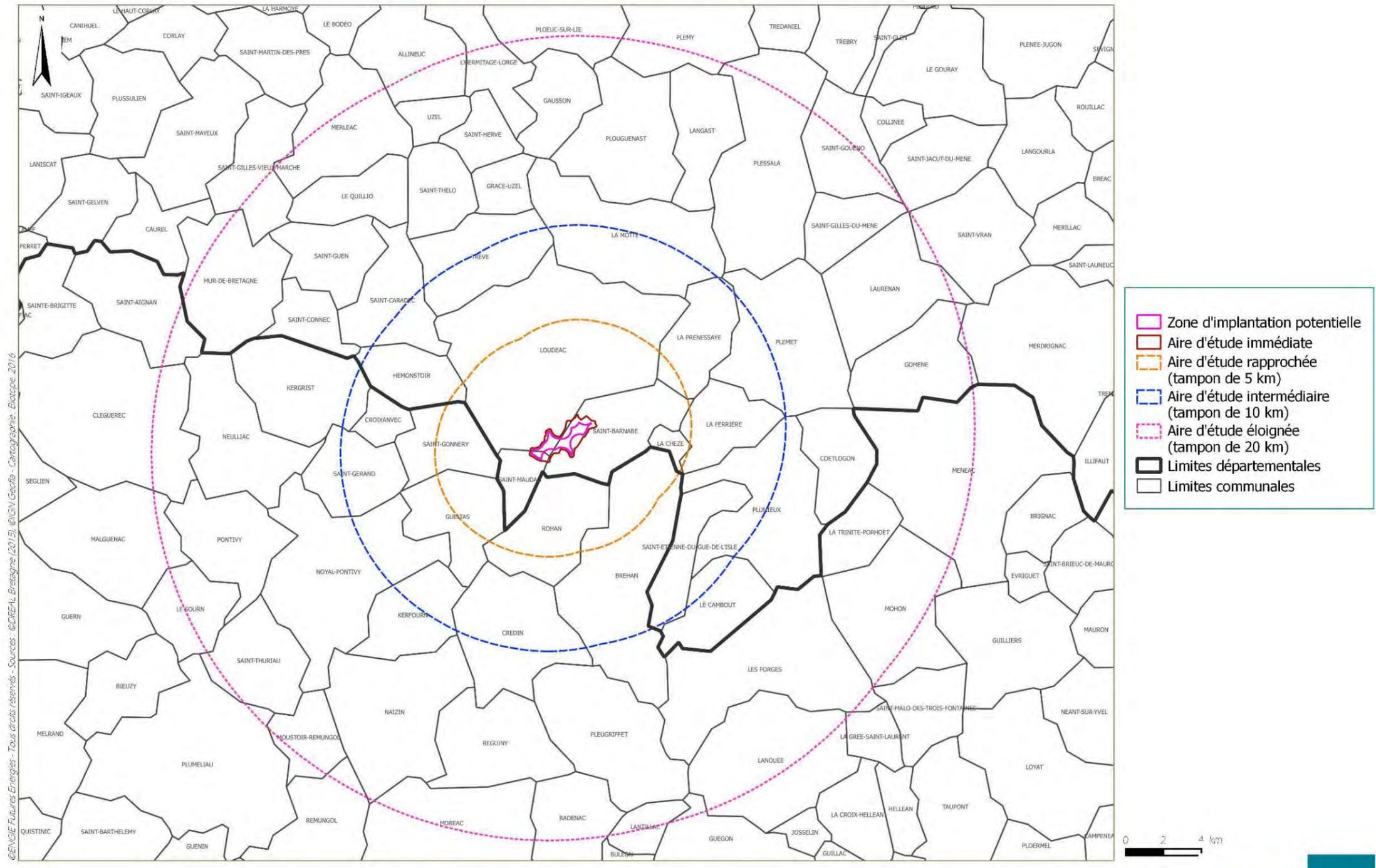
Quatre aires d'étude ont été définies par Biotope pour l'organisation des prospections de terrain et l'analyse des sensibilités associées aux habitats naturels et espèces. Ces quatre aires d'études sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Aires d'étude	Caractéristiques
<p>Zone d'implantation potentielle (ZIP) Environ 160 ha <i>Equivalente à l'Aire d'Implantation possible (AIP) au sein des autres chapitres de la présente Etude d'Impact</i></p>	<p>Il s'agit de la surface d'emprise des installations éoliennes et des structures annexes (éoliennes, plateformes, poste de livraison, câblage électrique, chemins d'accès, etc.).</p> <p>NB : Aire au sein de laquelle sont intégrées les variantes d'implantation</p>
<p>Aire d'étude immédiate (AEI) Environ 370 ha</p>	<p>Il s'agit de la zone d'implantation potentielle à laquelle s'ajoute un tampon d'à minima de 100 m de large. Cette aire d'étude intègre tous les secteurs pouvant être directement impactés par les travaux relatifs au projet (par exemple la modification de voiries existantes). Elle intègre par ailleurs les milieux qui présentent une certaine cohérence écologique. La majorité des expertises naturalistes ont été réalisées au sein de cette aire d'étude.</p>
<p>Aire d'étude rapprochée (tampon de 5 km) Environ 12 970 ha</p>	<p>Il s'agit de l'aire d'étude potentiellement affectée par le projet, où des atteintes fonctionnelles prennent place, notamment pour les espèces mobiles : chiroptères voire oiseaux. Au regard des types de milieux présents à l'échelle de l'aire d'étude immédiate et aux caractéristiques des groupes d'espèces considérés, cette aire d'étude correspond à une zone tampon de 5 km autour de la zone d'implantation potentielle.</p>
<p>Aire d'étude intermédiaire (tampon de 10 km) Environ 41 131 ha</p>	<p>L'aire d'étude intermédiaire concerne uniquement le traitement des périmètres d'inventaire et réglementaire du patrimoine naturel. Cette aire d'étude correspond à un tampon de 10 km autour de la zone d'implantation potentielle.</p>
<p>Aire d'étude éloignée (tampon de 20 km) Environ 144 550 ha</p>	<p>En terme écologique, l'aire d'étude éloignée correspond à l'entité écologique dans laquelle s'insère le projet et où une analyse globale du contexte environnemental de la zone d'implantation potentielle est réalisée.</p> <p>Ainsi dans le cadre de cette étude il a été choisi pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les zonages réglementaires : zone d'implantation potentielle adossée d'un tampon de 20 km ; • Les effets cumulés : zone d'implantation potentielle adossée d'un tampon de 20 km. <p>Cette distance permet d'évaluer dans la limite des connaissances disponibles l'impact du projet sur la fonctionnalité de périmètres d'intérêt pour des espèces volantes (oiseaux et chiroptères) pouvant interagir avec la zone de projet.</p>

Tableau 33 : caractéristiques des aires d'études et de la zone d'implantation potentielle

La carte en page suivante présente l'ensemble de ces aires d'études.

Localisation des aires d'étude



©ENGIE Futures Energies - Tous droits réservés - Sources : ©DREAL Bretagne (2015), ©IGN Geofla - Cartographie - Biotope 2016

Projet de parc éolien, communes de Loudéac et Saint Barnabé (22)
Volet Milieux naturels, faune et flore de l'étude d'impact

Carte 15 : les aires d'études naturalistes (Biotope)



3.4.3 Calendrier des prospections naturalistes

Les informations collectées dans le cadre de ces expertises concernent principalement les végétations, les oiseaux nicheurs et les chiroptères.

Thématique	Date	Météorologie	Nature des investigations	
Flore et Habitats 1 journée homme	12/05/2016	Sans importance	Relevé des végétations et de la flore	
Amphibiens, reptiles, insectes et mammifères 5 sessions dédiées + collecte de données lors d'autres passages	26/01/2016	Couverture nuageuse 20%, pas de précipitations, vent modéré, environ 6°C	Prospections mammifères semi-aquatiques + prospections amphibiens diurne	
	19/02/2016	Couverture nuageuse 80%, pas de précipitations, pas de vent, environ 3°C	Prospections mammifères semi-aquatiques + prospections amphibiens diurne	
	18/05/2016	Couverture nuageuse 100%, averses, vent modéré à fort, environ 12°C	Prospections entomologiques	
	15/06/2016	Couverture nuageuse 60%, pas de précipitations, vent faible, environ 12°C	Prospections herpétologiques et entomologiques	
	30/06/2016	Couverture nuageuse 30%, pas de précipitations, vent faible, environ 16°C	Prospections entomologiques	
Oiseaux 12 journées homme	Migration postnuptiale 2 sessions en période favorable	17/09/2015	Couverture nuageuse 95%, pas de précipitations, vent faible (ouest), environ 12°C	Etude des mouvements d'oiseaux migrateurs postnuptiaux
		22/10/2015	Couverture nuageuse 100%, pas de précipitations, vent faible (sud-ouest), environ 12°C	Etude des mouvements d'oiseaux migrateurs postnuptiaux
	Hivernage 3 sessions dont une conjointe avec migration pré-nuptiale	10/12/2015	Couverture nuageuse 100%, pas de précipitations, vent nul, environ 9°C	Etude de l'avifaune hivernante
		26/01/2016	Couverture nuageuse 20%, pas de précipitations, vent modéré, environ 6°C	Etude de l'avifaune hivernante
		19/02/2016	Couverture nuageuse 80%, pas de précipitations, pas de vent, environ 3°C	Etude de l'avifaune hivernante et migratrice pré-nuptiale
	Migration pré-nuptiale 3 sessions dont une conjointe avec période reproduction	14/03/2016	Couverture nuageuse nulle, pas de précipitations, vent modéré, environ 6°C	Etude de l'avifaune migratrice pré-nuptiale
		08/04/2016	Couverture nuageuse 10%, pas de précipitations, pas de vent, environ 7°C	Etude de l'avifaune migratrice pré-nuptiale Etude de l'avifaune nicheuse précoce
	Reproduction 4 sessions dédiées	26/04/2016	Couverture nuageuse 100%, pas de précipitations, pas de vent, environ 6°C	Etude de l'avifaune nicheuse
		18/05/2016	Couverture nuageuse 100%, averses, vent modéré à fort, environ 12°C	Etude de l'avifaune nicheuse

Thématique	Date	Météorologie	Nature des investigations	
oiseaux nicheurs diurnes 2 sessions dédiées oiseaux nicheurs nocturnes	31/05/2016	Couverture nuageuse 100%, pas de précipitations, vent faible, environ 12°C	Etude de l'avifaune nicheuse nocturne	
	15/06/2016	Couverture nuageuse 60%, pas de précipitations, vent faible, environ 12°C	Etude de l'avifaune nicheuse	
	30/06/2016	Couverture nuageuse 30%, pas de précipitations, vent faible, environ 16°C	Etude de l'avifaune nicheuse nocturne	
Chiroptères Prospections au sol	Période printanière 2016 (dispersion des colonies hivernantes)	01/06/2016	12,6°C ; Vent nord-ouest ; Absence de pluie	6 stations automatisées 6 points d'écoute
	Période fin du printemps/ Période estivale 2016 (mise bas)	30/06/2016	16,3°C ; Vent ouest faible ; Absence de pluie	6 stations automatisées
		13/07/2016	12°C ; Vent ouest faible ; Absence de pluie	5 stations automatisées 6 points d'écoute
		14/07/2016	12,8°C ; Vent nord-ouest faible ; Absence de pluie	5 stations automatisées
		01/08/2016	17,3°C ; Vent sud-ouest faible ; Absence de pluie	6 stations automatisées
		Période fin d'été / automne 2016 (dispersion des colonies, rassemblements sociaux, rut et chants territoriaux des mâles)	31/08/2016	16,3°C ; Vent nul ; Absence de pluie
	21/09/2016	12,9°C ; Vent nul ; Absence de pluie	5 stations automatisées	

Tableau 34 : prospections de terrain réalisées dans le cadre de cette étude (Biotope)

Concernant les expertises chiroptérologiques, le tableau suivant précise le nombre de nuits exploitables pour les prospections des chauves-souris en altitude.

Mois	Nombre de nuits exploitables 2016
Avril	18
Mai	29
Juin	30
Juillet	31
Août	29
Septembre	29
Octobre	18
TOTAL	184

Tableau 35 : prospections chiroptérologiques en altitude (Biotope)

3.4.4 Acquisition des données

3.4.4.1 Bibliographie

Plusieurs sources bibliographiques ont été consultées et notamment les atlas de répartition des espèces à l'échelle départementale.

3.4.4.2 Consultations

La consultation de personnes ressources est une étape indispensable pour comprendre précisément le contexte d'un territoire donné. Elle a également pour objectif de compléter les recherches bibliographiques.

Organisme	Type d'informations recueillies
DREAL Bretagne	Consultation des périmètres réglementaires et d'inventaires du patrimoine naturel
Conservatoire Botanique National de Brest - Antenne de Brest (CBNB)	Consultation de la base de données eCalluna (http://www.cbnbrest.fr/ecalluna/)
Groupe Mammalogique Breton (GMB)	Transmission d'un rapport de synthèse intégrant notamment les données concernant les gîtes à chiroptères connus sur le secteur d'étude.
Bretagne Vivante (BV)	Transmission d'un devis pour l'extraction des données oiseaux - chiroptères
Groupe d'Etudes Ornithologiques des Cotes-Armor (GEOCA)	Transmission d'un devis pour l'extraction des données oiseaux
Mairie de Loudéac	Information concernant la Trame Verte et Bleue (TVB) à l'échelle communale/intercommunale
Communaute de Communes de Loudéac (CIDERAL)	

Tableau 36 : liste des organismes et des personnes consultés (Biotope)

3.4.4.3 Prospections de terrain

Une reconnaissance globale de la zone d'implantation potentielle du projet éolien a été réalisée par un écologue généraliste afin de définir, au sein de ce périmètre, les secteurs présentant un intérêt naturel particulier et qui doivent faire l'objet d'études plus approfondies par les spécialistes faune et flore. Les éléments écologiques rencontrés lors de cette phase de reconnaissance ont été soigneusement notés et localisés sur des cartes.

Le travail d'expertise a concerné l'ensemble des éléments écologiques d'intérêt potentiel au sein de l'aire d'étude immédiate. Les prospections ont été principalement orientées sur les espèces et habitats présentant un statut réglementaire de protection (national ou local) ainsi que sur ceux considérés comme d'intérêt (inscription à l'annexe I et II de la Directive Habitat, espèces déterminantes pour la désignation des ZNIEFF, etc.). L'ensemble des éléments naturels rencontrés a toutefois été noté lors des prospections.

Les méthodes d'expertises mises en œuvre sont détaillées ci-dessous par thématique.

3.4.5 Méthodologie des expertises de terrains naturalistes

3.4.5.1 Expertise de la flore et des habitats

3.4.5.1.1 Nomenclature

La nomenclature des plantes à fleurs et des fougères utilisée dans cette étude est celle de la Base de Donnée Nomenclaturale de la Flore de France (BDNFF, consultable et actualisée en ligne sur le site www.tela-botanica.org).

En ce qui concerne les habitats naturels, la nomenclature utilisée est basée sur celle de CORINE BIOTOPES, référentiel de l'ensemble des habitats présents en France et en Europe. Notons qu'un code spécifique (EUR 28) pourra être rajouté aux habitats naturels d'intérêt communautaire listés en annexe I de la directive européenne 92/43/CEE (dite directive « Habitats/Faune/Flore »).

3.4.5.1.2 Identification des habitats naturels

La végétation (par son caractère intégrateur synthétisant les conditions de milieu et le fonctionnement du système) est considérée comme l'indicateur le plus fiable dans l'optique d'identifier un habitat naturel.

Il est ainsi effectué une reconnaissance floristique des structures de végétation homogènes, afin de les mettre en corrélation avec la typologie CORINE Biotopes en se basant sur les espèces végétales caractéristiques de chaque groupement phytosociologique. La typologie CORINE Biotopes s'est largement inspirée de la classification des communautés végétales définies par la phytosociologie. L'unité fondamentale de base en est l'association végétale correspondant au type d'habitat élémentaire ; les associations végétales définies se structurent dans un système de classification présentant plusieurs niveaux imbriqués (association < alliance < ordre < classe).

Notons que les passages botaniques ont été réalisés en période favorable à l'observation des végétations et avant la fauche des prairies.

3.4.5.1.3 Identification de la flore

Lors des prospections de terrain pour la réalisation de la cartographie des végétations, les espèces végétales bénéficiant d'un statut de protection, ainsi que les espèces considérées comme invasives en Bretagne, ont été recherchées sur la zone d'étude.

Les passages botaniques ont été réalisés en période favorable à l'observation des espèces végétales protégées et/ou d'intérêt.

3.4.5.2 Expertise de l'avifaune

L'ensemble de l'aire d'étude immédiate a été parcouru de manière exhaustive afin de pouvoir fournir une estimation d'effectif pour les espèces d'intérêt. Le nombre de passages ainsi que les conditions météorologiques des expertises permettent de bien appréhender le peuplement avifaunistique fréquentant la zone d'étude immédiate en période de reproduction et en période internuptiale.

La Carte 16 présentée en page suivante indique la localisation des points d'écoute, des transects et des observations des oiseaux effectuées par le bureau d'étude Biotope.

3.4.5.2.1 Oiseaux hivernants

Les oiseaux hivernants ont été recherchés à vue (jumelles et longue vue professionnelles) au sein de l'ensemble de l'aire d'étude immédiate, principalement dans le but de mettre en évidence la présence d'éventuels rassemblements de limicoles ou autres oiseaux hivernants.

3.4.5.2.2 Oiseaux migrateurs

En période de migration postnuptiale, un point haut a été défini à proximité directe de l'aire d'étude immédiate. La localisation de celui-ci a été choisie en fonction du caractère ouvert du paysage et de l'altitude plus élevée permettant de bénéficier de plus grand champ d'observation possible. L'observation (à l'aide de jumelles et de longues vues) des mouvements des oiseaux sur ce point de suivi est ainsi facilitée et l'exploitation de la zone d'étude par ces oiseaux de passage a ainsi pu être analysée. Sur ce point de suivi, un suivi migratoire a été réalisé à partir du lever du jour.

En période de migration pré-nuptiale, une méthodologie d'étude différente a été appliquée. En effet, la migration pré-nuptiale est peu marquée, notamment dans le centre-ouest de la France. Les oiseaux sont moins nombreux (la mortalité hivernale étant forte) et le flux migratoire est plus large, plus diffus.

Aussi, lors des prospections réalisées à cette période de l'année, l'ensemble de la zone d'étude a été parcouru afin de repérer la présence d'éventuels rassemblements de limicoles ou autres oiseaux migrateurs en halte.

3.4.5.2.3 Oiseaux nicheurs

Les oiseaux nicheurs ont été recherchés à vue (jumelles et longue vue professionnelles) et à l'ouïe au sein de l'ensemble de la zone d'étude, principalement dans le but de mettre en évidence la présence d'espèces d'intérêt et de les recenser. Sur ce site d'étude, **11 points d'écoute de 5 min ont été répartis sur la majorité des milieux présents au sein de l'aire d'étude** (grands types d'habitats retrouvés sur l'aire d'étude immédiate permettant de définir des cortèges avifaunistiques relativement constants). Cette méthode a été **couplée à des transects d'observation et d'écoute**.

Cette méthode permet d'avoir une bonne vision du cortège avifaunistique présent. En complément, l'ensemble de la zone d'étude a été parcourue de manière à avoir une bonne vision de l'ensemble des habitats présents et des espèces associées.

Des écoutes nocturnes ont été réalisées spécifiquement pour recenser les rapaces nocturnes.

3.4.5.3 Expertise des chiroptères

Dans le cadre de ce projet, **deux méthodes d'écoute de l'activité des chiroptères** ont été réalisées : des écoutes de l'activité au sol (stations automatisées SM2BAT et points d'écoute manuels au D240 X) et des écoutes réalisées en hauteur (microphones placés à 27 et 70 mètres de hauteur sur le mât de mesure).

La Carte 16 présentée en page suivante indique la localisation des points d'écoute, des transects et des observations des chauves-souris effectuées par le bureau d'étude Biotope.

3.4.5.3.1 Ecoutes au sol

Les chiroptères du site ont été inventoriés par les méthodes de détection et d'analyse des ultrasons émis lors de leurs déplacements et activités de chasse. Des écoutes nocturnes avec un détecteur d'ultrasons permettent à la fois d'identifier la majorité des espèces de la faune française et d'obtenir des données semi quantitatives sur leur fréquence et leur taux d'activité. Les distances de détection sont variables selon les espèces. Deux types de détecteurs ont été utilisés : le détecteur de type SM2BAT (Wildlife Acoustics) à fonctionnement automatisé, enregistrant les émissions ultrasonores sur une large gamme de fréquences, et fournissant donc des fichiers toute la nuit sur des stations fixes d'échantillonnage et le détecteur de type Pettersson D240X permettant une écoute directe sur des points fixes ou transect.

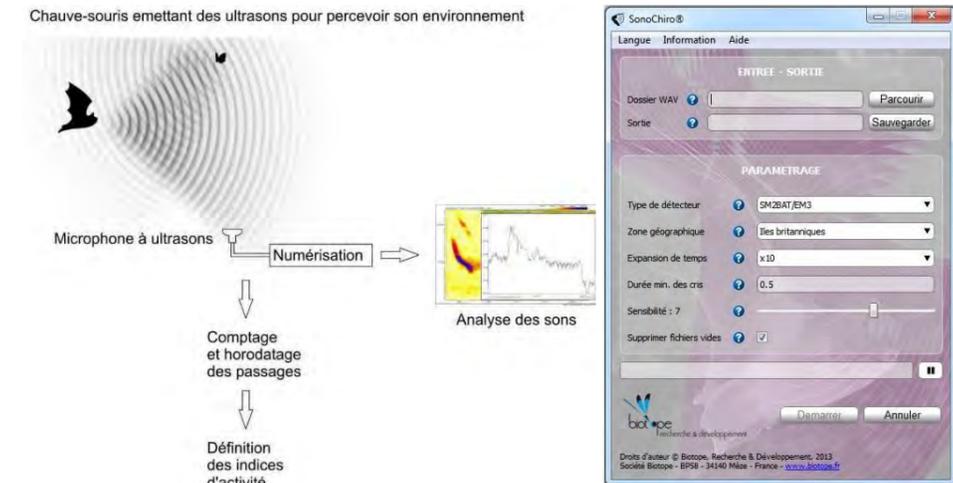


Figure 22 : schéma du principe de détection de chauves-souris et de définition de leur activité par suivi ultrasonore (Biotope)

A) Détection automatisée (SM2BAT)

Des détecteurs automatisés ont été répartis régulièrement sur le terrain d'étude dans les différents milieux présents (8 secteurs d'enregistrement) et favorables à l'activité chiroptérologiques (lisières boisées, prairies, bords de cours d'eau, etc.) lors de 7 sessions d'une nuit complète (avec 5 à 6 détecteurs automatisés) répartis durant les 3 principales saisons d'activité des chiroptères (début juin à fin septembre). Les séquences enregistrées ont ensuite été traitées puis analysées avec les logiciels SonoChiro et Batsound. Le système de traitement informatisé SonoChiro® permet d'opérer un premier tri par groupe d'espèces et d'orienter les vérifications d'identification nécessaires.

Les critères d'identification sont basés sur la corrélation des types de cris, identifiés en fonction de la sonorité associée à différents paramètres appréciables ou mesurables (fréquence initiale, fréquence terminale, durée du signal, maximum et répartition de l'énergie, etc.) avec leur rythme (durée des intervalles entre les cris) et l'environnement (estimation de la distance aux obstacles). En cas de présence prolongée d'individus, il est comptabilisé un contact toutes les 5 secondes (méthodologie de Barataud, 2012).

B) Points d'écoute avec le détecteur Pettersson D240X.

Les prospections ont été effectuées sous forme de points d'écoute d'une durée de 10 minutes (écoute « nette » hors écoute de séquences expansées et enregistrement de certaines pour analyse ultérieure). Le détecteur d'ultrasons utilisé (Pettersson D240X) permet d'étudier les sons en hétérodyne et en expansion de temps. Les espèces sont alors directement identifiées sur le terrain ou, pour les cas litigieux, les émissions sonores sont stockées avec un enregistreur externe numérique puis analysées grâce au logiciel BatsoundPro. Les critères d'identification sont basés sur la corrélation des types de cris, identifiés en fonction de la sonorité associée à différents paramètres appréciables ou mesurables (fréquence initiale, fréquence terminale, durée du signal, maximum et répartition de l'énergie, etc.) avec leur rythme (durée des intervalles entre les cris) et l'environnement (estimation de la distance aux obstacles). En cas de présence prolongée d'individus, il est comptabilisé un contact toutes les 5 secondes (méthodologie de Barataud 2012).

Six points d'écoutes réparties principalement aux abords des couloirs de déplacements pressentis (lisières boisées, haies, bords de cours d'eau, etc.) ont été répétés au cours de 3 passages durant les trois saisons d'activité des chiroptères en 2016.

C) Taux d'activité retenus

Le taux d'activité plus ou moins fort des espèces se base sur le référentiel d'activité Actichiro (Haquart A. 2013). Le référentiel permet d'évaluer l'activité des chiroptères lorsqu'une espèce est présente dans un contexte à expertiser. Il s'appuie sur un jeu de plus de 6 000 nuits d'enregistrements collectées sur plus de 4 000 localisations en France, entre 2007 et 2013. L'unité de mesure de l'activité est le nombre de « minutes positives » par nuit, c'est-à-dire le nombre de minutes au cours desquelles il y a eu au moins un enregistrement de chauves-souris. Pour définir si l'activité est « Faible », « Moyenne », « Forte » ou « Très forte », l'analyse s'appuie sur les valeurs des quantiles à 25%, 75% et 98% qui servent de valeurs seuil entre les niveaux d'activité.

- activité faible si inférieure à la valeur du quantile 25 % (Q25%) ;
- activité moyenne si comprise entre 25 et 75 % (c'est donc le cas une fois sur deux) ;
- activité forte si comprise entre les quantiles 75 et 98 % ;
- activité très forte au-delà de 98 % du temps d'enregistrement.

En pratique, sur un « site d'étude » à expertiser, le nombre de points d'enregistrement dépend du contexte de l'étude et le nombre de nuits d'enregistrement par point est également variable. Cette diversité de contexte complexifie l'évaluation statistique si l'on raisonne avec la moyenne arithmétique. La moyenne arithmétique de l'activité est à proscrire car la distribution des données ne suit pas une loi normale (gaussienne).

Plusieurs limites méthodologiques sont associées aux expertises des chiroptères, dont les techniques sont en évolution constante :

- le détecteur d'ultrasons ne permet pas toujours de différencier certaines espèces proches (espèces d'Oreillard et de Murins rarement différenciables, uniquement dans des conditions d'écoutes optimales) ;
- la distance de détection varie suivant les espèces (de quelques mètres à 150 m). Les espèces à faible distance de détection sont donc sous-estimées et les prospections privilégient les espèces de lisière (difficultés à détecter et à distinguer les espèces glaneuses dans la végétation, recherche des espèces de lisière ou de haut vol plus sensibles aux risques de mortalité) ;
- la présence d'espèces rarement identifiables par l'écoute au détecteur ne peut souvent être mise en évidence que par des captures avec filet japonais sur les terrains de chasse, méthode non utilisée dans le cadre de cette étude (nécessitant des autorisations de captures) ;
- les relevés avec détecteur d'ultrasons fournissent des indications sur les taux d'activité et non sur les effectifs précis (simple présence simultanée de plusieurs individus décelable) ;
- les conditions météorologiques influencent beaucoup l'activité des chiroptères. Mais les conditions météorologiques ont été favorables lors des inventaires (stricte sélection des soirées d'expertise avec des températures supérieures à 10°C, vent faible et absence de pluie).

Malgré les limites méthodologiques invoquées, les prospections réalisées permettent de disposer d'une bonne connaissance du peuplement chiroptérologique local au sol. En effet, elles ont été réparties sur l'ensemble du périmètre et l'ensemble des saisons (pendant la période d'activité des chiroptères) dans des conditions météorologiques favorables ; les prospections se caractérisent par leur intensité et l'importance des outils techniques utilisés (39 nuits de détecteurs automatisés réalisées sur les 3 principales périodes d'activité des chauves-souris et 6 points fixes au détecteur manuel répétés à 3 reprises).

3.4.5.3.2 Ecoutes en altitude

Le dispositif d'enregistrement, implanté sur le mât de mesure, a été installé le 12 avril 2016 sur le site de projet éolien de Loudéac -Saint-Barnabé (22). Le mât est localisé au nord de l'aire d'étude immédiate au sein d'une parcelle de culture, milieu dominant au sein de celle-ci. Ainsi, **les activités enregistrées en altitude peuvent être considérées comme caractéristiques de l'activité des chiroptères au sein de la zone d'étude.**



Figure 23 : environnement du mât de mesures du vent où ont été réalisées les écoutes en altitude (photo prise sur site Biotope, 2016)

La collecte des données s'est étalée jusqu'au 18 octobre 2016 ce qui représente **184 jours exploitables.**

Au regard des dates de mise en fonctionnement et d'arrêt du dispositif, la collecte des données ne s'étale pas sur un mois complet pour avril et octobre notamment. L'analyse s'effectue donc en nombre de contact journalier et non mensuel. **Cette période d'enregistrement permet de bien cerner l'activité en altitude des chiroptères sur l'année 2016.**

L'étude du comportement des chauves-souris se fait grâce à la détermination de leur indice d'activité basé sur la détection des ultrasons émis par ces animaux pour se repérer et localiser leurs proies.

Le système utilisé est basé sur deux enregistreurs d'ultrasons SM3BAT (Wildlife Acoustics) (enregistreur large bande 2 x 192 KHz effectifs) déclenchant les enregistrements grâce à un trigger de 6 dB au-delà de 10 KHz. Les 2 microphones sont pourvus de protections développées spécifiquement pour ce type d'enregistrements. Ils sont en effet insérés dans des tubes orientés vers le bas (photos ci-après). Afin de permettre une écoute vers le haut comme vers le bas, un réflecteur acoustique est placé à 45° sous chaque microphone. L'ensemble est alimenté par batterie et équipé d'une protection contre les signaux parasites (ondes radio, TV, etc.). Dans le cas de cette présente étude, le SM3BAT a été choisi pour sa capacité à enregistrer sur deux canaux en même temps, sa fiabilité dans le temps, sa robustesse et sa réponse efficace aux traitements des signaux ultrasonores avec des hauteurs de câbles conséquentes.



Figure 24 : SM3BAT (Wildlife Acoustics, USA) et protection du microphone utilisée lors de l'étude (Biotope)

La qualité acoustique des signaux est en partie due à son micro à ultrasons SMM-U1 (résistant aux intempéries). Ce micro développé par Wildlife Acoustics possède un rapport signal/bruit amélioré et une réponse aux hautes fréquences plus juste que les micros développés précédemment. Un gain est pré-intégré au micro, permettant une meilleure réaction des signaux dans les câbles de longues distances et réduisant fortement les perturbations électriques.

Les deux microphones ont été installés respectivement à 27 et 70 m de hauteur.

A) Détermination des niveaux d'activité

Contrairement aux écoutes au sol où le taux d'activité est évalué par le biais du référentiel d'activité Actichiro (Haquart A. 2013), le taux d'activité en altitude se base sur un comparatif du site étudié avec les autres résultats connus dans l'ouest de la France sur ce même type d'étude ainsi que sur « le dire d'expert ». En effet, à ce jour il n'existe pas de référentiel tant les techniques d'enregistrement en altitude sont variées (dispositifs positionnés à différentes hauteurs, matériels utilisés ayant des capacités d'enregistrement variable, période d'enregistrement variables, etc.). Biotope travaille toutefois à la construction d'un outil permettant d'évaluer ces niveaux d'activités.

B) Détermination des hauteurs de vol

Les sons identifiés et enregistrés sur plusieurs microphones simultanément bénéficient d'un traitement spécifique à l'aide du programme Sonospot® développé par Biotope (Bas Y. / Biotope, 2013). Cet outil innovant permet de repositionner verticalement les contacts de chauves-souris, avec une précision variable selon les techniques mises en œuvre.

Dans le cas de la présente étude, basée sur deux microphones, ces classes de hauteur ont des limites qui correspondent à la médiane entre deux microphones : 48,5 m soit approximativement la hauteur en bas de pale des éoliennes envisagées.

Les contacts sont donc positionnés selon deux gammes de hauteur basées sur la hauteur médiane entre les deux microphones : < 48,5m ou > 48,5m.

C) Croisement avec les données météorologiques

L'activité des chauves-souris, exprimée en nombre de contacts, est graphiquement mise en relation avec les différents facteurs météorologiques tels que la force du vent et la température. De cette façon, il est possible de comprendre leur influence sur l'activité des chiroptères de façon précise au sol d'une part et en altitude d'autre part (changements comportementaux). **L'activité des chiroptères en altitude est comparée avec les relevés météorologiques effectués à 50 m de haut sur le mât de mesures pour les vitesses de vent et 76 m pour les températures (absence de mesure à 50 m).**

En effet, l'intérêt de cette comparaison d'activité/vitesse de vent est la représentation de l'activité en fonction des paramètres météorologiques effectifs dans le volume de brassage des pales de l'éolienne.

Afin de réduire le biais qui consiste à obtenir un plus grand nombre de contacts de chauves-souris dans les classes de relevés les plus fréquentes sur le site, le nombre de contacts est divisé par le nombre de plages d'échantillonnage de 10 minutes pour chaque paramètre (vitesse du vent et température).

Les limites de cette méthode utilisant des enregistreurs automatiques sont essentiellement dues à la détectabilité des différentes espèces et au caractère « fixe » du dispositif dont la pertinence de positionnement ne peut être confirmée qu'a *posteriori*. La distance à partir de laquelle les chauves-souris sont enregistrées par les détecteurs varie très fortement en fonction de l'espèce concernée.

Par exemple, les Noctules et Sérotines émettent des cris relativement graves audibles jusqu'à une centaine de mètres. A l'inverse, les cris des Rhinolophes ont une très faible portée et sont inaudibles au-delà de 5 à 10 m. La grande majorité des chauves-souris (Murins et Pipistrelles) sont détectables entre 10 et 30 m.

3.4.5.4 Expertise de la faune terrestre et aquatique

3.4.5.4.1 Mammifères terrestres

Les traces de présence de mammifères terrestres (empreintes, déjections, restes de repas) ont été recherchées. Tout contact direct avec un individu a également été noté.

Des recherches spécifiques Muscardin et Campagnol amphibie ont été réalisées dans les zones d'habitats favorables (milieux humides pour le Campagnol amphibie et taillis de noisetiers pour le Muscardin).

Aucune limite méthodologique particulière ne concerne ce groupe dans le cadre de l'étude.

3.4.5.4.2 Amphibiens

La méthodologie employée a consisté en une prospection visuelle classique des individus et des pontes dans les zones de reproduction potentielles ainsi que la visite des refuges potentiels (recherche sous les tôles, souches, pierres). Elle s'est accompagnée d'une éventuelle phase de capture à l'épuisette dans les zones humides (mares, ornières) et par l'écoute des chants des anoues (grenouilles et crapauds).

L'ensemble des points d'eau présents au sein de la zone d'étude immédiate ont été expertisés en période favorable à l'observation d'amphibiens (temps pluvieux, température douce). Aucune limite méthodologique ne concerne ce groupe.

3.4.5.4.3 Reptiles

La méthodologie employée a consisté en une prospection visuelle classique des individus au niveau des zones favorables (haies, lisières, ronciers, ripisylves, zones ouvertes, semi-ouvertes, etc.) accompagnée d'une visite des refuges potentiels (recherche sous les tôles, souches, pierres, etc.).

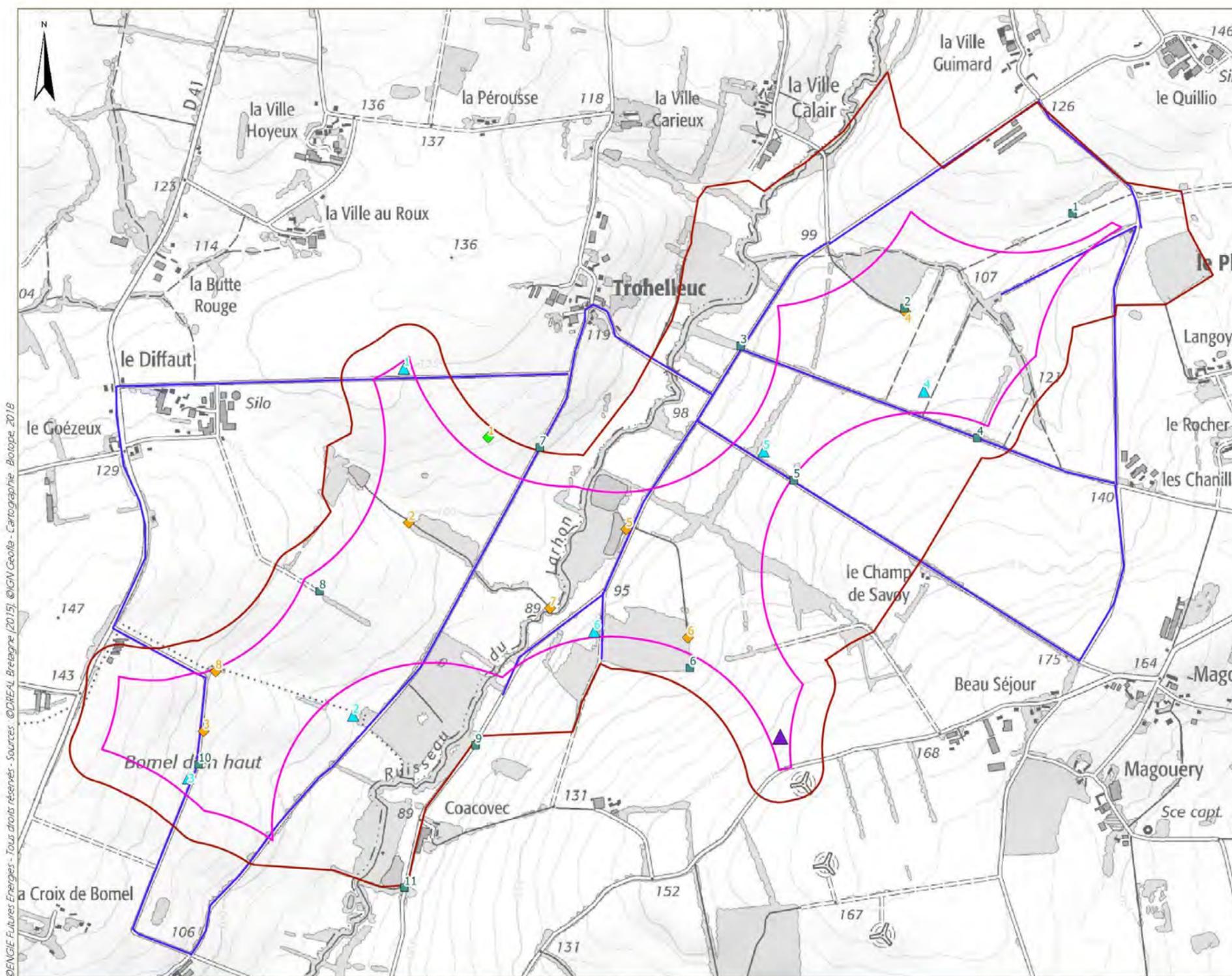
La détection de la présence de reptiles est souvent délicate en l'absence d'un nombre important de visites sur le site. L'analyse des éléments naturels présents sur l'aire d'étude permet de dresser une liste d'espèces potentielles pour lesquelles une attention particulière sera nécessaire en phase travaux.

3.4.5.4.4 Entomofaune

Les prospections ont été focalisées sur les espèces d'insectes d'intérêt potentiellement présentes sur le site d'étude et notamment les coléoptères saproxylophages (dont les larves se nourrissent de bois), les odonates (libellules) et les rhopalocères (papillons de jours).

Les traces de présence des larves de coléoptères saproxylophages ont été recherchées pour les espèces d'intérêt comme le Grand Capricorne (protection nationale) et le Lucane cerf-volant (espèce d'intérêt non protégée). En période de vol des adultes, ceux-ci ont été recherchés et identifiés à vue. De la même manière les odonates et les papillons ont été identifiés à l'aide de jumelles, parfois en les capturant à l'aide d'un filet fauchoir.

La détection de la présence d'insectes est souvent délicate en l'absence d'un nombre important de visites sur le site. Concernant le Grand Capricorne, les indices de présence (sortie de loge) restent difficiles à observer surtout lorsque qu'il s'agit d'arbres faiblement colonisés et/ou d'arbres dont le tronc n'est pas visible (présence de lierre). Cependant, les potentialités d'accueil des milieux expertisés ont été notées.



Zone d'implantation potentielle
Aire d'étude immédiate

Expertises Oiseaux

- Localisation des transects d'observation et d'écoute (expertise toute période)
- ▲ Localisation du point d'observation (expertise oiseaux en migration)
- Localisation des points d'écoute (expertise oiseaux nicheurs)

Expertises Chauves-souris

- ▲ Points d'écoute (D240 X) Stations automatisées (SM2BAT)
- ◆ Ecoute au sol (SM2BAT)
- ◆ Ecoute au sol et en altitude



©ENGIE Futures Energies - Tous droits réservés - Sources : ©DREAL Bretagne (2015), ©IGN GeoInfo - Cartographie - Biotope, 2018



Projet de parc éolien, communes de Loudéac et Saint Barnabé (22)
 Volet Milieux naturels, faune et flore de l'étude d'impact

Carte 16 : Localisation des points et transects d'écoute pour les expertises des oiseaux et des chauves-souris (Biotope)



3.5 Méthodologie liée au milieu humain

3.5.1 Acoustique

C'est le bureau d'études Alhyange qui a été missionné pour réaliser l'étude acoustique du projet. Cette mission a été divisée en deux parties :

- Une campagne de mesurage, auprès des 17 riverains les plus proches. Cette phase permet d'identifier les bruits résiduels.
- La vérification du respect de la réglementation acoustique.

L'étude acoustique, présentée en son intégralité dans le fichier « expertises environnementales » du dossier, a été établie en période hivernale à partir des conditions de vent rencontrées sur site durant la période d'intervention (vent dominant de secteur sud-ouest).

3.5.1.1 Contexte réglementaire

Suite à la loi Grenelle 2 du 13 juillet 2010, les parcs éoliens sont soumis à la législation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.

Ainsi les émissions sonores des parcs éoliens sont réglementées par la section 6 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement. Cet arrêté remplace le précédent décret n° 2006-1099 du 31 août 2006.

La nouvelle réglementation impose le respect de valeurs d'émergences globales en dB(A) ci-dessous dans les zones à émergences réglementées (ZER) 30.

L'infraction n'est pas constituée lorsque le bruit ambiant global en dB(A) est inférieur à 35 dB(A) chez le riverain considéré.

Pour un bruit ambiant supérieur à 35 dB(A), l'émergence du bruit perturbateur doit être inférieure aux valeurs suivantes :

- 5 dB(A) pour la période de jour (7h - 22h) ;
- 3 dB(A) pour la période de nuit (22h - 7h).

En considérant les définitions ci-dessous :

- **Bruit ambiant** : niveau de bruit mesuré sur la période d'apparition du bruit particulier ;
- **Bruit résiduel** : niveau de bruit mesuré sur la même période en l'absence du bruit particulier ;
- **Emergence** : différence arithmétique entre le niveau de bruit ambiant et le niveau de bruit résiduel.

Par ailleurs, la nouvelle réglementation impose des valeurs maximales du bruit ambiant mesurées en n'importe quel point du périmètre du plus petit polygone dans lequel sont inscrits les disques de centre chaque éolienne et de rayon R égal 1,2 fois la hauteur hors tout de l'éolienne. Ces valeurs maximales sont fixées à 70 dB(A) de jour et 60 dB(A) de nuit. Cette disposition n'est pas applicable si le niveau de bruit résiduel pour la période considérée est supérieur à cette limite.

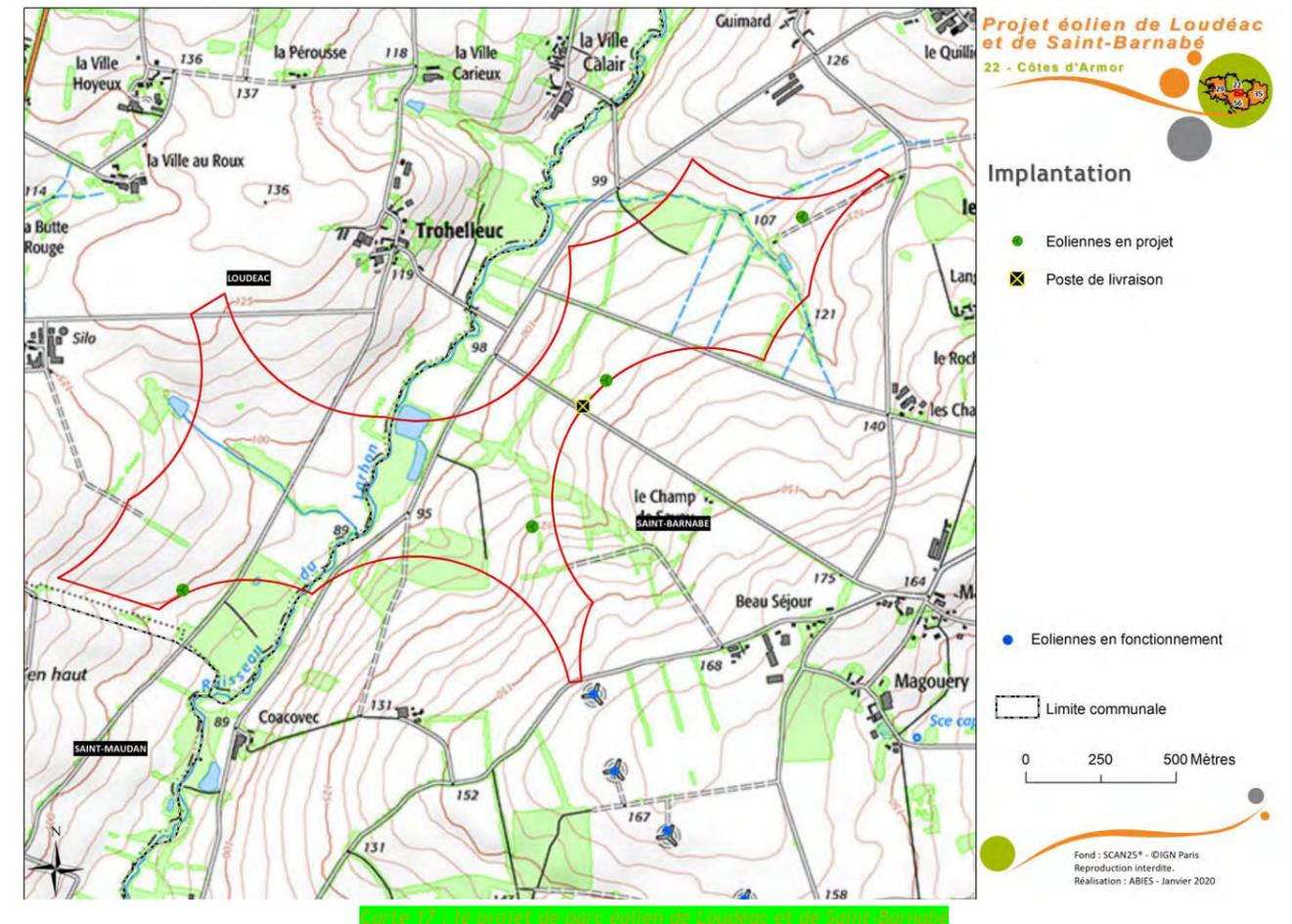
Enfin, pour le cas où le bruit ambiant mesuré chez les riverains présente une tonalité marquée au sens de l'arrêté du 23 janvier 1997 (point 1.9 de l'annexe), sa durée d'apparition ne doit pas excéder 30 % de la durée de fonctionnement dans chacune des périodes de jour et de nuit.

30 De manière synthétique, la zone à émergence réglementée correspond à l'intérieur ou l'extérieur des habitations existantes ou à des zones constructibles définies par les documents d'urbanisme, à la date de l'autorisation pour les nouvelles installations ou à la date du permis de construire pour les installations existantes.

3.5.1.2 Présentation du site et des mesures

3.5.1.2.1 Descriptif du site

L'aire d'implantation possible regroupe des parcelles agricoles (culture et pâture). La topographie est légèrement vallonnée. Il est également à signaler la présence d'un parc éolien en fonctionnement dans la partie sud de l'AIP (parc éolien de Beau Séjour sur la commune de Saint-Barnabé).



3.5.1.2.2 L'environnement sonore

Les facteurs d'influence du bruit résiduels sont résumés dans le tableau suivant.

Paramètre	Analyse	Zone
Relief	Relief relativement marqué, laissant présager une sensibilité différente du site aux vents en fonction de leur direction.	Homogénéité sur la ZIP (Zone d'implantation Potentielle)
Type de sol	Type de sol absorbant d'un point de vue acoustique → limitant le renforcement du bruit particulier propagé dans l'environnement par les sources sonores existantes	
Végétation	D'une manière générale, la végétation est bien présente sur la zone et de son voisinage immédiat → forte réaction du niveau de bruit résiduel en fonction de la vitesse du vent.	
Habitat	Faible densité d'habitations à l'exception du bourg de Saint Barnabé.	
Sources sonores	La zone concernée par le projet est entourée de voies routières au trafic non négligeable (dont 3 voies classées en catégorie 3) et d'impact sonore potentiel sur les habitations.	Trafic routier perceptible sur toute la ZIP, la source prédominante variant selon la localisation
	Les bruits d'activité agricole peuvent marquer ponctuellement le paysage sonore résiduel.	Ponctuellement
Secteur de vent	Deux parcs éoliens en exploitation sont présents à proximité : niveau de bruit résiduel potentiellement et ponctuellement renforcé par les éoliennes les plus proches	Ponctuellement
	Impact potentiel du secteur de vent sur le paysage sonore résiduel, étant donné le relief de la zone, et la présence de voies routières au trafic non négligeable.	Homogénéité sur la ZIP

3.5.1.3 Protocole de réalisation des mesures de bruit résiduel

3.5.1.3.1 Les mesures de bruit résiduel

La campagne de mesures acoustiques a été réalisée du 19 février au 7 mars 2016, suivant les deux secteurs de vents dominants du site (sud-ouest et nord-est).

Les sonomètres ont été installés en extérieur chez les riverains sélectionnés.

NOTA

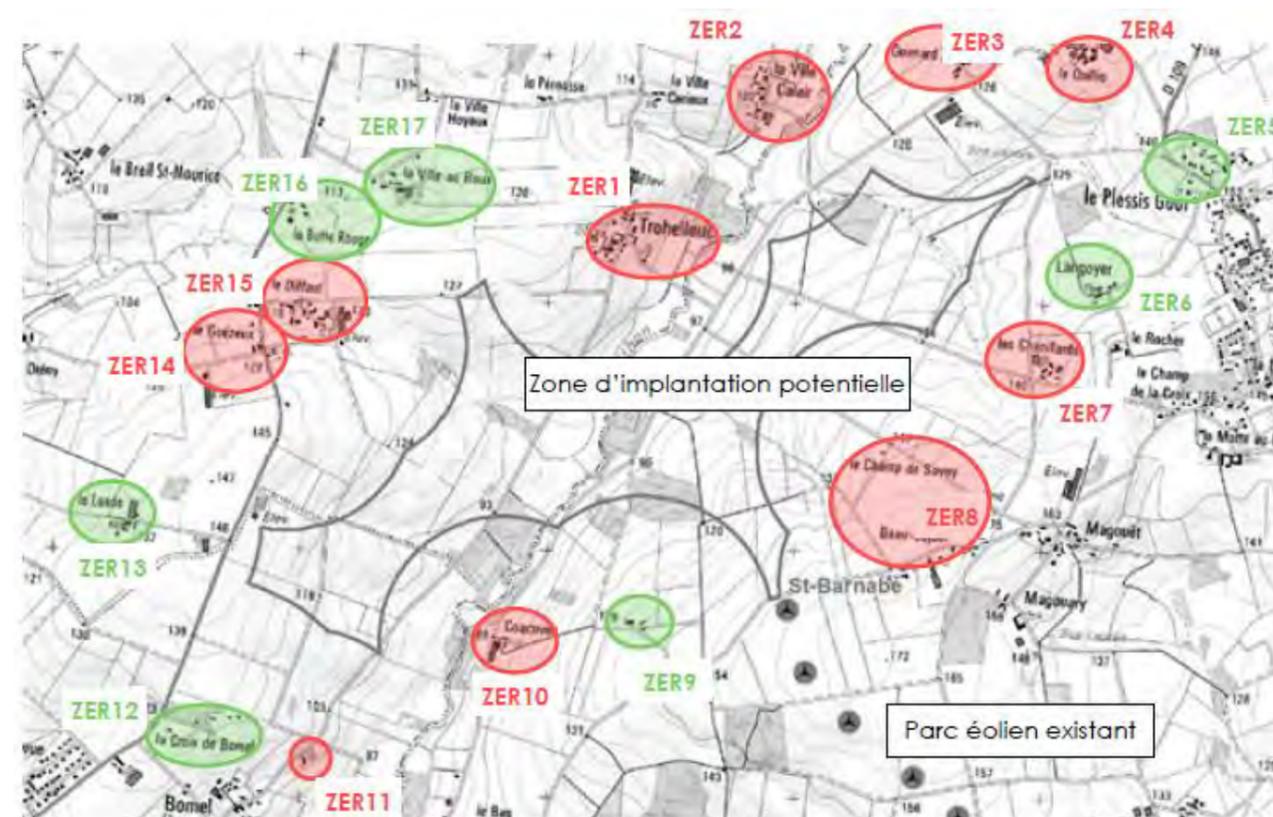
- ❖ Pour le riverain n°8 : le propriétaire de l'habitation située au lieu-dit « le Champ de Savoy » n'a pu être contacté pour la pose d'un sonomètre. La mesure a donc été réalisée au lieu-dit « Beau Séjour », proche de celui « Champ de Savoy ». A cet emplacement, les éoliennes existantes côté sud-ouest sont audibles. C'est pourquoi, à ce hameau, les mesures ont été réalisées en deux emplacements ;
 - Point 8 : sonomètre positionné à un emplacement masqué du bruit des éoliennes existantes, afin d'estimer un niveau de bruit résiduel R0 sans éoliennes ;
 - Point 8 bis : sonomètre positionné en champ direct de plusieurs éoliennes existantes, afin d'estimer un niveau de bruit résiduel R1 incluant les éoliennes existantes.

Les emplacements des deux microphones ont été choisis, de façon à obtenir, un paysage sonore résiduel (hors éoliennes existantes) similaire sur les deux points.

- ❖ Pour le riverain n°9 : suite au refus du propriétaire de l'habitation située au lieu-dit « Coacovec d'en Haut », d'accueillir un sonomètre, aucune mesure n'a pu être réalisée à cet emplacement.

Afin de limiter le nombre de points de mesure, les points les sensibles (définis sur base du prédiagnostic acoustique du site) ont été privilégiés pour la pose d'un microphone (emplacements en rouge sur le plan suivant).

Pour les autres emplacements (en vert sur le plan suivant), les acousticiens ont retenu les valeurs mesurées sur les points sur lesquels le paysage sonore est similaire.

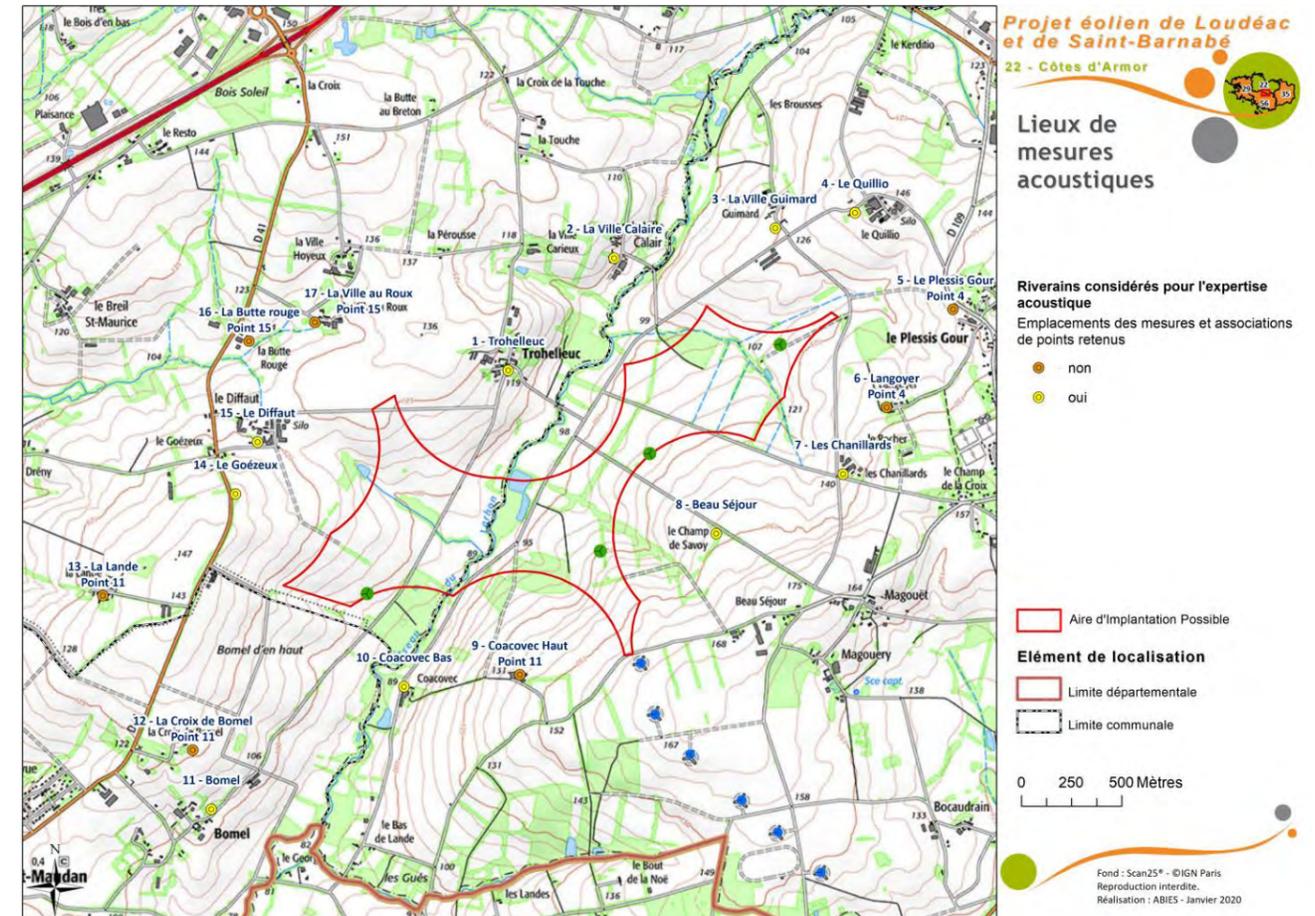


Carte 18 : situation des Zones à Emergence Réglementée

Le tableau suivant présente les emplacements des sonomètres et les associations considérées pour les riverains n'ayant pas fait l'objet de mesure particulière.

Point	Lieu-dit	mesure	Points associés
1	Trohelleuc	oui	-
2	La Ville Calaire	oui	-
3	La Ville Guimard	oui	-
4	Le Quillio	oui	-
5	Le Plessis Gour	non	Point 4
6	Langoyer	non	Point 4
7	Les Chanillards	oui	-
8	Beau Séjour	oui	-
9	Coacovec Haut	non	Point 11
10	Coacovec Bas	oui	-
11	Bomel	oui	-
12	La Croix de Bomel	non	Point 11
13	La lande	non	Point 11
14	Le Goézeux	oui	-
15	Le Diffaut	oui	-
16	La Butte Rouge	non	Point 15
17	La Ville au Roux	non	Point 15

La carte suivante présente les lieux de mesurage acoustique au regard de l'organisation du projet de parc éolien.



Carte 19. La situation des lieux de mesurage acoustique au regard du projet de parc éolien de Loudéac et Saint-Barnabé

3.5.1.3.2 Les mesures de la vitesse du vent

Pour l'établissement des graphiques de corrélation bruit / vent, les vitesses du vent à hauteur de moyen (h=80 m) ont été mesurées par la société ENGIE Green via un LIDAR, sur le site d'implantation des éoliennes, pendant la campagne de mesurage acoustique.

Les données obtenues ont été moyennées par pas de 10 minutes.

Dans le but d'obtenir une meilleure précision sur l'état initial et les calculs prévisionnels, les acousticiens du bureau d'études d'Alhyange ont retenu cette vitesse au moyen comme référence dans l'analyse.

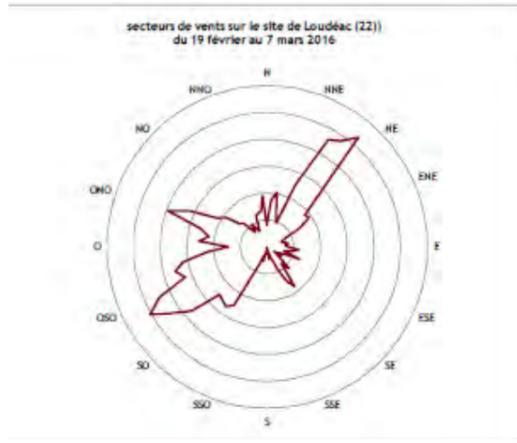


Illustration 6 : rose des vents sur la période de mesure acoustique

3.5.1.3.3 Analyse des données mesurées

L'analyse des données mesurées a été réalisée selon le projet de norme PR NF S 31-114, relatif au « Mesurage du bruit dans l'environnement avant et après installation éolienne ». L'objectif de la campagne de mesure est de définir les niveaux de bruit résiduel en périodes diurne et nocturne, sur chaque classe de vitesse de vent correspondant aux plages de fonctionnement des éoliennes, en niveau sonore global dB(A).

Les classes de vitesse de vent étudiées correspondent aux plages de fonctionnement et de gêne sonore potentielle du parc éolien. En effet, en dessous d'une vitesse de vent de 5 m/s au moyen, la puissance acoustique des éoliennes est faible. Pour des vitesses de vent au moyen supérieures à 12m/s environ, le niveau de puissance acoustique de l'éolienne est stable et n'augmente plus.

3.5.1.3.4 Descripteur du niveau sonore

Chaque descripteur du niveau sonore correspond à l'indicateur L50 (niveaux sonores dépassés pendant 50% du temps de mesure) des Leq seconde mesurés en dB(A) sur une période de 10 mn.

Les experts corrèlent les descripteurs du niveau sonore obtenus toutes les 10 mn aux vitesses de vent obtenues sur les mêmes périodes. Il est alors obtenu des nuages de points représentant l'évolution des niveaux sonores résiduels en fonction de la vitesse du vent.

Les bruits perturbateurs (fonctionnements périodiques de chaudières ou appareils bruyants, ...) ou passages pluvieux sont exclus des chronogrammes.

Les périodes retenues pour l'exploitation des mesures sonores les suivantes :

- Période de 7h à 22h00 pour l'exploitation des mesures de jour ;
- Période de 22h00 à 7h00 pour l'exploitation des mesures de nuit.

Il est à noter que les valeurs relevées sur la période soirée 19h0-22h00 sont généralement légèrement plus faibles que le reste de la période 7h00-22h00 (tombée de nuit, diminution des activités humaines et de la faune, ...).

Ces descripteurs ont été inclus à la période réglementaire diurne 7h00-22h00 dans les analyses (configuration plus contraignante, tendant à diminuer légèrement les indicateurs sonores sur cette période).

3.5.1.4 Les conditions météorologiques

La campagne de mesure des bruits résiduels a été réalisée en hiver, période pénalisante. En effet, l'absence de feuillage dans les arbres et l'activité réduite de la faune tendent à minimiser les niveaux de bruit résiduel mesurés et donc à augmenter les émergences prévisionnelles.

La graphique suivant présente les conditions de vents obtenu lors de la période de mesurage.



3.5.1.5 Présentation de la modélisation du fonctionnement acoustique du parc éolien

Le calcul prévisionnel du bruit particulier généré par les éoliennes est effectué à l'aide de la maquette acoustique 3D du site et de son environnement proche, réalisée avec le logiciel PREDICTOR V.11 (Logiciel de prévision du bruit en espace extérieur).

Ce logiciel permet de modéliser la propagation acoustique en espace extérieur en intégrant des paramètres tels que la topographie, le bâti, la végétation, la nature du sol, les caractéristiques des sources sonores et les données météorologiques du site.

Les éoliennes sont positionnées dans la maquette 3D selon leurs caractéristiques dimensionnelles (hauteur) et acoustiques (niveaux de puissance acoustique), fournies par le constructeur.

Afin d'optimiser les calculs prévisionnels en fonction des secteurs de vents dominants sur le site, et qui influent sur la propagation du bruit des éoliennes, Les acousticiens du bureau d'études Alhyange ont utilisé la méthode de calcul HARMONOISE (méthode Européenne de prévision du bruit dans l'environnement), qui permet la prise en compte de facteurs climatiques comme le secteur de vent dans le calcul de la propagation du bruit.

L'impact acoustique prévisionnel du parc éolien est déterminé selon les étapes suivantes :

- Calcul du niveau de bruit particulier prévisionnel généré par les éoliennes (décrit ci-dessus), en dB(A), à l'extérieur des habitations ; -
- Calcul du niveau de bruit particulier au niveau du « Point de référence » : point situé à l'emplacement le plus contraignant du périmètre de mesure du bruit correspondant au plus petit polygone dans lequel sont inscrits les disques de centre les aérogénérateurs et de rayon $R = 1,2 \times$ (hauteur de moyeu + longueur d'un demi-rotor). Les experts ont défini l'emplacement le plus contraignant comme celui étant le plus impacté par le niveau de bruit particulier des éoliennes (emplacement défini grâce aux cartes de bruit reportées en annexe). D'autre part, à proximité immédiate des éoliennes, le niveau de bruit résiduel étant négligeable par rapport à celui généré par les éoliennes, nous considérerons que le niveau de bruit ambiant est égal au niveau de bruit particulier calculé. ·
- Calcul du niveau de bruit ambiant prévisionnel (somme logarithmique du bruit résiduel mesuré et du bruit particulier calculé), en dB(A), à l'extérieur des habitations. ·
- Calcul des émergences prévisionnelles en dB(A), à l'extérieur des habitations.

L'impact acoustique prévisionnel a été déterminé selon les deux secteurs de vent dominants, Nord-Est et Sud-Ouest.

3.5.1.5.1 Les points de calcul

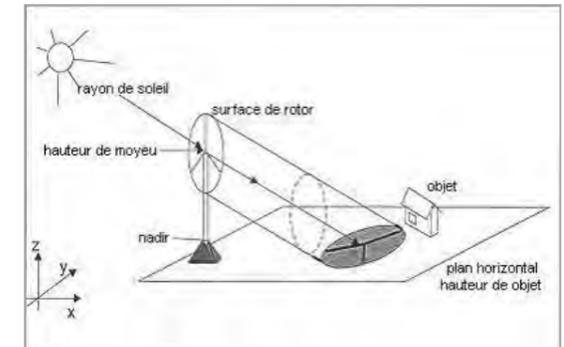
Les calculs prévisionnels ont été réalisés au niveau des lieux-dits, pour lesquels des mesures de bruit résiduel ont été effectuées. Dans chaque cas, le point d'étude a été positionné à l'emplacement le plus exposé au bruit des futures éoliennes de la zone habitée (pouvant être différent du point de mesure réellement positionné sur site). Un calcul a également été réalisé au « Point de référence », c'est à dire à l'emplacement le plus contraignant du périmètre de mesure du bruit défini par l'arrêté du 26 août 2011 (emplacement précisé sur les cartes de bruit reportées ci-après).

3.5.1.5.2 Les caractéristiques acoustiques des éoliennes

Les simulations acoustiques ont été réalisées avec les éoliennes Vestas V110, dont les puissances acoustiques standards sont présentées dans la partie Impact.

3.5.2 Les ombres portées

Au cours des journées ensoleillées, les éoliennes en fonctionnement provoquent des ombres mobiles du fait de la rotation des pales. Cette interception répétitive de la lumière directe du soleil est appelée projection d'ombre portée périodique. Elle peut être perçue comme gênante par les riverains. La projection d'ombre est inévitable quand l'éolienne est en service, contrairement aux brefs éclairs dus à la réflexion périodique de la lumière du soleil sur les pales - l'effet stroboscopique. Celui-ci dépend en effet du degré de luisance de la surface des pales et du pouvoir de réflexion de la peinture employée, deux facteurs qui peuvent être modifiés lors de la conception.



La gêne n'est pas due à l'ombre globale de la construction, mais essentiellement à l'ombre du rotor en mouvement. Dans des pièces éclairées par une fenêtre, cette ombre portée périodique, de fréquence trois fois supérieure à celle de mouvement du rotor, peut générer de fortes fluctuations de luminosité qui apportent un certain inconfort.

3.5.2.1 Le calcul

Le logiciel Windpro v3 permet de calculer la projection d'ombre provoquée par les rotors tournants chez les plus proches riverains du parc éolien.

Il permet ainsi de déterminer le nombre potentiel d'heures d'ombre pour les riverains les plus proches du parc éolien, en prenant notamment en compte le relief, la course du soleil, le taux d'ensoleillement (sur la base des statistiques d'ensoleillement de la station météo de Beauvais présentées au chapitre « état initial »).

Dans un premier temps ce sont les conditions idéales qui ont été prises en compte : un ciel constamment dégagé, une disponibilité totale de l'éolienne (qui tourne donc tout au long de la période d'observation) et suffisamment de vent venant de la même direction que le soleil pour faire tourner le rotor ; la direction du vent est également supposée constante de façon à ce que la surface balayée par le rotor projette une ombre maximale. Par ailleurs, la réfraction du rayonnement dans l'atmosphère est négligée.

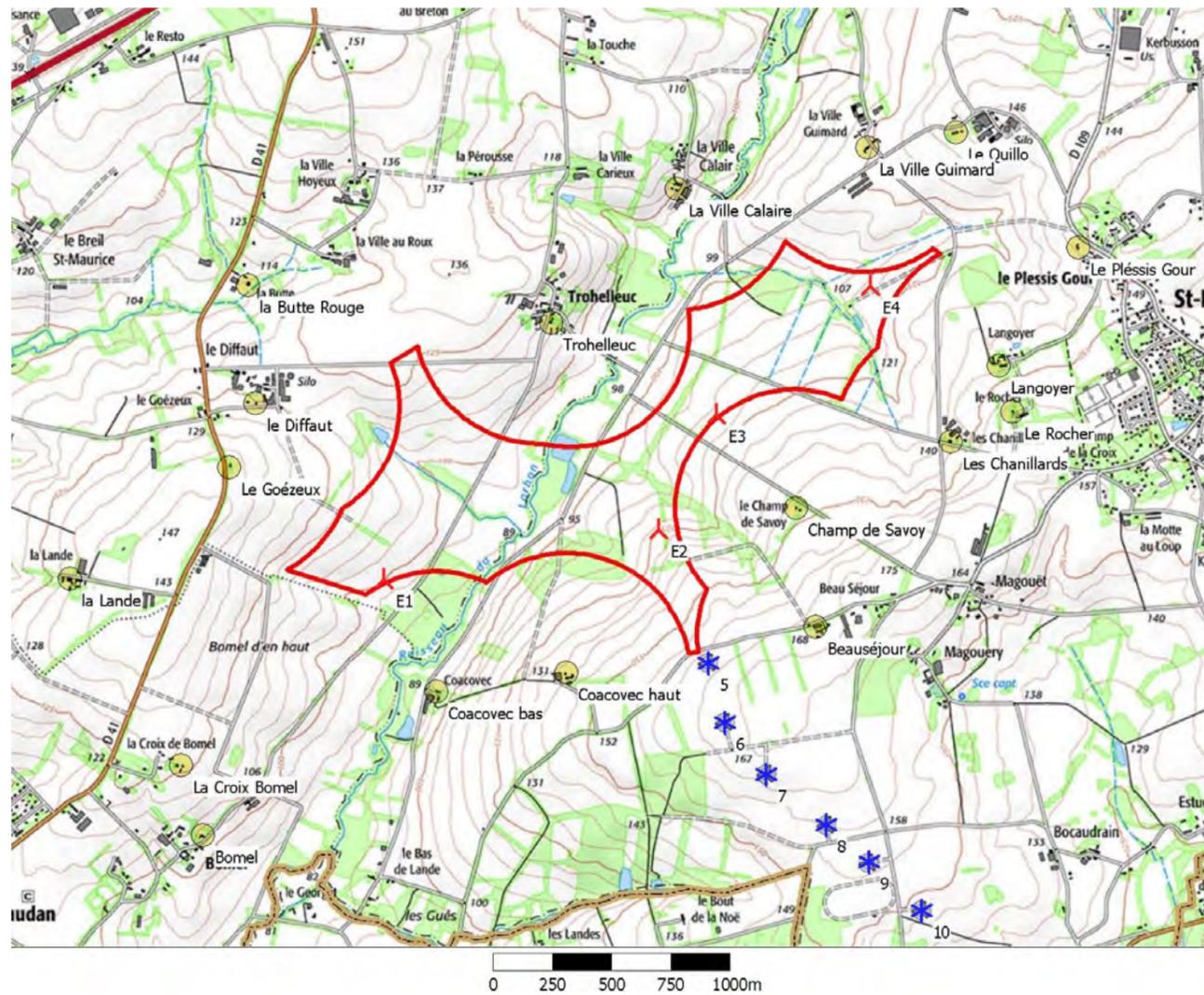
Cette durée maximale issue du calcul astronomique est aussi appelée « pire des cas ». Dans la mesure où l'impact journalier ainsi calculé peut tout à fait apparaître dans la réalité, la valeur déterminée doit être considérée comme l'impact journalier réel maximal. Par contre, on obtient une valeur nettement trop élevée pour la durée annuelle maximale de projection d'ombre, parce qu'il faut exclure que les conditions idéales d'ensoleillement règnent tout au long de l'année. Toutefois, il est possible de calculer l'impact annuel probable si l'on connaît les données météorologiques du site, les durées annuelles d'ensoleillement et la distribution des directions de vent.

C'est pourquoi il a été pris en compte la **fraction d'insolation** locale (c'est-à-dire le pourcentage de temps ensoleillé : il est de 33 % dans le département).

Nous avons considéré 19 habitations situées à proximité du parc éolien en faisant l'hypothèse que chacune d'elle possède une surface vitrée de 15 m² exposée aux éventuels événements des ombres portées.

Nous avons considéré que la position des surfaces vitrées de ces habitations (ou récepteurs d'ombre) est dirigée vers le parc, ce qui est une hypothèse maximisante.

La carte ci-après présente la situation des habitations considérées dans le cadre de l'analyse des ombres portées.



Carte 20 - Situation des riverains sélectionnés pour l'analyse des ombres portées

3.5.2.2 L'analyse des impacts

Il n'y a pas en France de valeur réglementaire concernant la perception des effets stroboscopiques, on retiendra que la référence européenne (modèle allemand, repris en Belgique et en France) qui se dessine est la suivante :

- approche sur le nombre réel d'heures ;
- tolérance de 30 heures maximum par an ;
- tolérance d'une demi-heure maximum par jour.

Les résultats du calcul seront donc confrontés à ces chiffres de référence.

3.6 Méthodologie d'expertise paysagère

3.6.1 Contexte et objectifs de l'étude

3.6.1.1 Quelques rappels terminologiques préalables

La Convention Européenne du Paysage (art. L. 350-1 A du Code de l'environnement) définit le **paysage** comme « une partie de territoire telle que perçue par les populations, dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations ».

Le **patrimoine** est, au sens du Code du patrimoine, « l'ensemble des biens immobiliers ou mobiliers, relevant de la propriété publique ou privée, qui présentent un intérêt historique, artistique, archéologique, esthétique, scientifique ou technique ». Les paysages patrimoniaux relèvent aussi de la politique des sites protégés par l'Etat (Code de l'environnement) ou par les collectivités locales ou répertoriés dans les inventaires d'éléments remarquables.

Dans sa partie 4 consacrée à l'étude du paysage et des patrimoines, le guide relatif à l'élaboration des études d'impacts des projets de parcs éoliens terrestres (actualisation décembre 2016) définit aussi les notions suivantes :

- **Visibilité** : tout ou partie des éoliennes d'un parc sont visibles depuis un espace donné.



- **Covisibilité** : tout ou partie des éoliennes d'un parc et un élément de paysage, une structure paysagère, ou un espace donné sont visibles conjointement, depuis un même point de vue. Cette définition appelle plusieurs subdivisions selon que la vision conjointe est :

- « directe » : depuis un point de vue, tout ou partie des éoliennes d'un parc et un élément de paysage, une structure paysagère, ou un site donné, se superposent visuellement, que les aérogénérateurs viennent se positionner en avant-plan (cas n°1 représenté sur le schéma ci-dessous) ou en arrière-plan (cas n°2).



- « indirecte » : depuis un point de vue, tout ou partie des éoliennes d'un parc et un élément de paysage, une structure paysagère, ou un site donné sont visibles ensemble, au sein d'un champ visuel binoculaire de l'observateur, dans la limite d'un angle d'observation de 50° (25° de part et d'autre de l'axe central de vision). Au-delà de cet angle d'observation, on ne parlera plus de covisibilité, mais plutôt d'une perception selon des champs visuels juxtaposés.

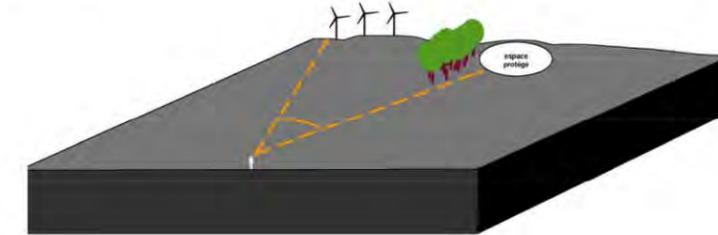


Illustration 7 : définition des termes visibilité et covisibilité (source : guide relatif à l'élaboration des études d'impacts des projets de parcs éoliens terrestres - actualisation décembre 2016)

Le terme de **covisibilité**, défini à l'origine pour les monuments historiques protégés, est donc élargi à d'autres espaces protégés, comme les sites classés, ou à des éléments constitutifs du paysage (village, point d'appel, arbre isolé...). Le terme **intervisibilité** sera parfois aussi employé dans la présente étude comme synonyme.

3.6.1.2 Objectifs de l'étude de paysage et du patrimoine

Le guide relatif à l'élaboration des études d'impacts des projets de parcs éoliens terrestres (actualisation décembre 2016) cadre les objectifs et la démarche paysagère.

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

- mettre en évidence les caractéristiques et les qualités paysagères du territoire en lien avec le sujet éolien et identifier les paysages protégés, ainsi que les structures paysagères protégées ;
- recenser et hiérarchiser les valeurs portées aux paysages et les sensibilités patrimoniales et paysagères induites vis-à-vis de l'éolien ;
- déterminer si le paysage étudié est capable d'accueillir des éoliennes, et de quelle manière ;
- présenter la variante la plus favorable pour le paysage et les patrimoines ;
- mesurer les effets visuels produits, incluant les effets cumulés avec les autres parcs, ainsi que les effets sur la perception du territoire par les populations.

En complément, pour ce qui concerne le patrimoine :

- dresser l'inventaire du patrimoine paysager, bâti et archéologique reconnu, en prenant appui notamment sur les protections existantes et l'ensemble des études conduites pour leur reconnaissance ;
- recenser, identifier, localiser et hiérarchiser les enjeux patrimoniaux vis-à-vis de l'éolien ;
- déterminer si le territoire étudié est capable d'accueillir des éoliennes compte tenu du patrimoine, et de quelle manière.

Le regard que portent les populations sur « leur » paysage est essentiel : « l'objectif de la démarche est de proposer une vision partagée entre les acteurs concernés de ce que sont « leurs » paysages, héritage du passé, ce qu'ils deviennent et surtout ce qu'ils souhaitent qu'ils deviennent » (*).

(*) : Extraits du guide relatif à l'élaboration des études d'impacts des projets de parcs éoliens terrestres (actualisation décembre 2016).

3.6.2 Méthodologie

3.6.2.1 Déroulement de l'étude

Chronologiquement, l'étude débute par une **analyse bibliographique** qui permet de dévoiler les principales caractéristiques du paysage local comme ses éléments de reconnaissance et de perception sociale. Ces éléments bibliographiques révèlent aussi les grands enjeux paysagers et patrimoniaux connus sur le territoire d'étude. Ils préparent et donnent ainsi les grandes orientations du travail de terrain, réalisé en suivant.

Une **phase de terrain** est ensuite menée : elle permet d'une part de vérifier les éléments descriptifs du paysage (caractéristiques des unités paysagères, sites importants, patrimoine...) relevés dans la bibliographie et d'autre part d'appréhender la structuration plus précise du site autour de l'aire d'implantation possible du projet. Un parcours autour de cette dernière permet de comprendre le fonctionnement visuel du site. Il permet d'analyser comment se feront ou non les perceptions visuelles du futur projet éolien. Ce travail de terrain est essentiellement photographique.

Ensuite, la **phase de rédaction** synthétise et compile les différentes données récoltées pour dégager les enjeux et les sensibilités paysagères et patrimoniales.

Dans le présent volet, un **enjeu** est une valeur, au regard de préoccupations patrimoniales, paysagères, culturelles, de qualité de la vie et de santé, prise par une portion ou un élément du territoire d'étude. La notion d'enjeu reste indépendante de celle de sensibilité ou d'impact. En effet, un monument à enjeu fort par exemple peut ne pas être sensible ni impacté par le projet. L'appréciation des enjeux est aussi indépendante du projet et se fonde sur des critères tels que la qualité, la rareté, la notoriété, la fréquentation, etc...

La **sensibilité** exprime le risque potentiel de perdre tout ou une partie de la valeur de l'enjeu du fait de la réalisation du projet éolien. Il s'agit de qualifier et de quantifier le niveau d'effet potentiel d'un parc éolien sur l'enjeu étudié. Les sensibilités recherchées sont donc toujours des sensibilités à l'éolien directement liées au présent projet. Leur appréciation est de la même façon directement corrélée à celle des effets présumés du projet éolien.

La confrontation de ces résultats peut ensuite être affinée lors de rencontres avec les paysagistes-conseils de l'Etat (DDT ou DREAL) ou au cours de « pôles ENR » réunissant divers interlocuteurs institutionnels.

A l'échelle du paysage éloigné, différents thèmes sont étudiés successivement.

Le **milieu physique** permet tout d'abord de comprendre les fondements du paysage : topographie, hydrographie, géologie et occupation du sol. Son analyse permet d'appréhender globalement l'organisation des relations visuelles qui s'exercent sur le territoire d'étude suivant les grandes lignes du relief et la présence ou non de massifs boisés. Elle annonce logiquement la description des **unités paysagères** représentatives du territoire d'étude. Chaque unité possède des caractéristiques propres en terme d'organisation spatiale, d'ambiance, de perception et donc aussi d'évolutions et d'enjeux spécifiques vis-à-vis de l'éolien.

La description du **milieu humain** permet d'envisager la fréquentation quotidienne (axes de circulation, habitat) ou occasionnelle (axes de circulation, tourisme) du territoire mais aussi sa reconnaissance institutionnelle (patrimoine réglementé) et sociale et sa notoriété.

L'inventaire de l'**état des lieux de l'éolien** de la zone (parcs existants, documents de cadrage...) donnera des indications sur la dynamique « éolienne » du territoire et sur les enjeux de covisibilité entre le projet et les autres parcs à prendre en compte.

Des blocs-diagramme ou des coupes permettent de décrire les structures paysagères du paysage intermédiaire. Illustrés d'un reportage photographique, ils facilitent aussi la compréhension du fonctionnement, au moins visuel, du territoire vis-à-vis du site du projet éolien. L'analyse des perceptions visuelles s'organise à partir des axes majeurs de circulation (en vue dynamique), des principaux lieux habités et des sites patrimoniaux ou touristiques les plus fréquentés.

Les paysages à l'échelle rapprochée et immédiate sont abordés sous le même angle. Blocs-diagrammes, orthophotographies aériennes et reportage photographique permettent de bien comprendre les enjeux paysagers et les sensibilités potentielles autour du site du projet éolien.

3.6.2.2 Bibliographie

L'étude s'est appuyée sur les éléments bibliographiques et documentaires suivants :

- Document de Cadrage Eolien : Schéma territorial, réalisé en novembre 2006 ;
- Schéma Régional Eolien Bretagne, (approuvé en septembre 2012 et annulé par le Tribunal Administratif de Rennes le 23 octobre 2015) ;
- Atlas des Paysages du Morbihan (novembre 2011) ;
- Atlas de l'Environnement en Bretagne (1999) ;
- Rapport de présentation et règlement des sites patrimoniaux remarquables (ancienne AVAP ou ZPPAUP) des communes concernées ;
- Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie Bretagne, Schémas ou guides éoliens régionaux et départementaux ;
- Données SIG de la DREAL (unités paysagères, sites protégés, enjeux paysagers, éléments de patrimoine, paysages remarquables...) ;
- Base Mérimée du Ministère de la Culture ;
- Modèle Numérique de Terrain : Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) de la NASA ;
- Occupation du sol : CORINE Land Cover 2006 et 2012, IFEN ;
- Notice et carte géologique au 1/100000^{ème} de la France, BRGM ;
- Photos aériennes du Géoportail et de Google Earth ;
- Documents des CAUE 22 et 56 ;
- Guide sur l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens (actualisation 2010) du Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer ;
- Guide relatif à l'élaboration des études d'impacts des projets de parcs éoliens terrestres (actualisation décembre 2016) du Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer ;
- L'étude de définition d'un schéma éolien du Pays du Centre Bretagne (Espace Eolien Développement - Janvier 2005) ;
- Eoliennes en Côtes d'Armor, guide départemental (D.D.E.22 - Juillet 2003, mis à jour septembre 2005).

3.6.2.3 Moyens utilisés pour l'analyse des impacts

Pour décrire et analyser les impacts paysagers et patrimoniaux du projet, deux outils particuliers sont utilisés : les **cartes de visibilité théorique et les photomontages**.

3.6.2.3.1 Le calcul de visibilité : Cartographie Approfondie de Visibilité des Eoliennes (CAVE)

A) Objectifs

L'outil CAVE développé par Abies reprend les paramètres « classiques » d'une étude de visibilité en prenant en compte l'occupation du sol globale (présence d'écrans végétaux significatifs comme les bois) et la topographie. Les bois ont été paramétrés à une hauteur de 20 m pour les forêts de feuillus, de conifères ou mixtes et de 15 m pour les bois et la végétation arbustive en mutation.

Les outils existants de cartographie des zones de visibilité des éoliennes présentent le principal inconvénient de ne pas tenir compte de l'éloignement de l'observateur. Ainsi, que l'on soit à 2 km ou à 20 km du parc éolien, les cartes montrent le même impact.

Cet inconvénient peut être pénalisant pour la présentation des impacts d'un parc éolien car les cartes de visibilité peuvent paraître « effrayantes » au premier abord pour des yeux non avertis.

L'outil CAVE remédie à cet inconvénient en tempérant la visibilité par la distance, ce qui, intuitivement, est plus proche de la réalité (un parc éolien est d'autant moins prégnant qu'on en est éloigné...).

B) Principes méthodologiques

L'outil CAVE développé s'appuie sur l'utilisation complémentaire de deux systèmes d'information géographique :

- ✓ MapInfo Professional 10.0 et son extension Vertical Mapper version 3.7.1, spécialisée dans le traitement des images ;
- ✓ ArcGIS Desktop 10.0 pour les analyses et rendus.

Il prend en compte également des données cartographiques détaillées :

- Le relief est un Modèle Numérique de Terrain (MNT) issu de la BD ALTI de l'IGN. Ce fichier est une grille plus ou moins précise associant à chaque maille une valeur d'altitude. Plus le pas est faible, plus le MNT est précis ; ici, le pas est de 75 m ;
- La couche de végétation est issue du Corine Land Cover 2012, qui zone le territoire en fonction de l'occupation du sol. Une hauteur de 15 m à 20 m est affectée à chaque type de végétation qui constitue un masque visuel (bois) sur le territoire ;

L'outil CAVE, développé par Abies, calcule en chaque maille du MNT trois valeurs :

- **Le nombre d'éoliennes visibles (N)** en chaque point du territoire ;
- **L'angle vertical (V)** : c'est-à-dire la hauteur visible de l'éolienne la plus impactante du parc (souvent la plus haute) ramenée à la distance ;
- **L'angle horizontal (H)** : c'est à dire l'étendue horizontale du parc ramenée à la distance d'observation, quelle que soit l'organisation de son implantation.

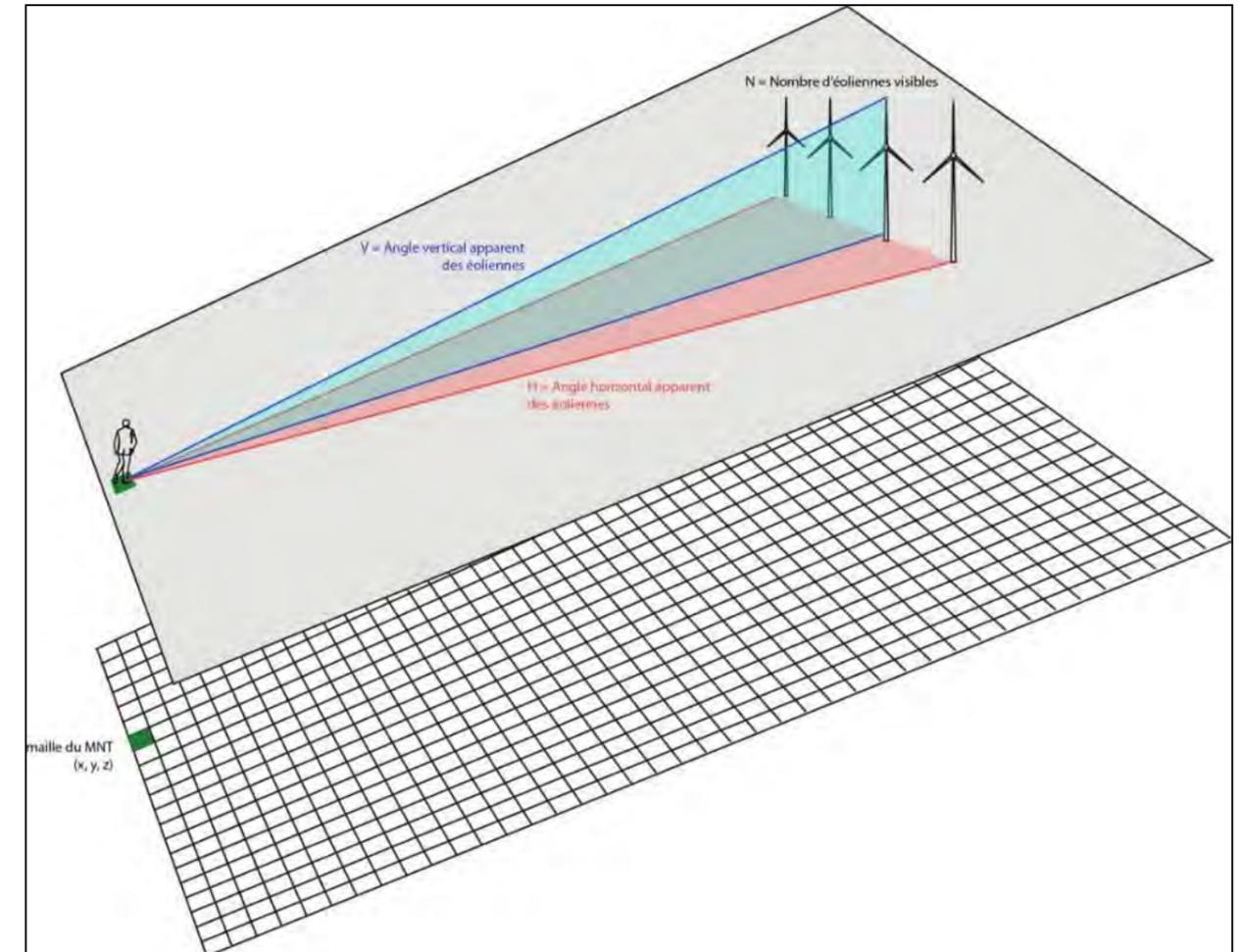


Figure 25 : les grands principes du calcul

B.a) Nombre d'éoliennes visibles

A la manière du logiciel WindPro classiquement utilisé, l'outil CAVE calcule, en chaque point du territoire d'étude, le nombre d'éolienne(s) potentiellement visible(s). Ceci quelle que soit la distance aux éoliennes.

B.b) Angle vertical

L'outil CAVE calcule l'angle vertical apparent du parc éolien ; cette information est une traduction directe de l'éloignement entre l'observateur et les éoliennes considérées puisque une éolienne sera vue sous un angle vertical apparent d'autant plus faible que l'éolienne est loin.

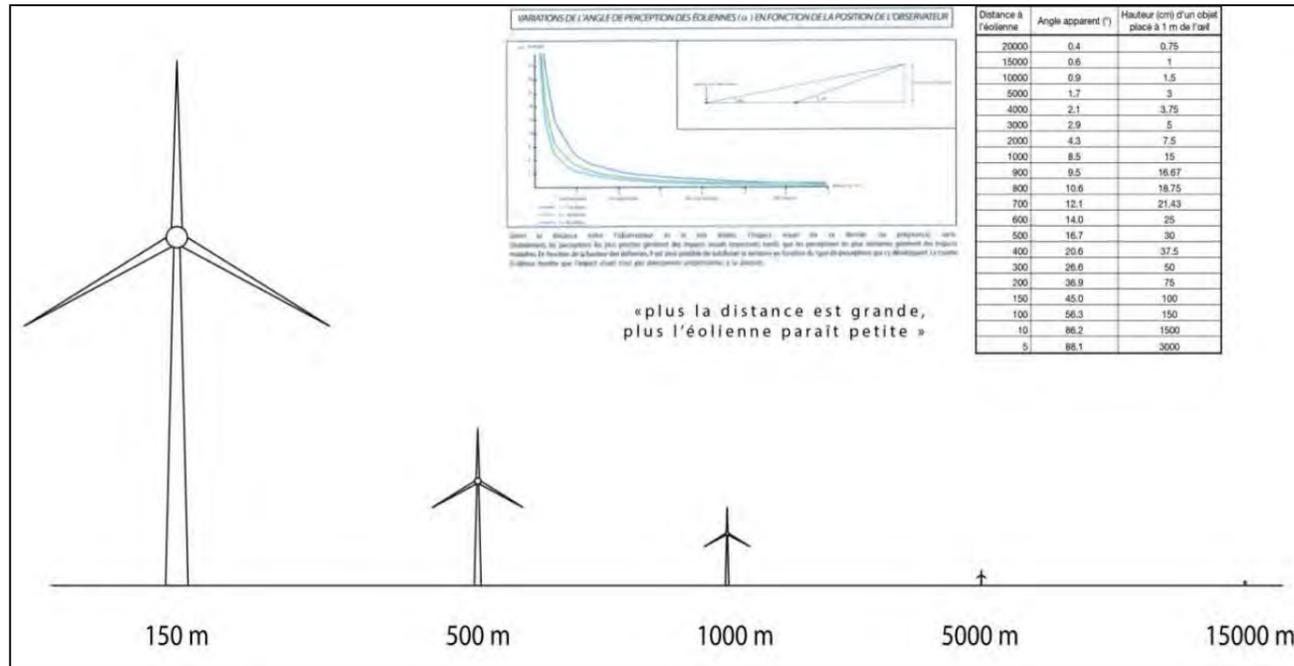


Figure 26 : principe de calcul de l'angle vertical

Cet angle vertical tient compte des masques visuels éventuels : ainsi, si un bois s'interpose entre les éoliennes et l'observateur, seule une partie de l'éolienne sera visible (et la hauteur visible d'éolienne sera moindre).

B.c) Angle horizontal

L'outil CAVE calcule également l'angle horizontal apparent du parc éolien, c'est-à-dire le champ visuel horizontal occupé par le parc. Cet angle est également fonction de la distance séparant l'observateur du parc, mais aussi de l'organisation du parc (ainsi une ligne d'éoliennes vue de profil occupera un faible angle horizontal).

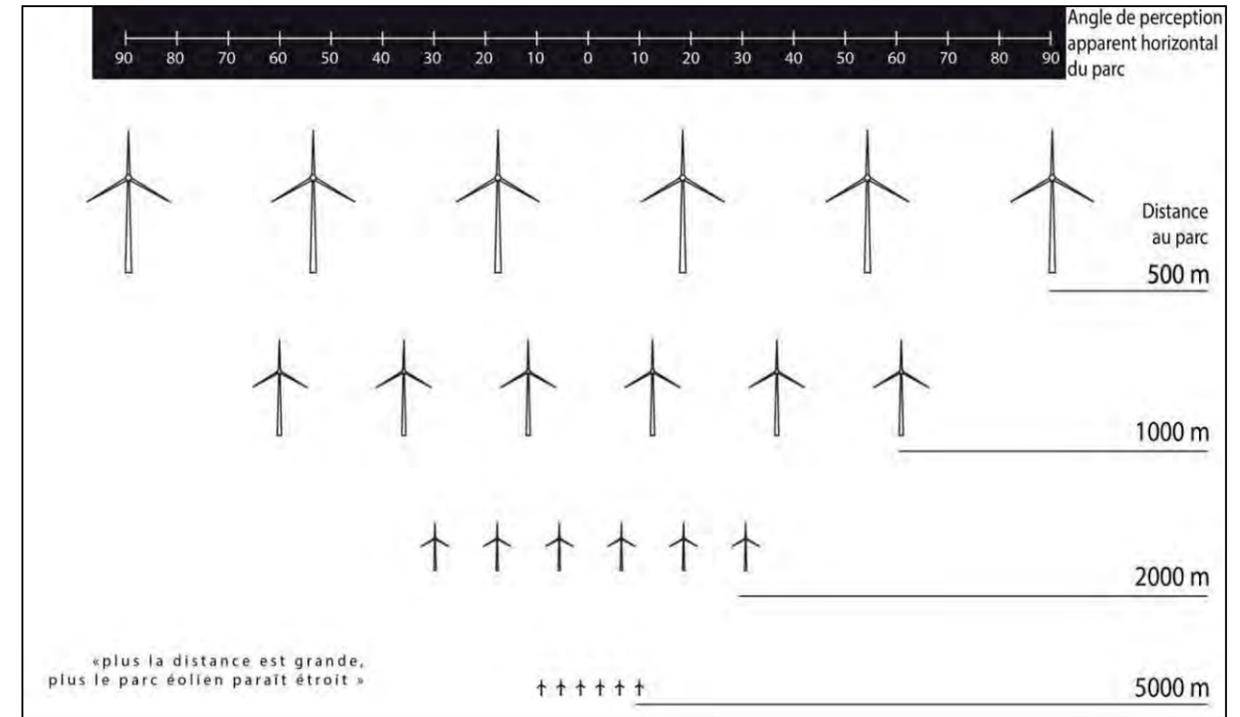


Figure 27 : principe de calcul de l'angle horizontal

3.6.2.3.2 Cartographie de synthèse

Les différents calculs aboutissent à la création d'une carte par thématique :

- Carte du nombre d'éoliennes visibles ;
- Carte de l'angle vertical apparent des éoliennes ;
- Carte de l'angle horizontal apparent du parc éolien.

La cartographie de synthèse présente une fusion de ces différentes cartes. Cette carte de synthèse zone le territoire suivant l'impact visuel théorique du parc éolien. Elle peut être représentée en fonction de l'impact maximal potentiel du parc éolien (les valeurs en chaque point du territoire sont ramenées aux valeurs maximales d'impact, c'est-à-dire à la situation où toutes les éoliennes sont visibles, selon des angles vertical et horizontal maximaux, soit en grosso-modo la vue au pied des éoliennes). On obtient ainsi un pourcentage de l'impact maximal potentiel.

On peut ainsi dégager des zones de plus ou moins fort impact et, par exemple, préconiser des simulations visuelles (photomontages) préférentiellement dans certains secteurs plutôt que dans d'autres.

Cette carte a également l'avantage de présenter des impacts relatifs sur un territoire. L'impact sera toujours décrit par rapport à des niveaux d'impact maximal et minimal.

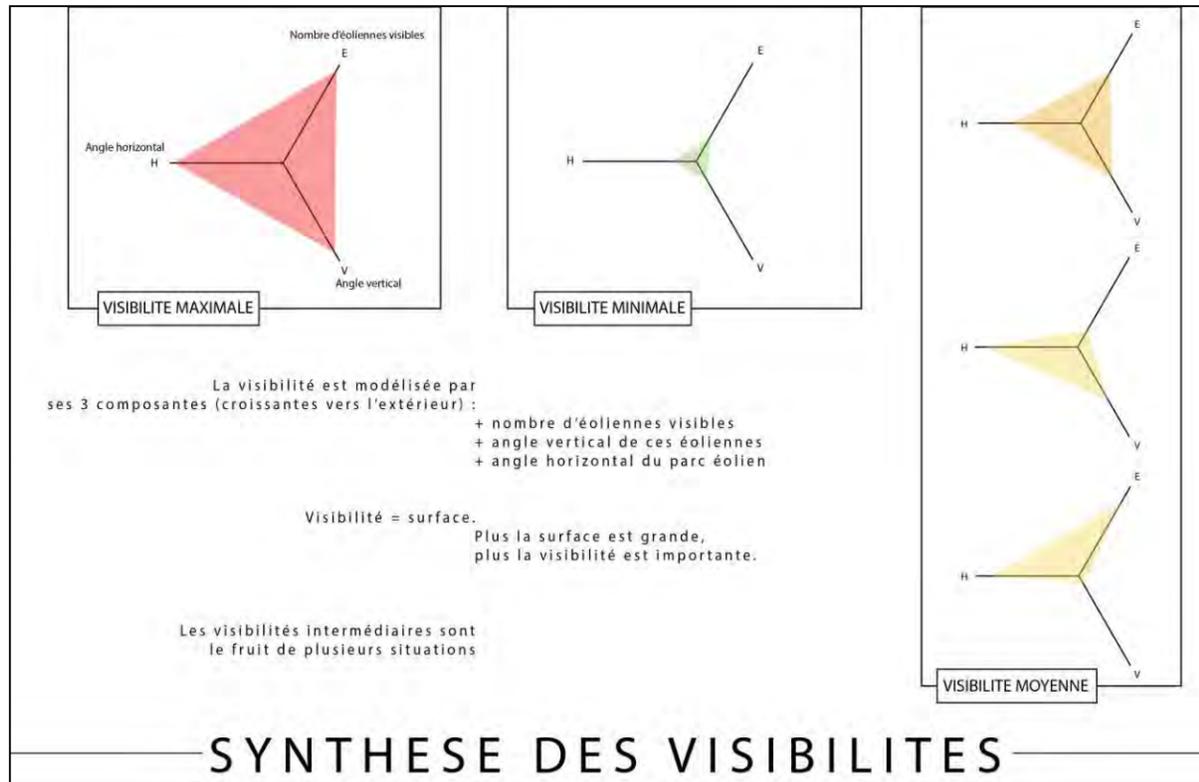


Figure 28 : principes de la synthèse des différents calculs de visibilité

3.6.2.3.3 Limites

Les limites du calcul sont fonction des données de base utilisées pour le calcul. La précision du modèle numérique de terrain conditionne la précision des zones de visibilité. Une maille de 250 m pour le MNT donnera des résultats plus grossiers qu'une maille de 25 m. Le calcul sera par contre beaucoup plus long (multiplication par un facteur 100...) avec des données plus précises.

La précision des données d'occupation du sol est l'autre gros facteur de variabilité des résultats : dans le CORINE Landcover, la plus petite unité cartographiée est de 25 ha. Un bois de moins de 25 ha ne sera donc pas forcément répertorié en tant que bois et ne constituera pas forcément un masque visuel dans le calcul.

Tous ces résultats doivent également être complétés par les photomontages. La carte indique des grandes tendances de visibilité qui doivent être, suivant la sensibilité des zones, corroborées par des simulations visuelles.

Une des limites du calcul est également le fait que pour le calcul de l'angle vertical apparent, le calcul ne porte que sur une éolienne (la plus élevée ou la plus centrale...). Si le parc est très étendu, il faut alors y remédier en faisant porter le calcul sur 2 éoliennes et en synthétisant l'ensemble.

3.6.2.3.4 Conclusion

Par rapport aux outils existants de calcul de visibilité, l'outil CAVE apporte une précision importante dans la connaissance des impacts visuels et l'explication des visibilités. Les cartes de visibilité obtenues sont ainsi nettement plus réalistes qu'auparavant.

Ces cartes de visibilité sont également un outil plus efficace pour la réalisation des photomontages ; les lieux de ces derniers sont plus précisément choisis en fonction des impacts prévisionnels (et seront plus nombreux dans les secteurs à impact plus fort).

3.6.2.4 Simulation paysagère

Un logiciel de **simulation paysagère** spécialement développé pour les parcs éoliens a été utilisé. Ainsi à partir de données topographiques IGN (maillage en 3D), le logiciel calcule la taille réaliste et les proportions des éoliennes sur la base d'un modèle en 3D, en tenant compte de l'objectif de la caméra, du type de machine (dimension, modèle, puissance,...), et des coordonnées géographiques des aérogénérateurs du parc éolien. De plus, il inclut un contrôle sur l'exactitude des montages au moyen d'éléments distinctifs de la région étudiée, comme par exemple les forêts, pylônes, clochers, château d'eau.

3.6.2.4.1 La réalisation des photomontages

Les photomontages (on utilisera indifféremment les mots "photomontages" ou "simulations") doivent permettre de représenter la réalité des éoliennes une fois construites, dans leur environnement visuel. En complément des autres outils d'évaluation des visibilitées (carte des visibilitées, coupes...), elles permettent de préciser la visibilité effective depuis tel ou tel point du vue. Le choix de ces points de vue est donc important d'une part pour présenter les visibilitées depuis les points « importants » du territoire et d'autre part pour montrer les différents types de visibilité sur ce territoire (tout en sachant que le nombre de photomontages présentés est forcément limité). Les simulations sont les outils les plus sûrs pour envisager les visibilitées et donc les impacts visuels d'un parc éolien en répondant à la question : « que verra-t-on depuis tel point ? ».

Les photomontages sont ainsi plus qu'une simulation 3D puisqu'ils se plaquent sur une photographie de l'existant.

Plusieurs paramètres font qu'une simulation sera précise et donc la plus représentative possible de ce que sera le parc éolien une fois construit : les photos, le traitement du photomontage et la représentation du photomontage.

A) Les photos et les prises de vues

Le choix du lieu de prise de vue est le plus souvent effectué en lien avec le volet paysager et les lieux à enjeux. Des demandes ponctuelles (services de l'Etat, riverains, etc.) sont également à l'origine de photomontages. S'il arrive que des simulations soient faites pour montrer que l'on ne voit pas (depuis un élément patrimonial par exemple), le plus souvent, le but est de montrer ce que l'on voit. La photo est donc prise depuis un lieu où l'on pressent une visibilité a priori, aux abords d'un lieu de prise de vue.

La prise de vue est effectuée avec des appareils photo numériques Canon EOS à capteur APS-C, d'une résolution de 8 à 18 megapixels.

La focale de base équivalente utilisée est une focale fixe de 50 mm environ. Pour les photomontages à plus de 15 km, une focale de 85 mm est parfois utilisée. Les photomontages étant ensuite montés en panoramique, cet aspect est finalement peu important (le premier plan est plus important avec une focale de 50 mm qu'avec une focale de 80 mm). De même, les photographies sont prises verticalement (le côté le plus long est dans l'axe vertical de la photo), ce qui permet de conserver davantage de premier plan.

Le but étant aussi de visualiser les éoliennes dans leur contexte, les photos sont prises dans la mesure du possible sur un angle de vue horizontal de 180°. Cet angle est à ramener à l'angle du champ visuel humain, proche de 120° en vue binoculaire, de 60° pour la discrimination des couleurs.



Les photos qui composent le panoramique sont prises avec un pied muni d'une rotule panoramique permettant d'éviter les distorsions et les mauvais raccords entre photos. Un niveau à bulle permet de vérifier la planéité de la photo (et d'éviter les mauvais raccords).

Les photos sont traitées directement au format JPEG. Elles sont montées en panoramiques (projection cylindrique) sur le logiciel Autopano. On dispose de la valeur des angles horizontal et vertical pour chaque panoramique, permettant de les utiliser dans le logiciel WindPro.

Chaque point de vue est géolocalisé par sa position GPS. Autour du point de prise, les repères potentiels (clocher, château d'eau, pylône, maison, arbre isolé, etc.) sont détectés pour constituer des accroches pour le traitement du photomontage.

On obtient ainsi une série de panoramiques, géolocalisés et auxquels sont adossées de nombreuses informations (données EXIF) permettant le traitement (date et heure du photomontage, angle horizontal...).

B) Le traitement des photomontages

Les photomontages sont réalisés avec le logiciel WindPro (versions 3). L'éditeur danois du logiciel, existant depuis une vingtaine d'années, revendique plus de 2 000 utilisateurs de la conception à la planification des projets éoliens. En France, la majorité des acteurs de l'éolien utilise ce logiciel, des porteurs de projets aux bureaux d'études spécialisés.

Les panoramiques précédemment créés sont importés dans un fichier qui cartographie les différents éléments du projet :

- carte IGN au 100 000^{ème} et 25 000^{ème} ;
- modèle numérique de terrain ou d'élévation : le Modèle Numérique d'Élévation SRTM de la NASA est utilisé par défaut mais les BD Alti de l'IGN peuvent être utilisés s'ils sont disponibles (les différences sont minimales pour les photomontages) ;
- éoliennes (position et modèle) ;
- repères (position GPS, hauteur) ;
- photomontages (photo associée, position GPS, données EXIF).

Dans WindPro, les repères relevés sur site autour des lieux de prise de vue sont reliés à leur position sur les panoramiques. Dans des conditions optimales de réalisation, le placement des différents repères se fait quasiment spontanément et aucun ajustement n'est nécessaire. Dans la plupart des cas, une légère correction horizontale est nécessaire pour faire correspondre l'angle horizontal et les repères. C'est le logiciel qui insère les éoliennes, en fonction des repères, et leur donne, par proportionnalité, la taille correspondant à la distance d'observation.

Les principales opérations sous WindPro sont présentées sur les pages suivantes.

Une fois placées, les éoliennes sont simulées sur la photo et un effaçage des parties non visibles est réalisé. Ces photomontages sont ensuite exportés au format JPEG.

Un comparatif entre une simulation et une photographie du parc une fois construit est présenté ci-dessous.



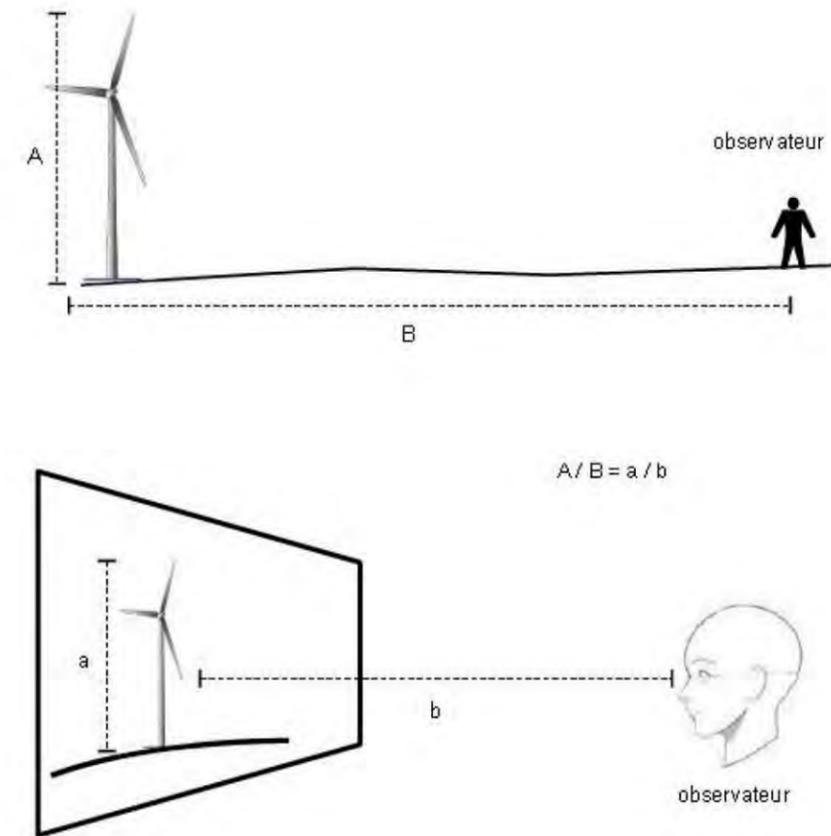
Figure 29 : comparatif entre les éoliennes simulées (en haut) et réalisées (en bas)

C) La représentation

Abies a choisi de représenter les photomontages sur des planches de format A3 paysage. Chaque planche comprend 5 parties :

- Une localisation cartographique de la simulation ;
- Un tableau des informations relatives à la prise de vue (date, heure, focale, distance...);
- Un commentaire paysager ;
- Le panoramique complet à 120° avec le cadrage de la simulation à 60° ;
- La vue panoramique recadrée à 60° sur le projet éolien.

Le cadrage de la simulation est effectué à 60° pour correspondre au mieux à la vision humaine. Cela permet aussi d'avoir une vision respectueuse des proportions (Cf. schéma ci-dessous). En regardant la page de la simulation et la partie recadrée à 60° à une distance de 35 cm environ, on peut considérer que la vue est très proche de la réalité et de ce que seront les éoliennes une fois construites.



Exemple : si $A = 200$ m et $B = 2000$ m, alors $A / B = 0,1$

alors, à 30 cm de distance du photomontage (b), l'éolienne sera représentée avec une dimension de 3 cm (a) :

$$a / b = 3 / 30 = 0,1 = A / B$$

Figure 30 : principes de représentation des simulations et du respect des proportions entre réalité et représentation papier (théorème de Thalès)

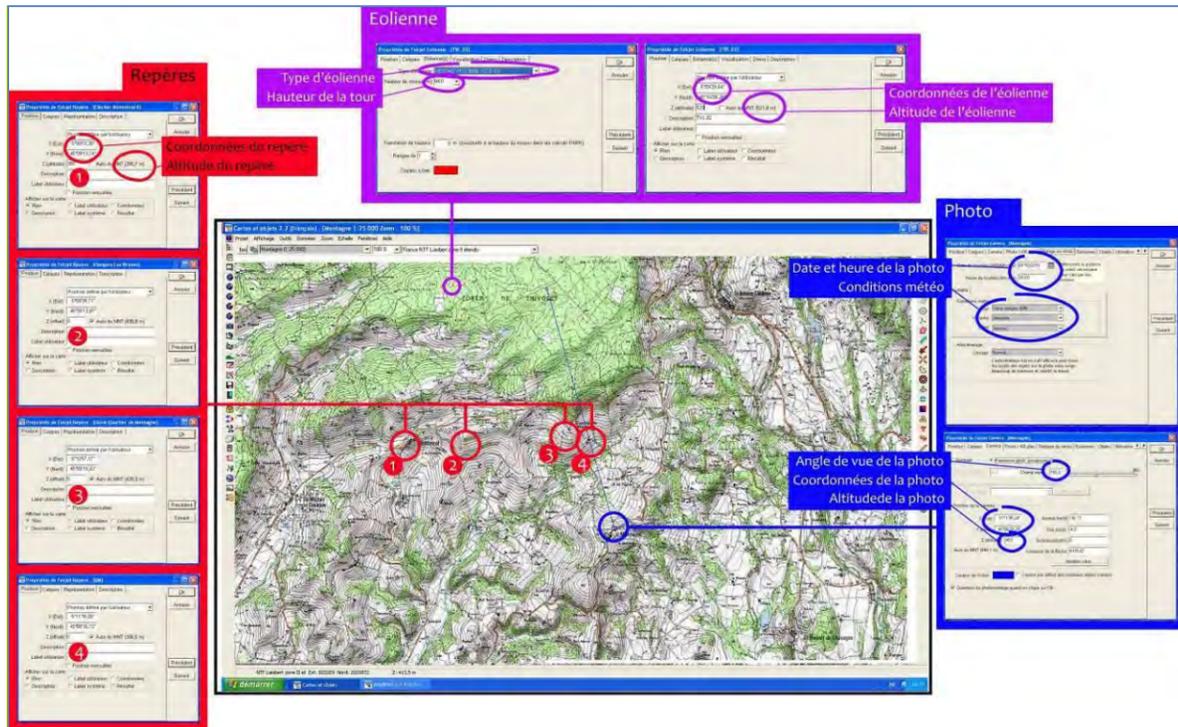


Figure 31 : étapes de préparation des photomontages sous WindPro

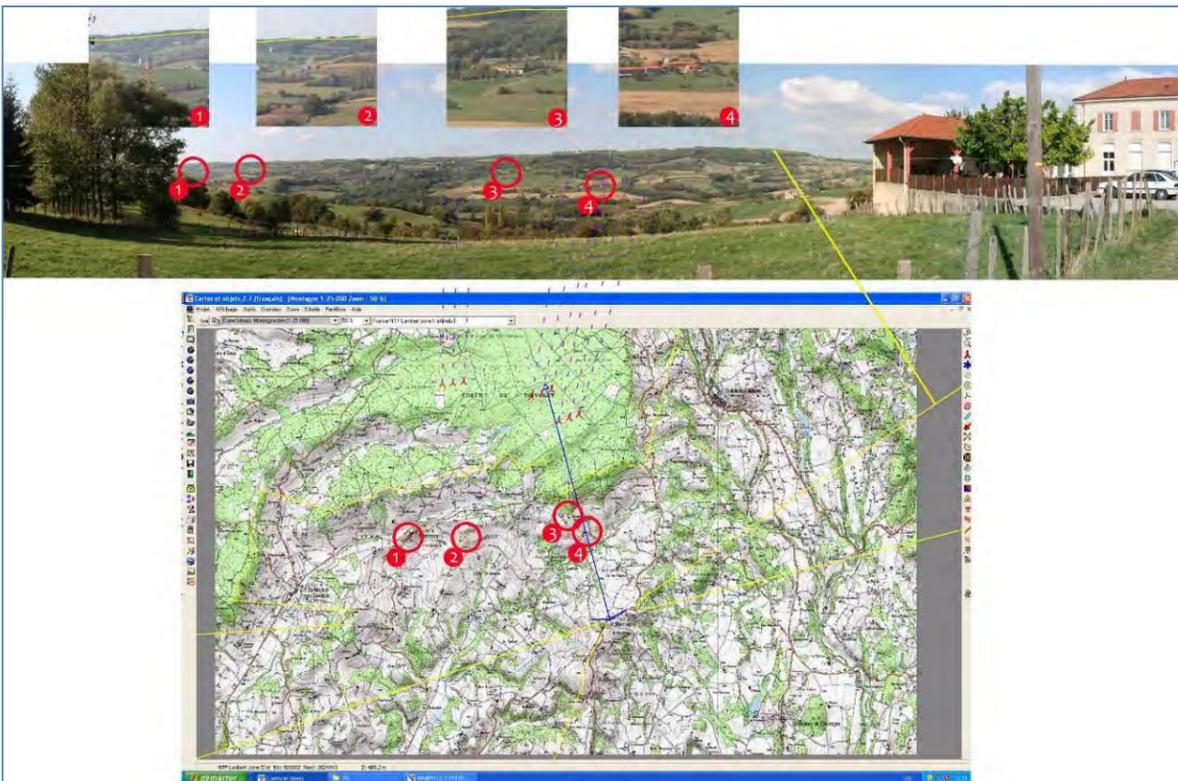


Figure 32 : réalisation des photomontages sous WindPro



Figure 33 : exemple de photomontage brut obtenu avec WindPro



Figure 34 : mise en page d'une simulation (implantation fictive)