

7.1. ÉTUDE DE DANGER

ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTÉ PUBLIQUE PARC ÉOLIEN LES BOUCLES DU VINCOU

Contact à privilégier :

Fabien BEGHIN
RP GLOBAL France
213 Boulevard de Turin
59777 LILLE
+33 (0)3 20 51 16 59

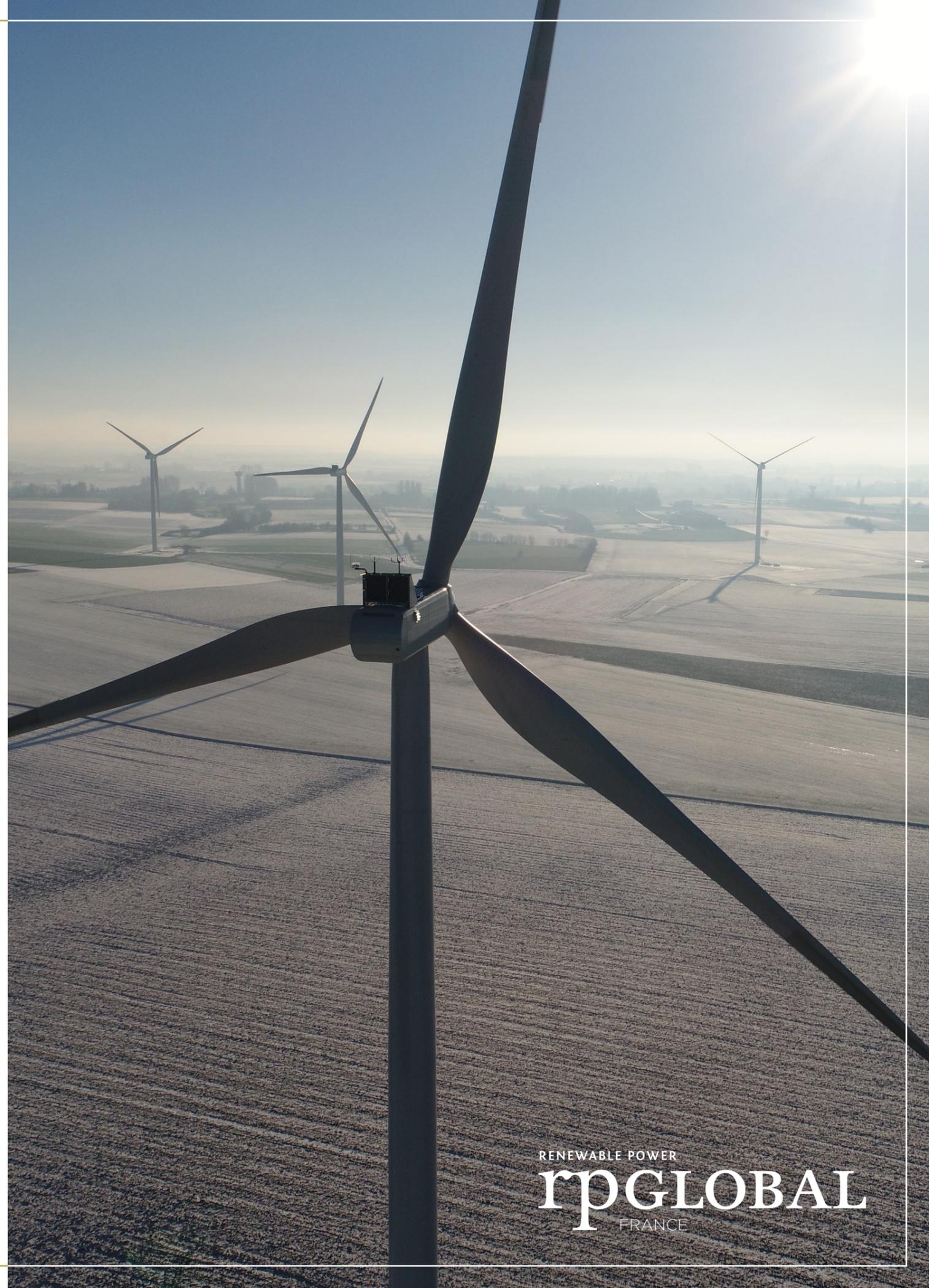
RENEWABLE POWER
rpGLOBAL
FRANCE



Parc éolien
**Les Boucles
Du Vincou**



- > Commune de Peyrat-de-Bellac
- > Département de la Haute-Vienne (87)
- > Parc éolien «Les Boucles du Vincou» - Mai 2023



RENEWABLE POWER
rpGLOBAL
FRANCE

Préambule

Le présent document est une pièce constitutive des différents documents composant le dossier de demande d'autorisation environnementale concernant le projet du parc éolien «Les Boucles du Vincou». Ce dossier est présenté par la SARL "Les Boucles du Vincou". Il a été développé par RP GLOBAL France qui a un rôle d'assistance à maîtrise d'ouvrage.

La configuration de ce projet est le résultat de la prise en compte de plusieurs critères :

- Le potentiel du site
- L'adéquation avec les politiques locales et zones identifiées
- L'impact écologique
- Le respect du patrimoine territorial et paysager
- Les volontés locales quant à l'intégration du parc



Parc éolien
**Les Boucles
Du Vincou**

Le parc éolien Les Boucles du Vincou est donc le fruit d'une co-construction entre RP GLOBAL France et les acteurs locaux, grâce à différents temps d'échanges et de travail sur toute la durée du développement du projet. Ces temps se sont formalisés, entre autres, par un Comité Local de Suivi avec les populations volontaires et concernées. Au-delà de permettre la bonne information des habitants, cette instance a permis de déceler des points de sensibilité ressentis par la population. Les échanges issus de cette concertation ont permis l'élaboration de mesures en adéquation avec les attentes du territoire. Lorsque la situation sanitaire ne nous permettait plus d'effectuer ces RDV de travail en présentiel, nous avons axé la communication du projet sur une stratégie digitale et un site internet officiel d'informations autour du projet, disponible ici :

www.parc-eolien-peyrat-bellac.fr 

LE PROJET EN BREF :

4
ÉOLIENNES

180
MÈTRES BOUT DE PALE

15,6
MW

8 700
TONNES DE CO²
ÉVITÉES PAR AN

7 500
FOYERS ALIMENTÉS
(chauffage inclus)



QUALITÉ



INNOVATION



PROXIMITÉ



CONCERTATION



CITOYEN



DURABLE

RENEWABLE POWER

rpGLOBAL
FRANCE

Nos valeurs fondamentales



QUALITÉ :

RP GLOBAL est en recherche permanente d'une qualité irréprochable dans le développement de ses projets, et ce à toutes les étapes, envers son équipe interne et ses partenaires, afin de garantir aux territoires un projet durable et sain.

INNOVATION :

Grâce à son expérience et à la solidité de son groupe, RP GLOBAL adopte une approche innovante sur les projets développés : nouvelles énergies (photovoltaïque), mix énergétique (photovoltaïque et éolien), concertation adaptée aux nouveaux usages, outils de communication, ...

PROXIMITÉ :

Avec la mise en place d'une équipe projet dédiée, du foncier jusqu'à l'exploitation du parc, au plus proche des acteurs du territoire.

CONCERTATION :

C'est par l'acceptabilité qu'un projet gagne en qualité et devient durable. RP GLOBAL s'engage sur le territoire à informer régulièrement sur les avancées des projets grâce à des permanences, Comités Locaux de Suivi, réunions d'information, sites internet dédiés et outils digitaux.

CITOYEN :

Pour des projets fédérateurs, liés aux volontés citoyennes, pour contribuer à atteindre les objectifs fixés par l'Etat, et œuvrer pour la transition énergétique des territoires.

DURABLE :

RP GLOBAL devient un membre actif des communautés locales sur lesquelles chaque projet s'implante et souhaite ainsi construire un rapport sain et durable avec toutes les parties prenantes.

Sommaire

de l'assemblage de l'étude de danger

Résumé non-technique	5 à 19
- <i>Sommaire de l'étude</i>	6
Étude générale	20 à 145
- <i>Sommaire de l'étude</i>	21 à 22



Parc éolien

Les Boucles Du Vincou

ÉTUDE DE DANGER

RÉSUMÉ NON-TECHNIQUE DE L'ÉTUDE DE DANGER

SOMMAIRE

1 INTRODUCTION.....	7
2 DESCRIPTION DU PROJET	7
2.1 GENERAL	7
2.2 PRINCIPAUX INTERETS A PROTEGER EN CAS D'ACCIDENT.....	9
3 LES PRINCIPAUX RISQUES IDENTIFIES DANS L'ETUDE DE DANGERS.....	11
3.1 L'ANALYSE DES RISQUES	11
3.1.1 Les sources de dangers	11
3.1.2 Principe de l'analyse des risques.....	13
3.1.3 L'évaluation des risques	13
3.1.4 L'évaluation de la probabilité.....	13
3.1.5 L'évaluation de la gravité.....	14
3.1.6 Combinaison de la probabilité et de la gravité	14
3.2 L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES	15
3.2.1 Analyse du retour d'expérience	15
3.2.2 Analyse préliminaire des risques.....	15
3.2.3 Mesures de maîtrise des risques	15
3.2.4 Conclusion de l'analyse préliminaire.....	16
3.3 L'ÉTUDE DÉTAILLEE DES RISQUES	16
3.3.1 Objectifs de l'analyse détaillée des risques	16
3.3.2 Les résultats de l'Étude Détaillée des Risques	16
3.3.3 Carte des risques avec zones de risques et vulnérabilités identifiées.....	16
4 CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DES RISQUES.....	18

LISTE DES FIGURES

Tableau 1 – Modèle(s) d'aérogénérateur(s) pressenti(s).....	7
Tableau 2 – Coordonnées géographiques des éoliennes et du poste de livraison	9
Tableau 3 – Distances vis-à-vis des habitations les plus proches	9
Carte 1 – Localisation du projet éolien Les Boucles du Vincou.....	8
Carte 2 – Distance des éoliennes du projet Les Boucles du Vincou aux habitations	10
Carte 3 – Carte des enjeux du parc éolien Les Boucles du Vincou.....	12
Carte 4 – Carte de synthèse des risques	17

1 INTRODUCTION

Selon l'article L. 512-1 du Code de l'environnement, l'étude de dangers expose les risques que peut présenter l'installation pour les intérêts visés à l'article L. 511-1 en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation. Les impacts de l'installation sur ces intérêts en fonctionnement normal sont traités dans l'étude d'impact sur l'environnement.

La démarche de l'étude consiste en une identification des dangers, des enjeux vulnérables et des conséquences éventuelles d'accidents. L'ajout systématique de mesures de prévention et/ou de protection doit permettre de diminuer le niveau de risque à un niveau acceptable.

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par la société RP GLOBAL, pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du parc éolien Les Boucles du Vincou.

Cette étude se base sur le guide technique version de mai 2012, qui a été réalisé par un groupe de travail constitué de l'INERIS et de professionnels du Syndicat des Energies Renouvelables. Dans la suite de l'étude, ce guide sera appelé « guide technique ».

2 DESCRIPTION DU PROJET

2.1 GENERAL

Le projet de parc éolien Les Boucles du Vincou prévoit la mise en place de 4 éoliennes et d'un poste de livraison (cf. carte 1 de situation – page suivante).

L'aire d'étude (périmètre de 500 m autour des éoliennes) se situe sur les communes suivantes :

- **Peyrat-de-Bellac ;**
- **Bellac ;**
- **Val d'Issoire.**

Le projet consiste en l'élaboration d'un parc éolien situé sur la commune de Peyrat-de-Bellac. Cette commune fait partie de la Communauté de communes du Haut Limousin en Marche dans le département de la Haute-Vienne (87).

Plusieurs types d'aérogénérateurs sont pressentis pour le projet :

- VESTAS V126 – 3,45 MW, Tour 117 m
- NORDEX N131 – 3,9 MW, Tour 114 m
- SIEMENS/GAMESA SG132 – 3,4 MW, Tour 114 m

Eolienne	VESTAS V126 – 3,45 MW	NORDEX N131 – 3,9 MW	SIEMENS/GAMESA SG132 – 3,4 MW
Puissance nominale	3 450 kW	3 900 kW	3 400 kW
Diamètre du rotor	126 m	131 m	132 m
Longueur d'une pale	61,7 m	64,4 m	64,5 m
Largeur maximale d'une pale (Corde)	4 m	4,2 m	4,5 m
Hauteur de moyeu	117 m	114 m	114 m
Diamètre maximum à la base	4 m	4,30 m	4,68 m
Hauteur en bout de pale	180 m	179.5 m	180 m

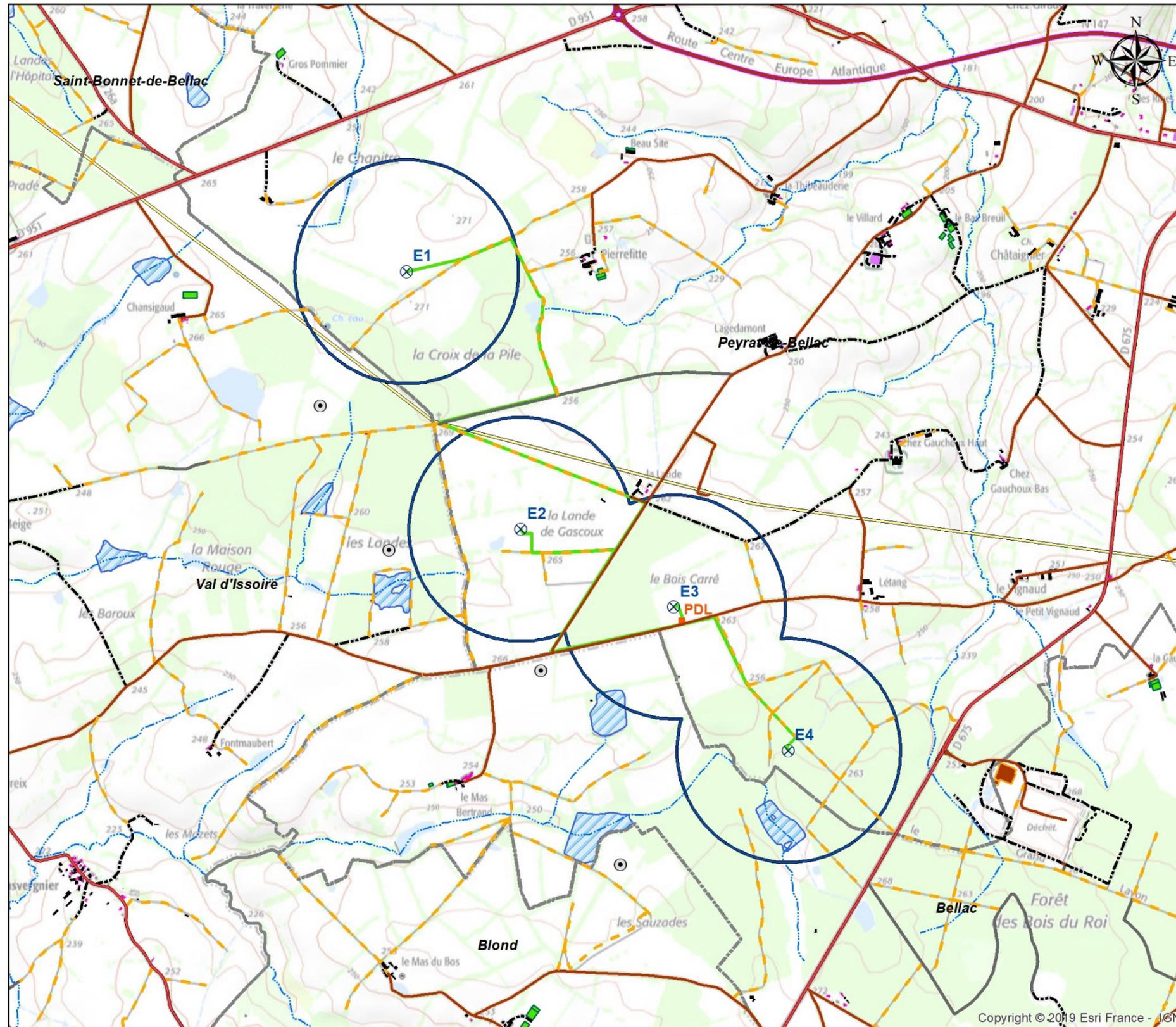
Tableau 1 – Modèle(s) d'aérogénérateur(s) pressenti(s)

Le choix final des aérogénérateurs dépendra de la négociation avec les fabricants et des résultats de l'étude de vent.

Afin de ne pas risquer de sous-évaluer les dangers de l'installation, il a été choisi de définir un gabarit théorique dont les paramètres ont été choisis parmi les plus grandes valeurs de l'ensemble des modèles éligibles pour le projet. Les dimensions maximalistes du gabarit théorique permettent d'analyser les risques de manière majorante.

Le gabarit maximaliste retenu pour cette étude est :

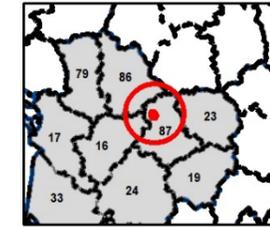
Puissance nominale	3 900 kW
Diamètre du rotor	132 m
Longueur d'une pale	64.5 m
Largeur maximale d'une pale (Corde)	4,5 m
Hauteur de moyeu	117 m
Diamètre maximum à la base	4,68 m
Hauteur en bout de pale	180 m



Parc éolien Les Boucles du Vincou

Etude de Dangers

Situation de l'installation



- | Environnement proche | Elements du parc éolien |
|-------------------------------------|-------------------------|
| Lignes Electriques | Aire d'étude (500m) |
| Cours d'eau | Câblage inter-éolien |
| Voies ferrées | Eoliennes projetées |
| Route Nationale | Poste de Livraison |
| Route départementale | |
| Chemin | |
| Route empierrée | |
| Route à 1 chaussée | |
| Route à 2 chaussées | |
| Sentier | |
| Plan d'eau | |
| Agricole | |
| Commercial et services | |
| Indifférencié | |
| Industriel | |
| Résidentiel | |
| Projet éolien "La Croix de la Pile" | |

0 250 500 1 000
Mètres **1:20 000**

Réalisation : RSGlobal, 2021
Source de fond de carte : IGN Scan25® et Scan1000®
Source de données : IGN BD TOPO
Projection : RGF 93 Lambert 93

Carte 1 - Localisation du projet éolien Les Boucles du Vincou

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des 4 aérogénérateurs et du poste de livraison :

	Coordonnées en Lambert 93		
	X	Y	Altitude en m NGF
E1	543944	6559697	267
E2	544454	6558547	263
E3	545138	6558200	266
E4	545652	6557559	258
Postes de livraison	545174,1	6558138	265

Tableau 2 – Coordonnées géographiques des éoliennes et du poste de livraison

2.2 PRINCIPAUX INTERETS A PROTEGER EN CAS D'ACCIDENT

La carte 2 ci-après expose les zones urbanisées ainsi que les habitations à proximité de la zone d'étude. Les habitations des communes du périmètre immédiat sont de type maison individuelle. Les ménages sont majoritairement propriétaires et leur habitation est leur résidence principale.

Les zones d'habitation les plus proches de la zone d'étude se situent au sud-ouest du centre-ville de Peyrat-de-Bellac.

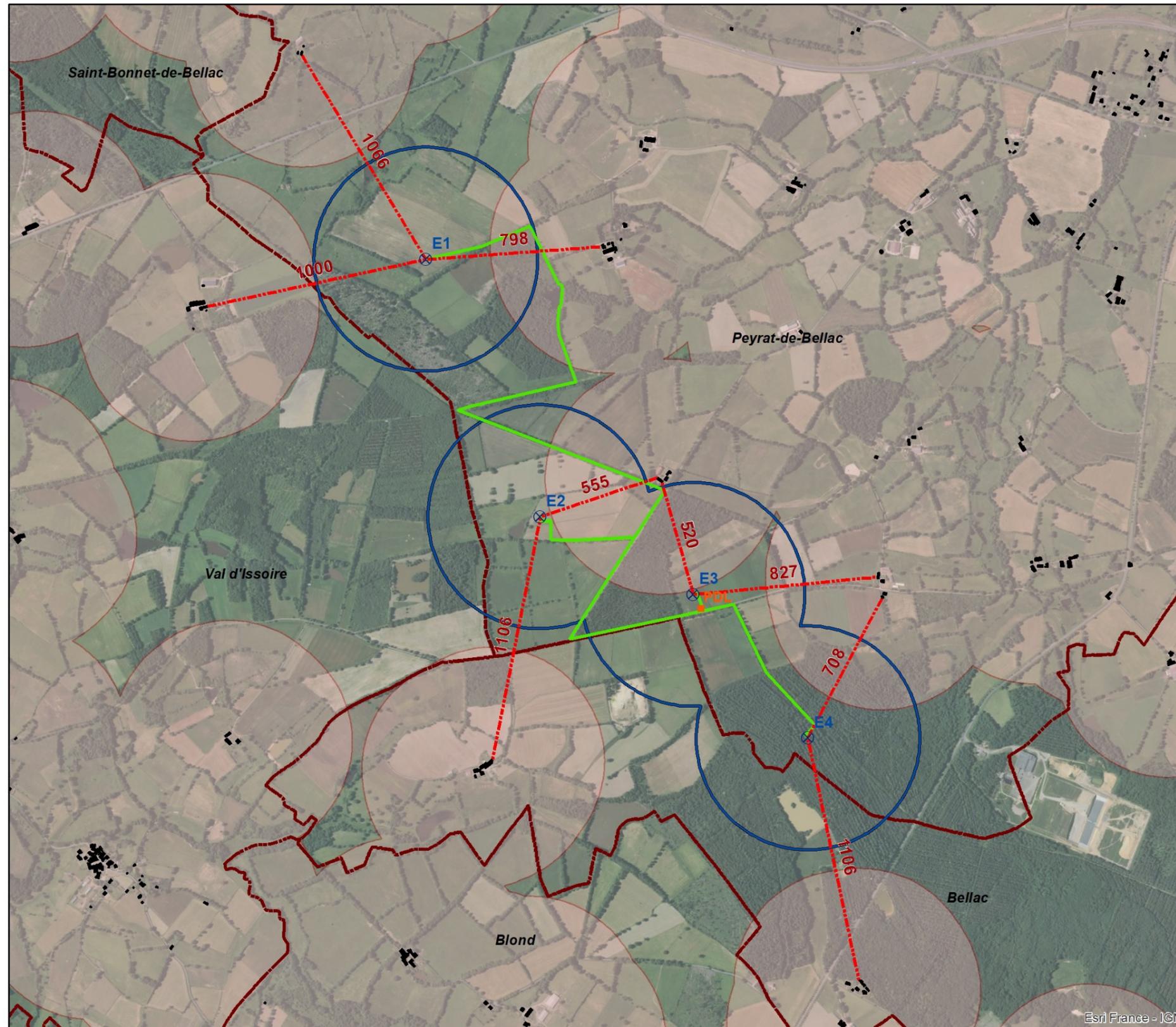
Les autres bourgs sont plus éloignés et / ou séparés de la zone d'implantation par des zones agricoles.

Aucune habitation et aucune zone à destination d'habitation définie dans les documents et projets d'urbanisme des communes autour du projet ne se situe à moins de 500 mètres de l'installation.

Les distances minimales de chaque éolienne vis-à-vis des habitations les plus proches sont données dans le tableau ci-dessous :

Eolienne	Commune de l'habitation	Direction de l'habitation	Distance à l'éolienne la plus proche (m)
E1	Peyrat-de-Bellac	Est	798
E2	Peyrat-de-Bellac	Est	555
E3	Peyrat-de-Bellac	Nord	520
E4	Peyrat-de-Bellac	Nord-Est	708

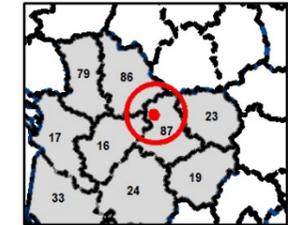
Tableau 3 – Distances vis-à-vis des habitations les plus proches



Parc éolien Les Boucles du Vincou

Etude de Dangers

Distance aux habitations en mètres



- Habitations
- Périmètre de protection de 500m autour d'une habitation
- Aire d'étude (500m)
- Câblage inter-éolien
- Distance aux habitations
- X Eoliennes projetées
- Poste de Livraison

E1 : 798 mètres
E2 : 555 mètres
E3 : 520 mètres
E4 : 708 mètres

0 250 500 1 000
Mètres **1:20 000**

Réalisation : RPGLOBAL, 2021
Source de fond de carte : IGN Scan25® et Scan1000®
Source de données : IGN BD TOPO
Projection : RGF 93 Lambert 93

Carte 2 – Distance des éoliennes du projet Les Boucles du Vincou aux habitations

3 LES PRINCIPAUX RISQUES IDENTIFIES DANS L'ETUDE DE DANGERS

3.1 L'ANALYSE DES RISQUES

3.1.1 Les sources de dangers

Un parc éolien est soumis aux risques naturels par les dimensions imposantes de l'ouvrage mais également aux risques de défaillance d'équipements constituant l'éolienne. Les risques naturels sont susceptibles de constituer des agresseurs potentiels et sont donc pris en compte dans l'analyse préliminaire des risques :

- ❖ Sismicité ;
- ❖ Mouvements de terrain (Aléas « glissement de terrain », Cavités souterraines, Aléa « retrait-gonflement des argiles ») ;
- ❖ Foudre ;
- ❖ Vents violents ;
- ❖ Incendies de forêts et de cultures ;
- ❖ Inondations.

Des ouvrages (voies de communications par exemple) ou des installations classées à proximité des aérogénérateurs, peuvent présenter également un risque externe.

Les dangers potentiels relatifs au fonctionnement des éoliennes sont recensés dans le tableau suivant :

Installation ou système	Fonction	Phénomène redouté	Danger potentiel
Système de transmission	Transmission d'énergie mécanique	Survitesse	Echauffement des pièces mécaniques et flux thermique
Pale	Prise au vent	Bris de pale ou chute de pale	Energie cinétique d'éléments de pales
Aérogénérateur	Production d'énergie électrique à partir d'énergie éolienne	Effondrement	Energie cinétique de chute
Poste de livraison, intérieur de l'aérogénérateur	Réseau électrique	Court-circuit interne	Arc électrique
Nacelle	Protection des équipements destinés à la production électrique	Chute d'éléments	Energie cinétique de projection
	Protection des équipements destinés à la production électrique	Chute de nacelle	Energie cinétique de chute
Rotor	Transformation de l'énergie éolienne en énergie mécanique	Projection d'objets	Energie cinétique des objets

Les produits identifiés dans le cadre du parc éolien sont utilisés pour le bon fonctionnement des éoliennes, leur maintenance et leur entretien :

Tableau 1. Produits nécessaires au bon fonctionnement des installations (graisses et huiles de transmission, huiles hydrauliques pour systèmes de freinage...), qui une fois usagés sont traités en tant que déchets industriels spéciaux

Tableau 2. Produits de nettoyage et d'entretien des installations (solvants, dégraissants, nettoyeurs...) et les déchets industriels banals associés (pièces usagées non souillées, cartons d'emballage...)

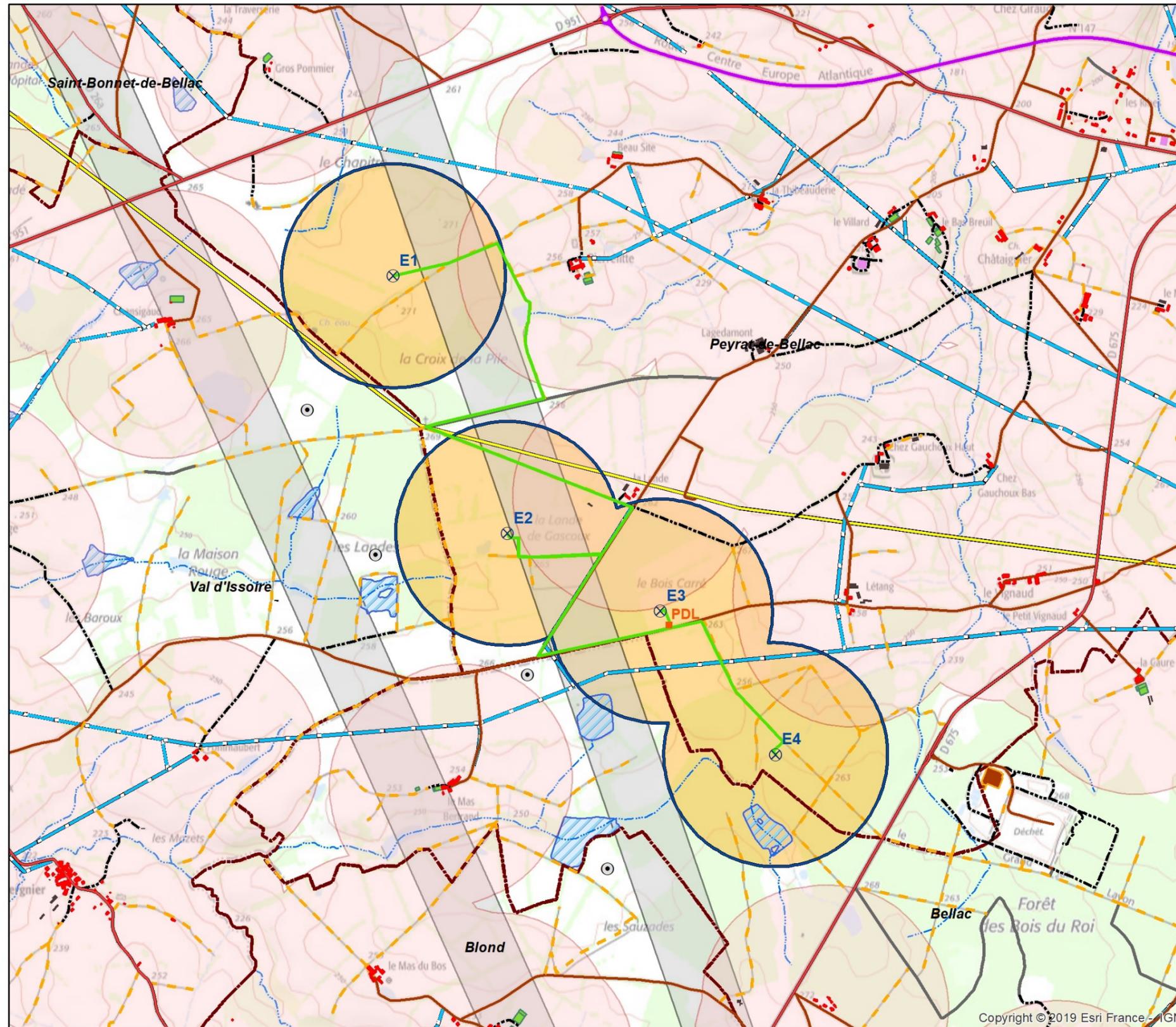
Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, aucun produit inflammable ou combustible n'est stocké dans les aérogénérateurs ou les postes de livraison.

Le tableau ci-dessous synthétise les principales agressions externes liées aux activités humaines :

Infrastructure	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Distance par rapport au mât des éoliennes (en mètres)			
					E1	E2	E3	E4
RD 675	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	/	/	/	600
RD 951					1150	/	/	/
Aérodrome	Transport aérien	Chute d'aéronef	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	2000 m	/	/	/	/
Ligne HT	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	200 m	550	410	250	435
Canalisation de gaz	Transport de gaz	Rupture de canalisation	Flux thermique	200 m	/	/	/	/
Autres aérogénérateurs	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500m	712	596	658	907

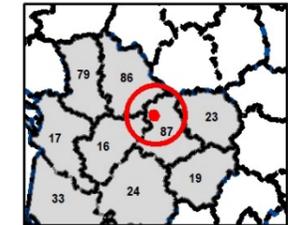
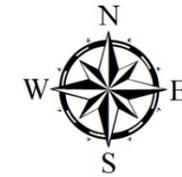
Il est à noter qu'aucune agression externe n'est située dans le périmètre de la zone d'effet des différents scénarii (cf. carte des enjeux ci-dessous).

Par ailleurs, RP GLOBAL précise que son projet éolien est conforme à la norme IEC 61400-1 qui fixe les prescriptions relatives à la sécurité de la structure de chaque éolienne, de ses parties mécaniques et électriques et de son système de commande.



Parc éolien Les Boucles du Vincou
Etude de Dangers

Synthèse de l'exposition globale



- Eoliennes projetées
- Poste de Livraison
- Projet éolien "La Croix de la Pile"
- Câblage inter-éolien
- Lignes Electriques MT gérées par RTE
- Lignes Electriques HT gérées par ENEDIS
- Route Nationale
- Route départementale
- Chemin
- Route empierrée
- Route à 1 chaussée
- Route à 2 chaussées
- Sentier
- Cours d'eau
- Voies ferrées
- Aire d'étude (500m)
- Habitations
- Périmètre de protection de 500m autour d'une habitation
- Plan d'eau
- Agricole
- Commercial et services
- Indifférencié
- Industriel
- Buffer de 150m des faisceaux hertziens
- 3,6153 personnes exposées sur l'ensemble du parc éolien

0 250 500 1 000
Mètres **1:20 000**

Réalisation : RPGLOBAL, 2021
Source de fond de carte : IGN Scan25® et Scan1000®
Source de données : IGN BD TOPO
Projection : RGF 93 Lambert 93

Carte 3 – Carte des enjeux du parc éolien Les Boucles du Vincou

3.1.2 Principe de l'analyse des risques

L'analyse des risques est l'élément central de l'étude de dangers. L'objet de l'analyse des risques est de recenser de manière exhaustive tous les scénarios d'accidents pouvant mener à des situations accidentelles : un accident suppose en effet une succession d'événements qui conduisent à un phénomène dangereux.

L'analyse des risques évalue également l'efficacité des mesures permettant de s'opposer à l'apparition de phénomènes dangereux et identifie les mesures les plus importantes pour la maîtrise des risques.

L'analyse des risques permet également d'évaluer le risque lié à chaque scénario accidentel identifié.

3.1.3 L'évaluation des risques

Le risque est défini comme la probabilité d'occurrence d'un accident, combinée à la gravité de ses conséquences. Cette définition permet de distinguer la notion de risque de la notion de danger.

Le danger est en effet une propriété intrinsèque d'un produit, d'un équipement, d'un procédé etc ... A titre d'exemple simple, le gaz naturel est dangereux car il est inflammable.

La notion de risque permet en revanche d'intégrer les précautions prises vis-à-vis du danger. Le gaz naturel est en effet une substance certes dangereuse, mais les risques que suppose son utilisation peuvent être maîtrisés en prenant des précautions : la surveillance des canalisations réduit considérablement la probabilité de fuite et donc d'apparition de phénomènes dangereux.

3.1.4 L'évaluation de la probabilité

La probabilité d'un accident est assimilée à la fréquence à laquelle il peut se produire. La réglementation en vigueur¹ indique une grille permettant de situer le niveau de probabilité d'un accident : cette grille présente 5 niveaux allant de « *Possible mais extrêmement peu probable* » (niveau E) à « *Courant* » (niveau A).

Ces niveaux de probabilité peuvent également être quantifiés au moyen de fréquences. Par exemple, le niveau E correspond à des fréquences inférieures à 10⁻⁵/an, c'est-à-dire à des événements se produisant moins d'une fois tous les 100 000 ans.

Niveaux	Echelle qualitative	Echelle quantitative (probabilité annuelle)
A	<i>Courant</i> Se produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie des installations, malgré d'éventuelles mesures correctives.	$P > 10^{-2}$
B	<i>Probable</i> S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations.	$10^{-3} < P \leq 10^{-2}$
C	<i>Improbable</i> Evénement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité.	$10^{-4} < P \leq 10^{-3}$
D	<i>Rare</i> S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité.	$10^{-5} < P \leq 10^{-4}$
E	<i>Extrêmement rare</i> Possible mais non rencontré au niveau mondial. N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles.	$P \leq 10^{-5}$

¹ Circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003

3.1.5 L'évaluation de la gravité

Le nombre de personnes exposées² dans les limites d'étendue des seuils d'effets définit le niveau de gravité.

Par analogie aux niveaux de gravité retenus dans l'annexe III de l'arrêté du 29 septembre 2005, les seuils de gravité sont déterminés en fonction du nombre équivalent de personnes permanentes dans chacune des zones d'effet définies dans le paragraphe précédent.

Intensité	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition très forte	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition forte	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition modérée
« Désastreux »	Plus de 10 personnes exposées	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1000 personnes exposées
« Catastrophique »	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1000 personnes exposées
« Important »	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
« Sérieux »	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
« Modéré »	Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement	Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement	Présence humaine exposée inférieure à « une personne »

Ainsi, pour chaque phénomène dangereux identifié, l'ensemble des personnes présentes dans la zone d'effet correspondante sera comptabilisé. Dans chaque zone couverte par les effets d'un phénomène dangereux issu de l'analyse de risque, les ensembles homogènes (Établissement Recevant du Public, zones habitées, zones industrielles, commerces, voies de circulation, terrains non bâtis...) seront identifiés et la surface (pour les terrains non bâtis, les zones d'habitat) et/ou la longueur (pour les voies de circulation) de cette zone d'effets sera déterminée.

Le niveau de gravité est donc fonction d'une intensité traduisant un degré d'exposition. Ce dernier est défini comme le rapport entre la surface effectivement atteinte par les effets d'un évènement redouté et la surface de la zone potentiellement exposée à ces effets.

Intensité	Degré d'exposition
exposition très forte	Supérieur à 5 %
exposition forte	Compris entre 1 % et 5 %
exposition modérée	Inférieur à 1 %

3.1.6 Combinaison de la probabilité et de la gravité

Pour conclure à l'acceptabilité, la matrice de criticité ci-dessous, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010 mentionnée ci-dessus sera utilisée.

Conséquence	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge
Catastrophique	Jaune	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge
Important	Jaune	Jaune	Jaune	Rouge	Rouge
Sérieux	Vert	Vert	Jaune	Jaune	Rouge
Modéré	Vert	Vert	Vert	Vert	Jaune

Légende de la matrice

Niveau de risque	Couleur	Acceptabilité
Risque très faible	Vert	Acceptable
Risque faible	Jaune	Acceptable
Risque important	Rouge	Non acceptable

Ceci permet de traduire le niveau de risques selon trois catégories :

- **Risque très faible** (vert) : niveau auquel les risques identifiés sont acceptables au regard de leur rapport intensité/probabilité ;
- **Risque faible** (jaune) : niveau auquel les risques identifiés sont acceptables par la mise en œuvre de mesures de sécurité ;
- **Risque important** (rouge) : niveau auquel les risques identifiés sont non acceptables.

L'acceptabilité résulte du croisement entre probabilité d'occurrence et gravité de l'accident.

² Personnes exposées : personnes exposées à l'extérieur des limites du site, en tenant compte le cas échéant des mesures constructives visant à protéger les personnes contre certains effets et la possibilité de mise à l'abri des personnes en cas d'occurrence d'un phénomène dangereux si la

cinétique de ce dernier et de la propagation de ses effets le permettent.

3.2 L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES

3.2.1 Analyse du retour d'expérience

Il n'existe actuellement aucune base de données officielle recensant l'accidentologie dans la filière éolienne.

Néanmoins, il a été possible d'analyser les informations collectées en France et dans le monde par plusieurs organismes divers (associations, organisations professionnelles, littératures spécialisées, etc.). Ces bases de données sont cependant très différentes tant en termes de structuration des données qu'en termes de détails de l'information.

Les retours d'expérience de la filière éolienne française et internationale permettent d'identifier les principaux accidents suivants :

- Effondrements de l'éolienne ;
- Ruptures de pales ;
- Chutes de pales et d'éléments de l'éolienne ;
- Incendie.

3.2.2 Analyse préliminaire des risques

Une analyse préliminaire des risques sous forme d'un tableau générique est réalisée permettant d'identifier de manière représentative les scénarios d'accident pouvant potentiellement se produire :

- Scénarios relatifs aux risques liés à la glace ;
- Scénarios relatifs aux risques d'incendie ;
- Scénarios relatifs aux risques de fuites ;
- Scénarios relatifs aux risques de chute d'éléments ;
- Scénarios relatifs aux risques de projection de pales ou de fragments de pales ;
- Scénarios relatifs aux risques d'effondrement des éoliennes.

L'analyse est réalisée de la manière suivante :

- Description des causes et de leur séquençage ;
- Description des *événements redoutés centraux* qui marquent la partie incontrôlée de la séquence d'accident ;
- Description des *fonctions de sécurité* permettant de prévenir l'événement redouté central ou de limiter, les effets du phénomène dangereux ;

- Description des *phénomènes dangereux* dont les effets sur les personnes sont à l'origine d'un accident ;
- Evaluation préliminaire de la zone d'effets attendue de ces événements.

3.2.3 Mesures de maîtrise des risques

Afin de limiter les risques d'accidents ou d'incidents liés aux activités du parc éolien, les constructeurs d'aérogénérateurs ont prévus différentes mesures :

- **Systèmes de sécurité contre la survitesse** (freins aérodynamiques passifs et actifs, surveillance de la rotation, détection de la vitesse du vent) ;
- **Systèmes de sécurité contre le risque de vents forts** (coupure de l'éolienne en cas de détection de vents forts) ;
- **Systèmes de sécurité contre le risque électrique** (organes de coupure électrique, isolement, mise à la terre) ;
- **Systèmes contre l'échauffement des pièces mécaniques** (détecteurs de température, systèmes de refroidissement) ;
- **Systèmes de sécurité contre le risque de foudre** (installation anti-foudre comprenant un paratonnerre sur la nacelle et les pales) ;
- **Systèmes de sécurité contre le risque d'incendie** (détection de fumée, de température, alarme du centre de contrôle et intervention des moyens de secours) ;
- **Systèmes de sécurité contre le risque de fuite de liquides** (détecteur de niveau de liquide, rétention formée par la structure de l'éolienne) ;
- **Systèmes de sécurité contre la formation du givre** (basés sur la détection et arrêt de l'éolienne, affichage du risque pour les promeneurs) ;
- **Systèmes de sécurité contre le risque d'effondrement de l'éolienne** (conception des fondations basées sur des normes et de l'ingénierie, conception des éoliennes adaptée à la force du vent) ;
- **Systèmes de sécurité contre le risque d'erreurs de maintenance** (formation du personnel, manuel de maintenance).

3.2.4 Conclusion de l'analyse préliminaire

Dans le cadre de l'analyse préliminaire des risques génériques des parcs éoliens, trois catégories de scénarios sont exclues de l'étude détaillée, en raison de leur faible intensité : incendie d'un poste de livraison, incendie des éoliennes et infiltration de liquides dans le sol.

Les scénarios qui doivent faire l'objet d'une étude détaillée sont les suivants :

- Effondrement de l'éolienne (S1) ;
- Chute d'éléments de l'éolienne (S2) ;
- Chute de glace (S3) ;
- Projection de tout ou une partie de pale (S4) ;
- Projection de glace (S5).

3.3 L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

3.3.1 Objectifs de l'analyse détaillée des risques

L'Étude Détaillée des Risques poursuit et complète l'Analyse Préliminaire des Risques pour les accidents considérés comme étant potentiellement les plus importants car sortant des limites du site.

Les objectifs de l'Étude Détaillée des Risques sont les suivants :

- Identifier et étudier les combinaisons de cause conduisant aux situations dangereuses ;
- Identifier les mesures de maîtrise des risques pouvant intervenir dans le déroulement des scénarios d'accident ;
- Evaluer de manière quantitative la probabilité d'occurrence des différents événements, de la situation dangereuse et des différents phénomènes dangereux dont elle peut être à l'origine ;
- Modéliser les effets des différents phénomènes physiques causés par la situation dangereuse et analyser l'exposition des éléments vulnérables présents dans les zones de projection (les seuls effets considérés suite à un scénario de projection sont les effets létaux sur une ou plusieurs personnes) ;
- Proposer des mesures d'amélioration complémentaires si besoin est, afin de réduire le risque résiduel.

3.3.2 Les résultats de l'Étude Détaillée des Risques

L'Étude Détaillée des Risques a permis de vérifier que les mesures de sécurité envisagées sur le site sont suffisantes pour réduire le niveau de risque des accidents et exclure tous les accidents d'une case « NON » de la matrice de MMR (Matrice de Mesures des Risques : cf. paragraphe ci-dessous).

3.3.3 Carte des risques avec zones de risques et vulnérabilités identifiées

La carte de synthèse des risques pour le parc éolien Les Boucles du Vincou est située sur la page suivante.



Parc éolien Les Boucles du Vincou

Etude de Dangers

Carte de synthèse des risques

Éléments du parc éolien

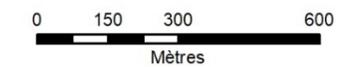
- ⊗ Eoliennes projetées
- Poste de Livraison
- Câblage inter-éolien
- Aire d'étude (500m)

Enjeux et contraintes techniques

- ⊙ Projet éolien "La Croix de la Pile"
- Route départementale
- - - Chemin
- - - Route empierrée
- Route à 1 chaussée
- Route à 2 chaussées
- Sentier
- Lignes Electriques HT gérées par ENEDIS
- Lignes Electriques MT gérées par RTE
- Cours d'eau
- ▨ Plan d'eau
- Habitations
- Buffer de 150m des faisceaux hertziens

Zone d'effet des différents scénarii

- Projection de pales ou fragments de pales (500m)
- Projection de glace (373,5m)
- Effondrement de l'éolienne (180m)
- Chute d'éléments (66m)
- Chute de glace (66m)



1:15 000

Réalisation : RPGLOBAL, 2021
Source de fond de carte : IGN Scan25® et Scan1000®
Source de données : IGN BD TOPO
Projection : RGF 93 Lambert 93

Carte 4 – Carte de synthèse des risques

4 CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DES RISQUES

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- Aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice ;
- Les accidents liés aux chutes de glaces apparaissent dans les cases jaunes de la matrice (risque faible acceptable) ;
- Les accidents liés à la projection de pales, à l'effondrement de l'éolienne, à la chute d'éléments de l'éolienne ou à la projection de glace apparaissent dans les cases vertes de la matrice (risque très faible acceptable).

Ces incidents constituent un risque acceptable pour les personnes exposées.

Conséquence	Classe de probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux		S1			
Modéré		S4	S2	S5	S3

Légende de la matrice :

Niveau de risque	Code Couleur	Acceptabilité
Risque très faible		Acceptable
Risque faible		Acceptable
Risque important		Non acceptable

Rappel des Scénarii :

- S1 : Effondrement de l'éolienne ;
- S2 : Chute d'éléments de l'éolienne ;
- S3 : Chute de glace ;
- S4 : Projection de pales ;
- S5 : Projection de glace.

Ces scénarii regroupent plusieurs causes et séquences d'accidents. Une cotation en intensité, probabilité, gravité et cinétique de ces événements ont permis de caractériser les risques pour toutes les séquences d'accidents.

Une recherche d'enjeux humains vulnérables a été réalisée dans chaque périmètre d'effet des cinq scénarii d'accidents, permettant de repérer les interactions possibles entre les risques et les enjeux.

La cotation en gravité et probabilité pour chacune des éoliennes a permis de classer le risque de chaque scénario selon la grille de criticité employée et inspirée de la circulaire du 10 mai 2010.

Après analyse détaillée des risques, selon la méthodologie de la circulaire du 10 mai 2010, il apparaît qu'aucun scénario étudié ne ressort comme inacceptable.

Les mesures d'amélioration permettant la réduction des risques ainsi que les études complémentaires présentes dans l'étude d'impact répondent de façon efficace aux principaux scénarios d'accident majeur.

L'exploitant a mis en œuvre des mesures adaptées pour maîtriser les risques :

- L'implantation permet d'assurer un éloignement suffisant des zones fréquentées ;
- L'exploitant respecte les prescriptions générales de l'arrêté du 26 août 2011 ;
- Les systèmes de sécurité des aérogénérateurs sont adaptés aux risques.

Les systèmes de sécurité des aérogénérateurs seront maintenus dans le temps et testés régulièrement en conformité avec la section 4 de l'arrêté du 26 août 2011.

Ainsi pour les éoliennes du parc éolien Les Boucles du Vincou, les accidents majeurs identifiés en termes de risque constituent un risque acceptable pour les personnes exposées.

Le projet permet d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques actuelles.



Parc éolien

Les Boucles Du Vincou

ÉTUDE DE DANGER

ÉTUDE DE DANGER COMPLÈTE

SOMMAIRE

1	PREAMBULE.....	24
1.1	OBJECTIFS DE L'ETUDE DE DANGERS	24
1.2	CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE	24
1.3	NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES	26
2	INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION.....	26
2.1	RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS	26
2.2	CONTEXTE DE L'ETUDE ET LOCALISATION DU SITE	26
2.3	DEFINITION DE L'AIRE D'ETUDE	28
3	DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION.....	30
3.1	ENVIRONNEMENT HUMAIN.....	30
3.1.1	<i>Zones urbanisées.....</i>	<i>30</i>
3.1.2	<i>Etablissements recevant du public.....</i>	<i>30</i>
3.1.3	<i>Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) et installations nucléaires de base</i>	<i>30</i>
3.1.4	<i>Autres activités.....</i>	<i>30</i>
3.2	ENVIRONNEMENT NATUREL.....	33
3.2.1	<i>Contexte climatique.....</i>	<i>33</i>
3.2.2	<i>Risques naturels</i>	<i>34</i>
3.2.3	<i>Environnement matériel.....</i>	<i>38</i>
3.2.4	<i>Cartographie de synthèse</i>	<i>40</i>
4	DESCRIPTION DE L'INSTALLATION	46
4.1	CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION	46
4.1.1	<i>Caractéristique générale d'un parc éolien</i>	<i>46</i>
4.1.2	<i>Activités de l'installation.....</i>	<i>47</i>
4.1.3	<i>Composition de l'installation</i>	<i>48</i>
4.2	FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION	50
4.2.1	<i>Principes de fonctionnement d'un aérogénérateur</i>	<i>50</i>
4.2.2	<i>Sécurité de l'installation.....</i>	<i>52</i>
4.2.3	<i>Nature et organisation des secours.....</i>	<i>54</i>
4.2.4	<i>Opérations de maintenance de l'installation.....</i>	<i>56</i>
4.2.5	<i>Stockage et flux de produits dangereux.....</i>	<i>60</i>
4.2.6	<i>Fonctionnement des réseaux de l'installation.....</i>	<i>60</i>

5	IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION. 63	
5.1	POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS..... 63	
5.2	POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION	64
5.3	REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE..... 65	
5.3.1	<i>Principales actions préventives.....</i>	<i>65</i>
5.3.2	<i>Utilisation des meilleurs techniques disponibles</i>	<i>65</i>
6	ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE	66
6.1	INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE	66
6.2	INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL.....	68
6.3	INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL.....	69
6.4	SYNTHESE DES PHENOMENES DANGEREUX REDOUTES ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE	69
6.4.1	<i>Analyse d'évolution des accidents en France.....</i>	<i>69</i>
6.4.2	<i>Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents.....</i>	<i>70</i>
6.5	LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE.....	70
7	ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	71
7.1	OBJECTIF DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	71
7.2	RECENSEMENT DES EVENEMENTS INITIATEURS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES	71
7.3	RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES	71
7.3.1	<i>Agresions externes liées aux activités humaines</i>	<i>71</i>
7.3.2	<i>Agresions externes liées aux phénomènes naturels.....</i>	<i>72</i>
7.4	SCENARIOS ETUDIES DANS L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES (APR).....	72
7.5	EFFETS DOMINOS	75
7.6	MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE	76
7.7	CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	82
8	ETUDE DETAILLEE DES RISQUES	83
8.1	RAPPEL DES DEFINITIONS	83
8.1.1	<i>Cinétique.....</i>	<i>83</i>
8.1.2	<i>Intensité</i>	<i>83</i>
8.1.3	<i>Gravité.....</i>	<i>84</i>
8.1.4	<i>Probabilité.....</i>	<i>85</i>
8.1.5	<i>Acceptabilité.....</i>	<i>86</i>
8.2	CARACTERISATION DES SCENARIOS RETENUS	86
8.2.1	<i>Effondrement de l'éolienne</i>	<i>86</i>
8.2.2	<i>Chute de glace.....</i>	<i>88</i>
8.2.3	<i>Chute d'éléments de l'éolienne.....</i>	<i>90</i>
8.2.4	<i>Projection de pales ou de fragments de pales</i>	<i>91</i>

8.2.5 Projection de glace	93
8.3 SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE	95
8.3.1 Tableaux de synthèse des scénarios étudiés	95
8.3.2 Synthèse de l'acceptabilité des risques	97
8.3.3 Cartographie des risques (pages suivantes)	97
9 CONCLUSION	103
10 RÉSUMÉ NON TECHNIQUE	104
11 ANNEXES.....	105
11.1 ANNEXE 1 – MÉTHODE DE COMPTAGE DES PERSONNES POUR LA DÉTERMINATION DE LA GRAVITÉ POTENTIELLE D'UN ACCIDENT À PROXIMITÉ D'UNE ÉOLIENNE.....	106
11.2 ANNEXE 2 – TABLEAU DE L'ACCIDENTOLOGIE FRANÇAISE	108
11.3 ANNEXE 3 – SCÉNARIOS GÉNÉRIQUES ISSUS DE L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES.....	121
11.4 ANNEXE 4 – CARACTÉRISTIQUES ET FICHES TECHNIQUES DES RÉSEAUX DE CABLES.....	124
11.5 ANNEXE 5 – PROBABILITÉ D'ATTEINTE ET RISQUE INDIVIDUEL.....	127
11.6 ANNEXE 6 – GLOSSAIRE	128
11.7 ANNEXE 7 – MODALITÉS DE MAINTENANCE SIEMENS GAMESA	131
11.8 BIBLIOGRAPHIE ET RÉFÉRENCES UTILISÉES	145

LISTE DES FIGURES

Figure 1 – Températures mensuelles moyennes, minimales et maximales sur la période 1991–2020	33
Figure 2 – Précipitations journalières et cumulées (1991 – 2020)	33
Figure 3 – Distribution de la direction des vents.....	34
Figure 4 – Inventaire des arrêtés de catastrophes naturelles.....	34
Figure 1 – Schéma simplifié d'un aérogénérateur	46
Figure 2 – Illustration des emprises au sol d'une éolienne	47
Figure 3 – Fiche de sécurité d'intervention des secours	54
Figure 4 – Principales modalités de maintenance : le cas des aérogénérateurs VESTAS	57
Figure 5 – Modalités de maintenance NORDEX	59
Figure 6 – Raccordement électrique des installations	60
Figure 7 – Répartition des différents types d'événements et des causes (2001 – S1 2019)..	67
Figure 8 – Répartition des cas d'incidents en France entre 2000 et S1 2019.....	67
Figure 9 – Répartition des causes premières d'effondrement entre 2000 et S1 2019	67
Figure 10 – Répartition des causes premières de chutes/ruptures de pales entre 2000 et S1 2019	67
Figure 11 – Répartition des causes premières des incendies entre 2000 et S1 2019.....	68
Figure 12 – Répartition des accidents liés à des parcs éoliens dans le monde entre 2000 et 2018	68
Figure 13 – Répartition des causes premières d'effondrement	69
Figure 14 – Répartition des causes premières de rupture de pale.....	69
Figure 15 – Répartition des causes premières d'incendie	69
Figure 16 – Evolution du nombre d'incidents annuels et nombre d'éoliennes installées	70
Figure 17 – Exemple issu de l'accidentologie de la base ARIA	75

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.	Généralités sur les communes du périmètre immédiat.....	30
Tableau 2.	Distance vis-à-vis des habitations les plus proches.....	30
Tableau 3.	Inventaire des mouvements de terrain.....	35
	<i>Source : georisques.gouv.fr</i>	35
Tableau 4.	PPRN concerné par le territoire d'étude	35
Tableau 5.	Atlas de zone inondable (AZI).....	35
	<i>Source : georisques.gouv.fr</i>	35
Tableau 6.	Décomposition synthétique des surfaces considérées dans les zones autour de chaque éoliennes.....	40
Tableau 7.	Décomposition synthétique des surfaces considérées et calcul du nombre de personnes exposées dans les zones autour de chaque éolienne	40
Tableau 8.	Modèles d'aérogénérateurs pressentis dans le cadre de l'étude de dangers...	48
Tableau 9.	Coordonnées géographiques des éoliennes et du poste de livraison.....	48
Tableau 10.	Gabarit maximaliste retenu pour la réalisation de l'étude de dangers	48
Tableau 11.	Présentation des différentes composantes de l'installation	51
Tableau 12.	Liste des dangers potentiels identifiés dans le cadre du fonctionnement d'un parc éolien	64
Tableau 13.	Principales agressions externes liées aux activités humaines.....	72
Tableau 14.	Principales agressions externes liées aux phénomènes naturels	72
Tableau 15.	Grille de cotation en intensité issue du guide technique	84
Tableau 16.	Grille de cotation en gravité de l'arrêté du 29 Septembre 2005	84
Tableau 17.	Grille de cotation en probabilité de l'arrêté du 29 septembre 2005	85
Tableau 18.	Cotation des risques selon la matrice de criticité de la circulaire du 10 mai 2010	86

LISTE DES CARTES

Carte 1 –	Localisation des installations envisagées	27
Carte 2 –	Définition des zones d'étude autour de chaque installation du projet	29
Carte 3 –	Distance aux habitations et aux zones urbanisables	31
Carte 4 –	Autres activités à proximité de la zone d'étude.....	32
Carte 5 –	Types de climat en France	33
Carte 6 –	Zonage sismique en vigueur depuis le 1er mai 2011.....	34
Carte 7 –	Fréquence des tornades par rapport à la moyenne nationale.....	36
Carte 8 –	Risques naturels : Mouvement de terrain, Effondrement et aléa retrait / gonflement des argiles	37
Carte 9 –	Voies de communication et réseaux.....	39
Carte 10 –	Synthèse de l'exposition globale à l'ensemble du parc éolien	41
Carte 11 –	Synthèse de l'exposition pour l'éolienne E1	42
Carte 12 –	Synthèse de l'exposition pour l'éolienne E2	43
Carte 13 –	Synthèse de l'exposition pour l'éolienne E3	44
Carte 14 –	Synthèse de l'exposition pour l'éolienne E4	45
Carte 15 –	Plan détaillé de l'installation	49
Carte 16 –	Localisation des centres d'incendie et de secours de la Haute-Vienne.....	55
Carte 17 –	Réseau inter-éolien du projet éolien.....	61
Carte 18 –	Synthèse de l'ensemble des risques étudiés.....	98
Carte 19 –	Carte des risques – Eolienne E1	99
Carte 20 –	Carte des risques – Eolienne E2	100
Carte 21 –	Carte des risques – Eolienne E3	101
Carte 22 –	Carte des risques – Eolienne E4	102

1 PREAMBULE

1.1 OBJECTIFS DE L'ETUDE DE DANGERS

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par la société RP GLOBAL pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques des éoliennes du parc éolien Les Boucles du Vincou autant que technologiquement réalisable et économiquement acceptable, que leurs causes soient intrinsèques aux substances ou matières utilisées, liées aux procédés mis en œuvre ou dues à la proximité d'autres risques d'origine interne ou externe à l'installation.

Cette étude est proportionnée aux risques présentés par les éoliennes en question. Le choix de la méthode d'analyse utilisée et la justification des mesures de prévention, de protection et d'intervention sont adaptés à la nature et la complexité des installations et de leurs risques.

Elle précise l'ensemble des mesures de maîtrise des risques mises en œuvre sur le parc éolien Les Boucles du Vincou, qui réduisent le risque à l'intérieur et à l'extérieur des éoliennes à un niveau jugé acceptable par l'exploitant.

Ainsi, cette étude permet une approche rationnelle et objective des risques encourus par les personnes ou l'environnement, en satisfaisant les principaux objectifs suivants :

- Améliorer la réflexion sur la sécurité sur site afin de réduire les risques et optimiser la politique de prévention ;
- Favoriser le dialogue technique avec les autorités d'inspection pour la prise en compte des parades techniques et organisationnelles dans l'arrêté d'autorisation ;
- Informer le public dans la meilleure transparence possible en lui fournissant des éléments d'appréciation clairs sur les risques.

1.2 CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE

Les objectifs et le contenu de l'étude de dangers sont définis dans la partie du Code de L'article L. 181-1 du Code de l'environnement qui précise que le régime de l'autorisation environnementale instauré par l'ordonnance n° 2017-80 et les décrets n°s 2017-81 et 2017-82 du 26 janvier 2017 est applicable aux installations classées pour la protection de l'environnement.

Aux termes de l'article L. 515-44 du Code de l'environnement, les parcs éoliens dont l'une des éoliennes au moins dispose d'un mât d'une hauteur supérieure à 50 mètres sont soumis à autorisation au titre des installations classées pour la protection de l'environnement et l'article

D. 181-15-2, 10° du même Code précise que lorsque l'autorisation environnementale concerne une installation classée pour la protection de l'environnement, le dossier de demande est complété par une étude de dangers.

Selon l'article L. 181-25 du Code de l'environnement, l'étude de dangers expose les risques que peut présenter l'installation pour les intérêts visés à l'article L. 511-1 du même Code en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation. Les impacts de l'installation sur ces intérêts en fonctionnement normal sont traités dans l'étude d'impact sur l'environnement.

Article L. 181-25 du Code de l'environnement :

Le demandeur fournit une étude de dangers qui précise les risques auxquels l'installation peut exposer, directement ou indirectement, les intérêts mentionnés à l'article L. 511-1 en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation.

Le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation.

En tant que de besoin, cette étude donne lieu à une analyse de risques qui prend en compte la probabilité d'occurrence, la cinétique et la gravité des accidents potentiels selon une méthodologie qu'elle explicite.

Elle définit et justifie les mesures propres à réduire la probabilité et les effets de ces accidents.

Les intérêts visés à l'article L. 511-1 du Code de l'environnement sont la commodité du voisinage, la santé, la sécurité, la salubrité publique, l'agriculture, la protection de la nature, de l'environnement et des paysages, l'utilisation rationnelle de l'énergie, la conservation des sites et des monuments ainsi que des éléments du patrimoine archéologique.

Cependant, il convient de noter que l'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation impose une évaluation des accidents majeurs sur les personnes uniquement et non sur la totalité des enjeux identifiés dans l'article L. 511-1.

En cohérence avec cette réglementation et dans le but d'adopter une démarche proportionnée, l'évaluation des accidents majeurs dans l'étude de dangers s'intéressera prioritairement aux dommages sur les personnes. Pour les parcs éoliens, les atteintes à l'environnement (notamment au paysage), l'impact sur le fonctionnement des radars et les problématiques liées à la circulation aérienne feront l'objet d'une évaluation détaillée au sein de l'étude d'impact.

Ainsi, l'étude de dangers a donc pour objectif de démontrer la maîtrise du risque par l'exploitant. Elle comporte une analyse des risques qui présente les différents scénarios d'accidents majeurs susceptibles d'intervenir.

Ces scénarios sont caractérisés en fonction de leur probabilité d'occurrence, de leur cinétique, de leur intensité et de la gravité des accidents potentiels. Elle justifie que le projet permet d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.

Selon le principe de proportionnalité, le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de sa vulnérabilité. Ce contenu est défini par l'article D. 181-15-2, III du Code de l'environnement.

Article D. 181-15-2 du Code de l'environnement :

III. – L'étude de dangers justifie que le projet permet d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.

Le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de la vulnérabilité des intérêts mentionnés aux articles L. 181-3.

Cette étude précise, notamment, la nature et l'organisation des moyens de secours dont le pétitionnaire dispose ou dont il s'est assuré le concours en vue de combattre les effets d'un éventuel sinistre. Dans le cas des installations figurant sur la liste prévue à l'article L. 515-83, le demandeur doit fournir les éléments indispensables pour l'élaboration par les autorités publiques d'un plan particulier d'intervention.

L'étude comporte, notamment, un résumé non technique explicitant la probabilité et la cinétique des accidents potentiels, ainsi qu'une cartographie agrégée par type d'effet des zones de risques significatifs.

Le ministre chargé des installations classées peut préciser les critères techniques et méthodologiques à prendre en compte pour l'établissement des études de dangers, par arrêté pris dans les formes prévues à l'article L. 512-5.

Pour certaines catégories d'installations impliquant l'utilisation, la fabrication ou le stockage de substances dangereuses, le ministre chargé des installations classées peut préciser, par arrêté pris sur le fondement de l'article L. 512-5, le contenu de l'étude de dangers portant, notamment, sur les mesures d'organisation et de gestion propres à réduire la probabilité et les effets d'un accident majeur.

L'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation (NOR : DEVP0540371A) fixe la détermination des seuils réglementaires pour apprécier l'intensité des effets physiques des phénomènes, la gravité des accidents et les classes de probabilité de ces phénomènes.

Enfin la circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003 (NOR : DEVP1013761C) énonce des règles de méthodologie applicables pour l'élaboration des études de dangers.

1.3 NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES

Conformément à l'article R. 511-9 du Code de l'environnement, modifié par le décret n°2011-984 du 23 août 2011, les parcs éoliens sont soumis à la rubrique 2980 de la nomenclature des installations classées :

Rubrique	Libellé de l'installation	Classement	Rayon d'affichage
2980	<p>Installation terrestre de production à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs :</p> <p>1. Comprenant au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m : autorisation</p> <p>2. Comprenant uniquement des aérogénérateurs dont le mât a une hauteur inférieure à 50 m et au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur maximale supérieure ou égale à 12 m et pour une puissance totale installée :</p> <p>a) supérieure ou égale à 20 MW : Autorisation</p> <p>b) inférieure à 20 MW : Déclaration</p>	A : Autorisation	6 km

Les éoliennes du parc éolien Les Boucles du Vincou présentent au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m : cette installation est donc soumise à autorisation (A) au titre des installations classées pour la protection de l'environnement et doit présenter une étude de dangers au sein de sa demande d'autorisation d'exploiter.

L'étude de danger est une des pièces constitutives du Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale.

2 INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

2.1 RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

Les premières études de préfaisabilité portant sur ce projet éolien sur la commune de Peyrat-de-Bellac ont été entamées dès 2019 par la société RP Global, développeur travaillant principalement dans les régions Hauts de France et Nouvelle-Aquitaine.

La société d'exploitation la SARL Les Boucles du Vincou exploitera l'ensemble des installations du parc éolien.

Société projet, exploitante du parc éolien	<i>Les Boucles du Vincou</i>
Statut juridique	<i>Société à responsabilité limitée</i>
Capital	<i>20 000 Euros</i>
Code APE	<i>3511 Z</i>
Immatriculation au RCS	<i>894 481 597 R.C.S. Lille Métropole</i>
Adresse du siège social	<i>96, rue Nationale 59000 LILLE</i>
Nom et qualité du signataire de la demande	Pierre MULLER en qualité de Gérant
Nom et coordonnées de la personne qui a suivi l'affaire	<i>Arnauld PONCHE Country Manager Mobile: +33 (0)6 26 49 11 57 a.ponche@rp-global.com</i>

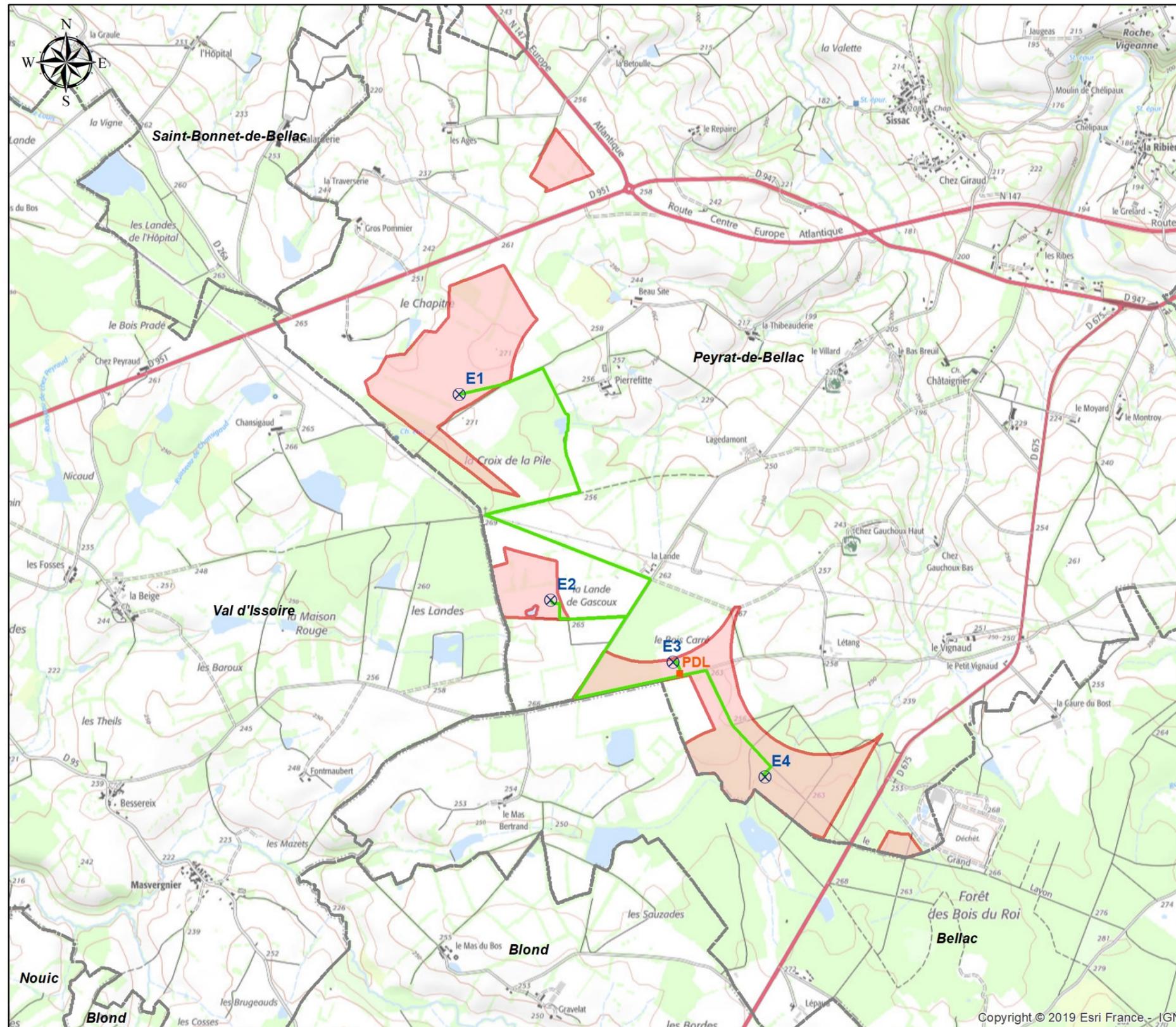
Cette étude a été réalisée par M. Gambier Philippe, Géomaticien - Chargé d'études éolien au sein de RP Global France, porteur du projet.

2.2 CONTEXTE DE L'ETUDE ET LOCALISATION DU SITE

Le projet consiste en l'élaboration d'un parc éolien situé sur la commune de Peyrat-de-Bellac. Cette commune fait partie de la Communauté de communes du Haut Limousin en Marche dans le département de la Haute-Vienne (87).

Le parc éolien est composé de 4 aérogénérateurs et d'un poste de livraison.

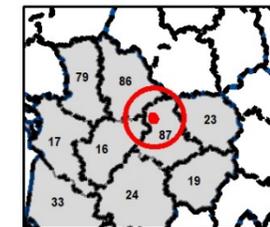
Les cartes de cette étude de dangers sont susceptibles de posséder quelques imprécisions dans la mesure où les fonds de cartes IGN présentent une précision affichée de l'ordre de la dizaine de mètres (pixellisation de l'image, précision du géoréférencement...).



Parc éolien Les Boucles du Vincou

Etude de Dangers

Localisation du projet



- █ ZIP Projet éolien Les Boucles du Vincou
- Câblage inter-éolien
- ⊗ Eoliennes projetées
- Poste de Livraison

0 250 500 1 000
Mètres **1:25 000**

Réalisation : RPGLOBAL, 2021
Source de fond de carte : IGN Scan25® et Scan1000®
Source de données : IGN BD TOPO
Projection : RGF 93 Lambert 93

Carte 1 – Localisation des installations envisagées

2.3 DEFINITION DE L'AIRE D'ETUDE

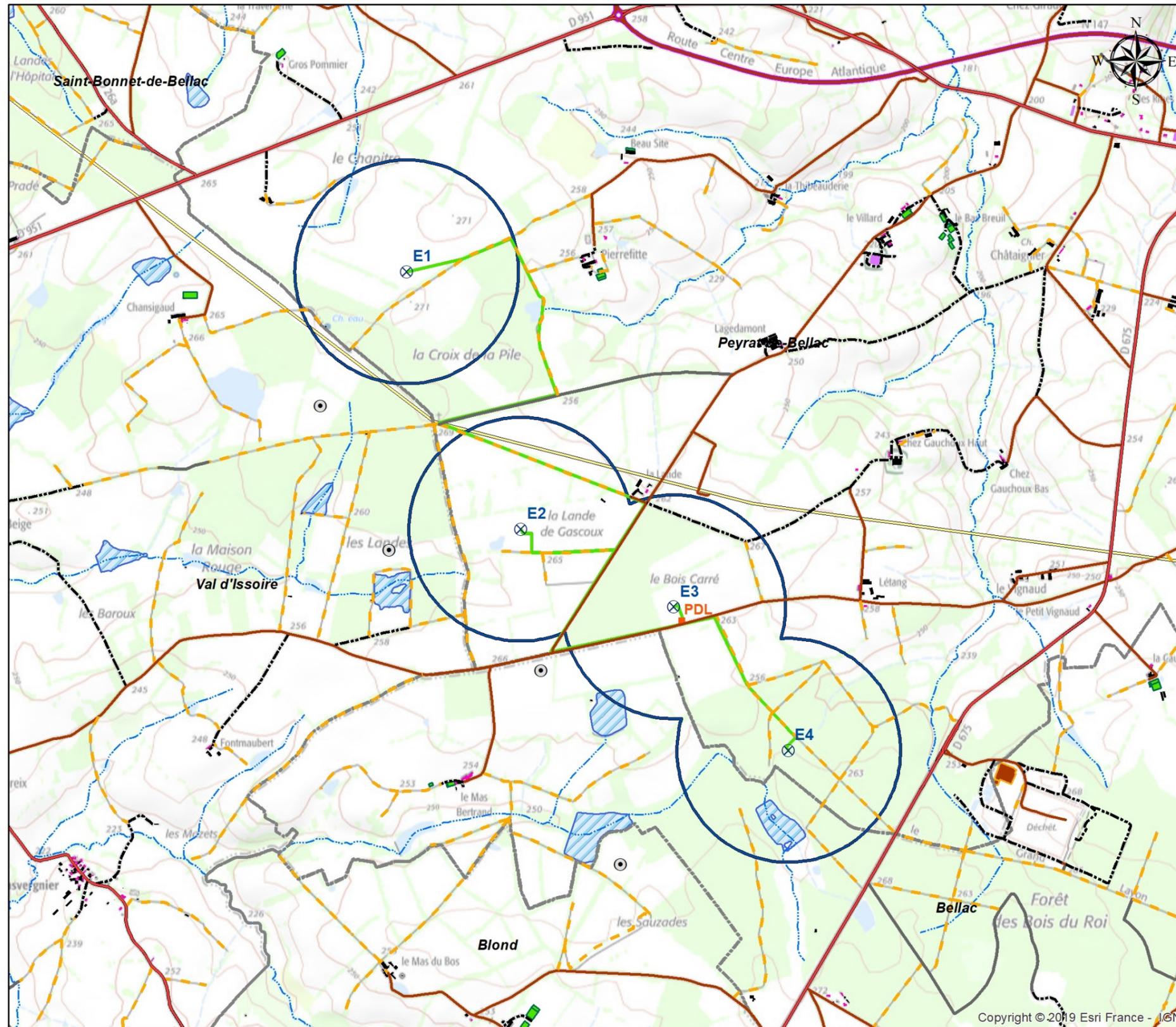
Compte tenu des spécificités de l'organisation spatiale d'un parc éolien, composé de plusieurs éléments disjoints, la zone sur laquelle porte l'étude de dangers est constituée d'une aire d'étude par éolienne.

- Chaque aire d'étude correspond à l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 m à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur. Cette distance équivaut à la distance d'effet retenue pour les phénomènes de projection, telle que définie au paragraphe 8.2.4.

La zone d'étude n'intègre pas les environs du poste de livraison, qui seront néanmoins représentés sur la carte. Les expertises réalisées dans le cadre de la présente étude ont en effet montré l'absence d'effet à l'extérieur du poste de livraison pour chacun des phénomènes dangereux potentiels pouvant l'affecter.

L'aire d'étude (périmètre de 500 m autour des éoliennes) se situe donc sur les communes suivantes :

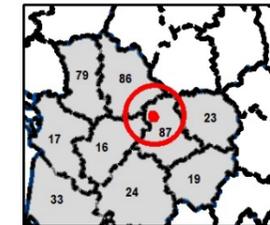
- **Peyrat-de-Bellac**
- **Bellac**
- **Val d'Issoire**



Parc éolien Les Boucles du Vincou

Etude de Dangers

Situation de l'installation



Environnement proche	Elements du parc éolien
Lignes Electriques	Aire d'étude (500m)
Cours d'eau	Câblage inter-éolien
Voies ferrées	Eoliennes projetées
Route Nationale	Poste de Livraison
Route départementale	
Chemin	
Route empierrée	
Route à 1 chaussée	
Route à 2 chaussées	
Sentier	
Plan d'eau	
Agricole	
Commercial et services	
Indifférencié	
Industriel	
Résidentiel	
Projet éolien "La Croix de la Pile"	

0 250 500 1 000
Mètres **1:20 000**

Réalisation : RPGLOBAL, 2021
Source de fond de carte : IGN Scan25® et Scan1000®
Source de données : IGN BD TOPO
Projection : RGF 93 Lambert 93

Carte 2 - Définition des zones d'étude autour de chaque installation du projet

3 DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

Ce chapitre a pour objectif de décrire l'environnement dans la zone d'étude de l'installation, afin d'identifier les principaux intérêts à protéger (enjeux) et les facteurs de risque que peut représenter l'environnement vis-à-vis de l'installation (agresseurs potentiels).

3.1 ENVIRONNEMENT HUMAIN

3.1.1 Zones urbanisées

L'étude du milieu humain a été réalisée au sein des 3 communes suivantes :

Commune	Code INSEE	Code Postal	Nb hab (INSEE 2017)	Superficie (Km ²)	Altitude (m)	Latitude	Longitude
BELLAC	87011	87300	3808	24,42	175-301	46° 07' 23" nord	1° 03' 01" est
PEYRAT-DE-BELLAC	87116	87300	1065	31,2	162-272	46° 08' 35" nord	1° 02' 16" est
VAL D'ISSOIRE	87097	87330	1068	71,6	170-344	46° 06' 30" nord	0° 54' 42" est

Tableau 3. Généralités sur les communes du périmètre immédiat

Source : www.insee.fr

La carte 3 expose les zones urbanisées ainsi que les habitations à proximité de la zone d'étude. Les habitations des communes du périmètre immédiat sont de type maison individuelle. Les ménages sont majoritairement propriétaires et leur habitation est leur résidence principale. Les zones d'habitation les plus proches de la zone d'étude se situent au sud-ouest du centre-ville de Peyrat-de-Bellac.

Aucune habitation et aucune zone à destination d'habitation définie dans les documents et projets d'urbanisme des communes autour du projet ne se situe à moins de 500 mètres de l'installation.

Les distances minimales de chaque éolienne vis-à-vis des habitations les plus proches sont données dans le tableau ci-dessous :

Eolienne	Commune de l'habitation	Direction de l'habitation	Distance à l'éolienne la plus proche (m)
E1	Peyrat-de-Bellac	Est	798
E2	Peyrat-de-Bellac	Est	555
E3	Peyrat-de-Bellac	Nord	520
E4	Peyrat-de-Bellac	Nord-Est	708

Tableau 4. Distance vis-à-vis des habitations les plus proches

Ainsi, aucune habitation ne se situe à moins de 500 mètres d'une éolienne.

3.1.2 Etablissements recevant du public

Dans les limites du périmètre d'étude de 500 mètres, aucun établissement recevant du public (ERP) n'est recensé. Les plus proches (de type écoles, mairies ou magasins) se situent au sein des villages alentour, localisés à plus de 2 km des éoliennes.

3.1.3 Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) et installations nucléaires de base

Aucune Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE) n'est recensée dans les limites de la zone d'étude de 500 m autour des installations du projet.

Les ICPE les plus proches se situent sur la commune de Val d'Issoire et correspondent au projet éolien autorisé « La Croix de la Pile » (éolienne la plus proche : 592 mètres d'E2).

Cette installation ne joue aucun rôle dans le nombre de personnes exposées dans la mesure où elle est située sur des terrains agricoles (terrains aménagés mais peu fréquentés) et que la maintenance n'engendre qu'une très faible fréquentation aux abords de l'aérogénérateur.

De plus, le phénomène « Effet domino » (possibilité que les effets d'un accident majeur endommagent d'autres installations) n'est pas étudié dans cette étude (Cf. Paragraphe VII. 5).

3.1.4 Autres activités

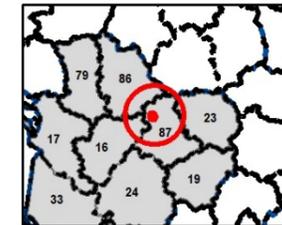
Au sein de la zone d'étude, seules les activités agricoles sont présentes (carte 4).



Parc éolien Les Boucles du Vincou

Etude de Dangers

Distance aux habitations en mètres



- Habitations
- Périmètre de protection de 500m autour d'une habitation
- Aire d'étude (500m)
- Câblage inter-éolien
- Distance aux habitations
- Eoliennes projetées
- Poste de Livraison

E1 : 798 mètres

E2 : 555 mètres

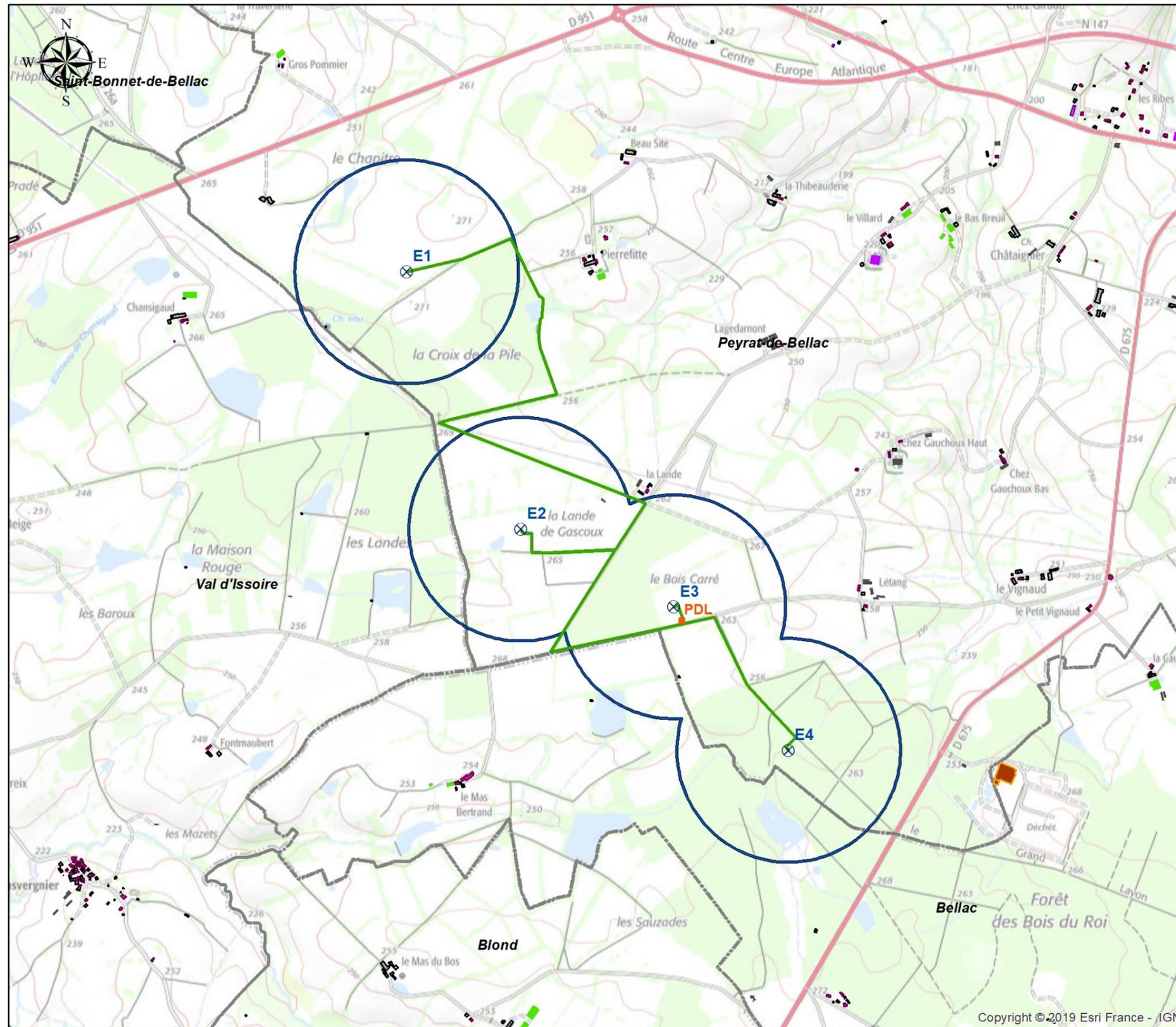
E3 : 520 mètres

E4 : 708 mètres



Réalisation : RPGLOBAL, 2021
Source de fond de carte : IGN Scan25® et Scan1000®
Source de données : IGN BD TOPO
Projection : RGF 93 Lambert 93

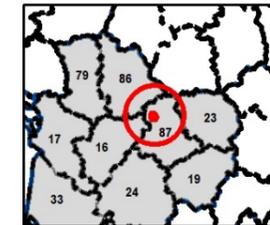
Carte 3 – Distance aux habitations et aux zones urbanisables



Parc éolien Les Boucles du Vincou

Etude de Dangers

Autres activités à proximité



Elements du parc éolien

- Aire d'étude (500m)
- Câblage inter-éolien
- ⊗ Eoliennes projetées
- Poste de Livraison

Autres activités

- Agricole
- Commercial et services
- Indifférencié
- Industriel
- Résidentiel

0 250 500 1 000
Mètres **1:20 000**

Réalisation : RPGLOBAL, 2021
Source de fond de carte : IGN Scan25® et Scan1000®
Source de données : IGN BD TOPO
Projection : RGF 93 Lambert 93

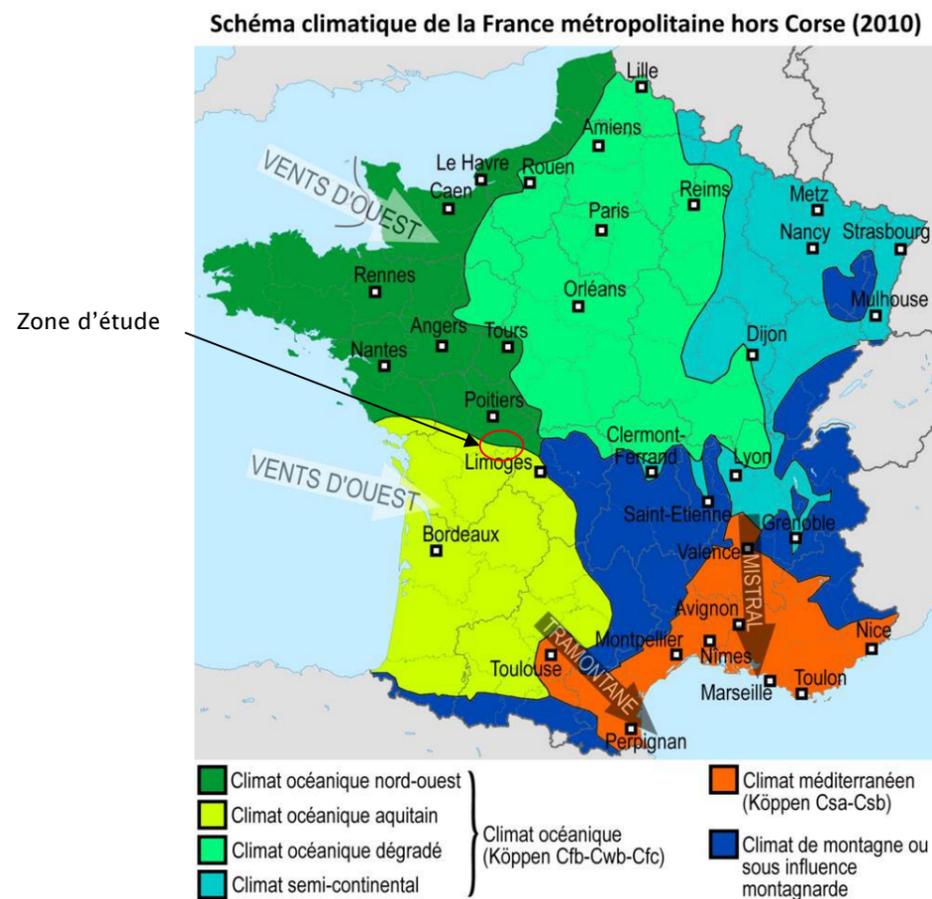
Carte 4 - Autres activités à proximité de la zone d'étude

3.2 ENVIRONNEMENT NATUREL

Les paragraphes ci-après sont étudiés dans l'état initial de l'étude d'impact. Nous en reprenons les conclusions.

3.2.1 Contexte climatique

La zone d'étude est sous l'influence d'un climat océanique aquitain. Il s'agit d'un climat océanique qui peut être influencé par le climat continental (en provenance d'Europe de l'Est). Les pluies sont plus faibles pour ce climat que dans le cadre d'un strict climat océanique. Il est doux et humide mais susceptible de grandes chaleurs ou de grandes périodes sèches.



Carte 5 – Types de climat en France
Source : météo France

La température moyenne est de 12,7°C dans le secteur de l'étude. Les écarts de température entre été et hiver peuvent être importants (24,5°C de température moyenne maximale mensuelle contre 0,9°C de température moyenne minimale mensuelle). La pluviométrie cumulée moyenne annuelle entre 1991 et 2020 est de 558,9 mm sur le site.

La station de mesure de Météo France la plus proche du secteur est celle de Saint-Bonnet-de-Bellac située à 5 Kms de la zone d'étude.

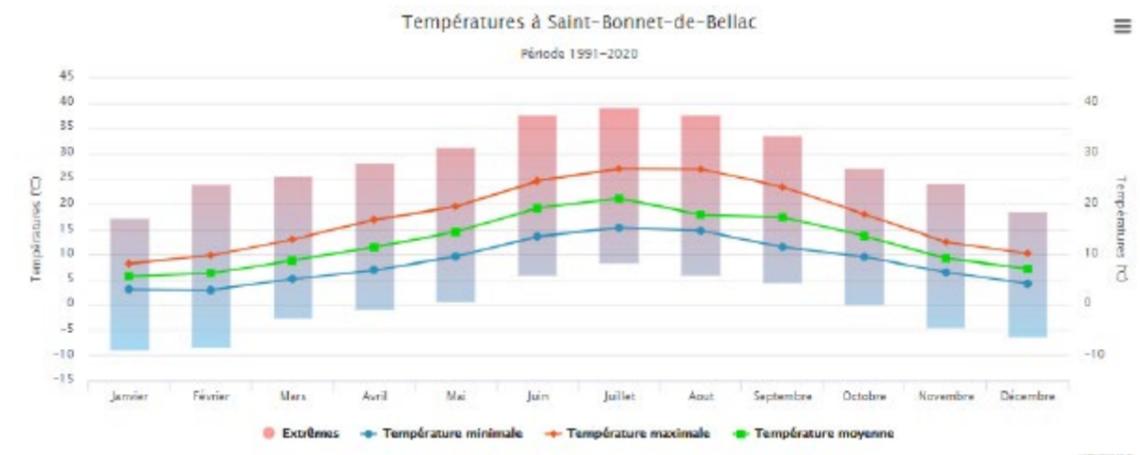


Figure 1 – Températures mensuelles moyennes, minimales et maximales sur la période 1991-2020
Source : infoclimat

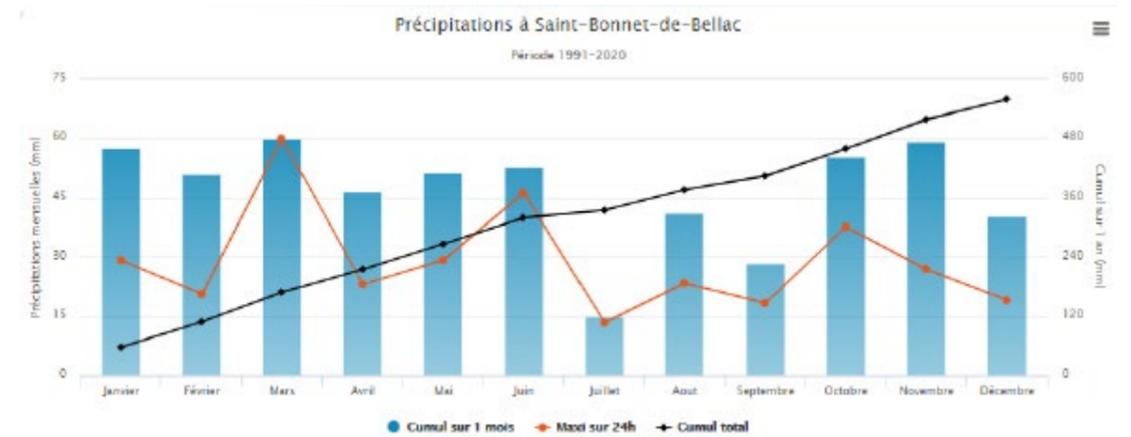


Figure 2 – Précipitations journalières et cumulées (1991 - 2020)
Source : infoclimat

Les vents dominants et avec les vitesses les plus importantes proviennent du sud-ouest. En revanche le vent provient peu d'une orientation nord-est.

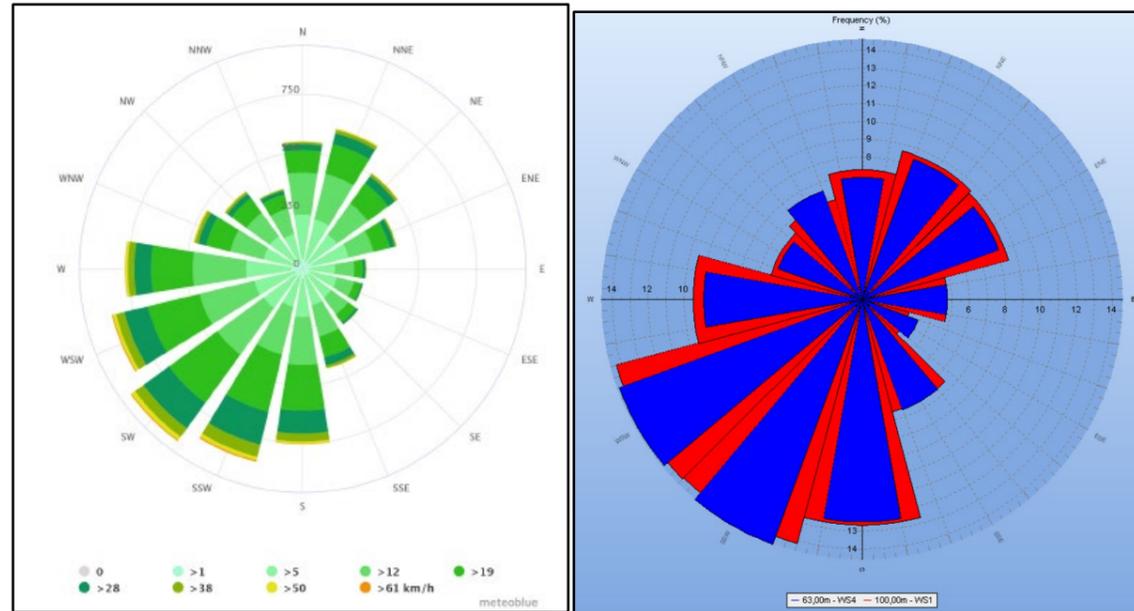


Figure 3 – Distribution de la direction des vents

A gauche : Entre 1988–2018 (Source : Meteoblue)

A droite : Entre juillet 2020 et janvier 2021 (Source : Mât de mesures de 100m – RP GLOBAL)

3.2.2 Risques naturels

La commune de Peyrat-de-Bellac envisagée pour l'accueil du parc éolien a fait l'objet d'arrêtés de catastrophes naturelles.

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain				
87PREF19990114	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
Inondations et coulées de boue				
87PREF19880019	11/06/1988	12/06/1988	24/08/1988	14/09/1988
87PREF19840006	10/06/1984	10/06/1984	21/09/1984	18/10/1984
Tempête				
87PREF19820114	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982	19/11/1982

Figure 4 – Inventaire des arrêtés de catastrophes naturelles

Aucun arrêté de catastrophe naturelle n'a été pris depuis près de 20 ans.

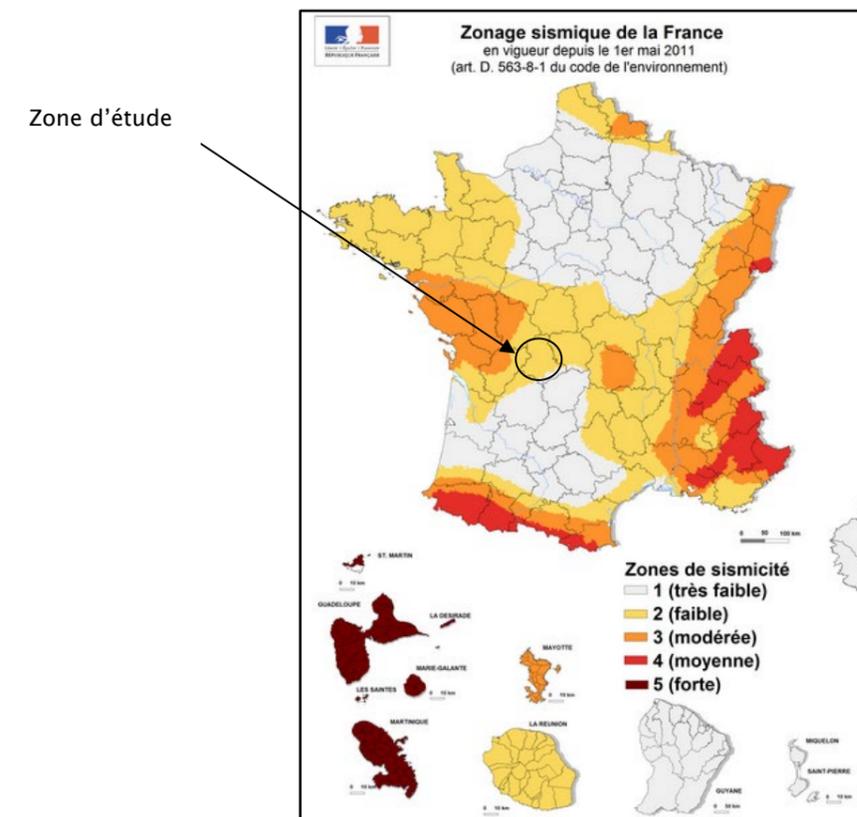
3.2.2.1 Risque sismique

Les avancées scientifiques et l'arrivée du nouveau code européen de construction parasismique – l'Eurocode 8 (EC8) – ont rendu nécessaire la révision du zonage sismique de 1991 donnant une nouvelle cartographie de la France.

Le contexte a conduit à déduire le zonage sismique de la France non plus d'une approche déterministe, mais d'un calcul probabiliste (calcul de la probabilité qu'un mouvement sismique donné se produise au moins une fois en un endroit et une période de temps donné), la période de retour préconisée par les EC8 étant de 475 ans.

Le zonage sismique français entré en vigueur le 1er mai 2011 est défini dans les décrets n° 2010-1254 et 2010-1255 du 22 octobre 2010, codifiés dans les articles R.563-1 à 8 et D.563-8-1 du Code de l'Environnement. Ce zonage, reposant sur une analyse probabiliste de l'aléa, divise la France en 5 zones de sismicité.

La zone d'étude se situe en zone de sismicité de niveau 2 (faible).



Carte 6 – Zonage sismique en vigueur depuis le 1er mai 2011

3.2.2.2 Mouvement de terrain

Aucun mouvement de terrain n'est recensé dans le périmètre de l'aire d'étude.
Le territoire semble peu sensible aux mouvements de terrain : un seul mouvement de terrain est à signaler sur la commune de Peyrat-de-Bellac.

Nom	Identifiant	Date de début	Localisation
68700006	Erosion des bergers (rivière le Vincou)	01/01/1993	Le Moulin de Chelipaux

Tableau 5. Inventaire des mouvements de terrain
Source : georisques.gouv.fr

3.2.2.3 Risque d'effondrement

D'après les données relatives aux cavités souterraines fournies par la base de données nationale risques naturels en France métropolitaine (« <http://www.georisques.gouv.fr> »), aucune cavité n'est recensée dans l'aire d'étude de 500 m autour des éoliennes.

3.2.2.4 Aléa retrait-gonflement des argiles

La carte 8 ci-après, extraite de la base de données Retrait-Gonflement des argiles du BRGM présente les aléas sur le secteur d'étude. On constate que la grande majorité de la zone d'étude est en aléa faible (des sondages géotechniques permettront de préciser la nature argileuse des sols. Aucune cavité sur le secteur d'étude).

3.2.2.5 Risque de foudroiement

La densité de foudroiement indique le nombre de coups de foudre par an et par kilomètre carré. Le relevé est effectué à l'aide d'un réseau de stations de détection qui captent les ondes électromagnétiques lors des décharges, les localisent et les comptabilisent.

La densité de foudroiement pour la commune de Peyrat-de-Bellac est modérée selon météorologie.

Aussi le risque de foudroiement susceptible d'avoir un impact sur le projet et la zone d'étude est modérée.

3.2.2.6 Risque d'inondation

La commune de Peyrat-de-Bellac est concernée par un Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN) Inondation Vincou/Gartempe prescrit le 14 février 2006 et approuvé le 12 octobre 2007.

PPR	Aléa	Prescrit le	Enquêté le	Approuvé le
87DDT200600 06 - PPRI Vincou/Gartempe	Inondation, Par une crue torrentielle ou à montée rapide de cours d'eau	14/02/2006	29/05/2007	12/10/2007

Tableau 6. PPRN concerné par le territoire d'étude

Le périmètre de l'aire d'étude est en dehors du zonage réglementaire des prescriptions de ce PPRI à 3 kms à l'Ouest.

La commune de Peyrat-de-Bellac n'est pas considérée comme un Territoire à Risque important d'Inondation (TRI).

L'Atlas des zones inondables (AZI) est un outil de connaissance de l'aléa inondation. Il a pour objet de rappeler l'existence et les conséquences des inondations historiques. Il montre également les caractéristiques de l'aléa pour des crues que l'on qualifiera de rares (c'est-à-dire avec une période de retour supérieure à 100 ans).

Ci-dessous le tableau des AZI recensés sur la commune de Peyrat-de-Bellac.

Nom de l'AZI	Aléa	Date de début de programmation	Date de diffusion
GARTEMPE	Inondation	01/12/2000	0/12/2000
GARTEMPE	Inondation	01/12/2000	01/12/2000
VINCOU-GARTEMPE	Inondation	12/01/2007	
GARTEMPE amont	Inondation	29/01/2007	20/12/2005

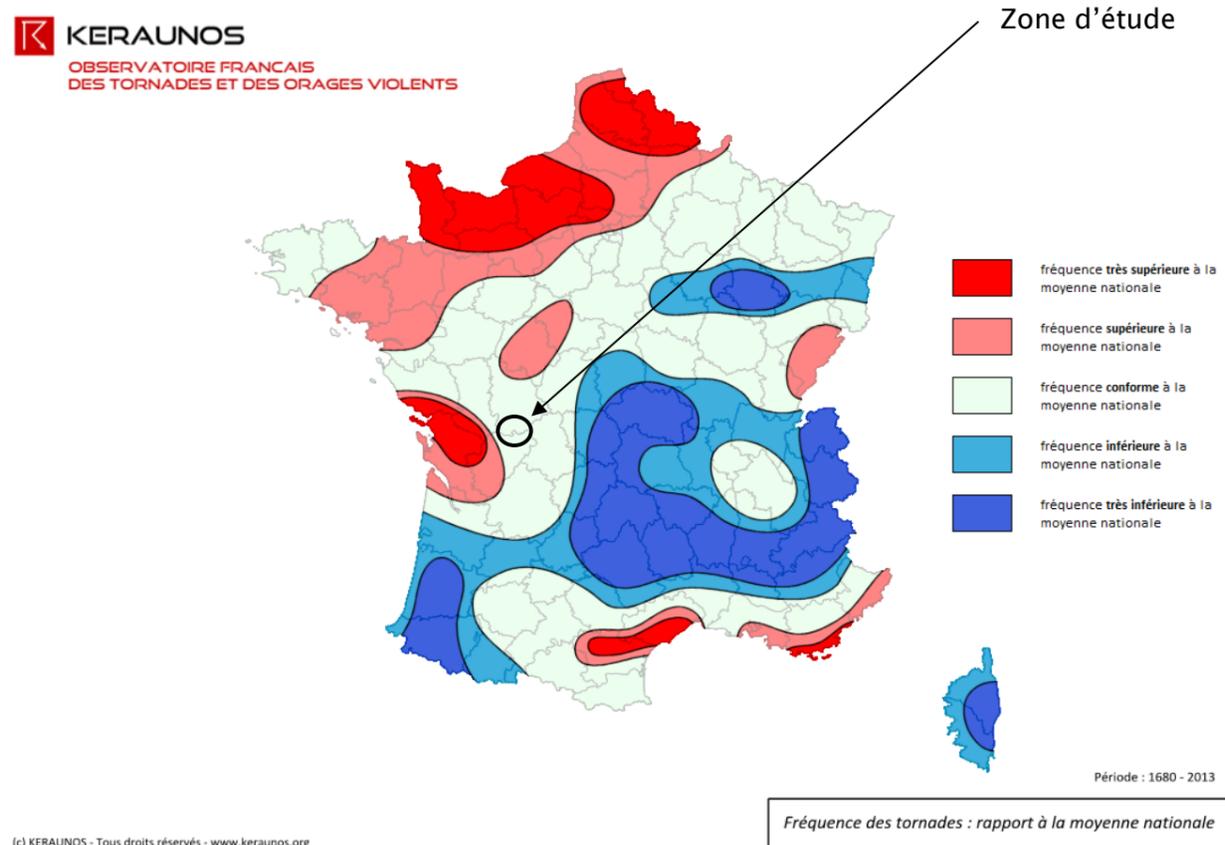
Tableau 7. Atlas de zone inondable (AZI)
Source : georisques.gouv.fr

Inondation par remontée de nappes :

La zone du projet est exposée à un risque de remontée de nappe jugé faible dans sa majorité. Seules quelques petites parties des zones d'études sont exposées à un risque modéré de remontée de nappe.

Un Plan de Prévention des Risques Naturels Inondation concerne la commune de Peyrat-de-Bellac mais l'aire d'étude est en dehors du zonage réglementaire.

3.2.2.7 Le risque de tornades



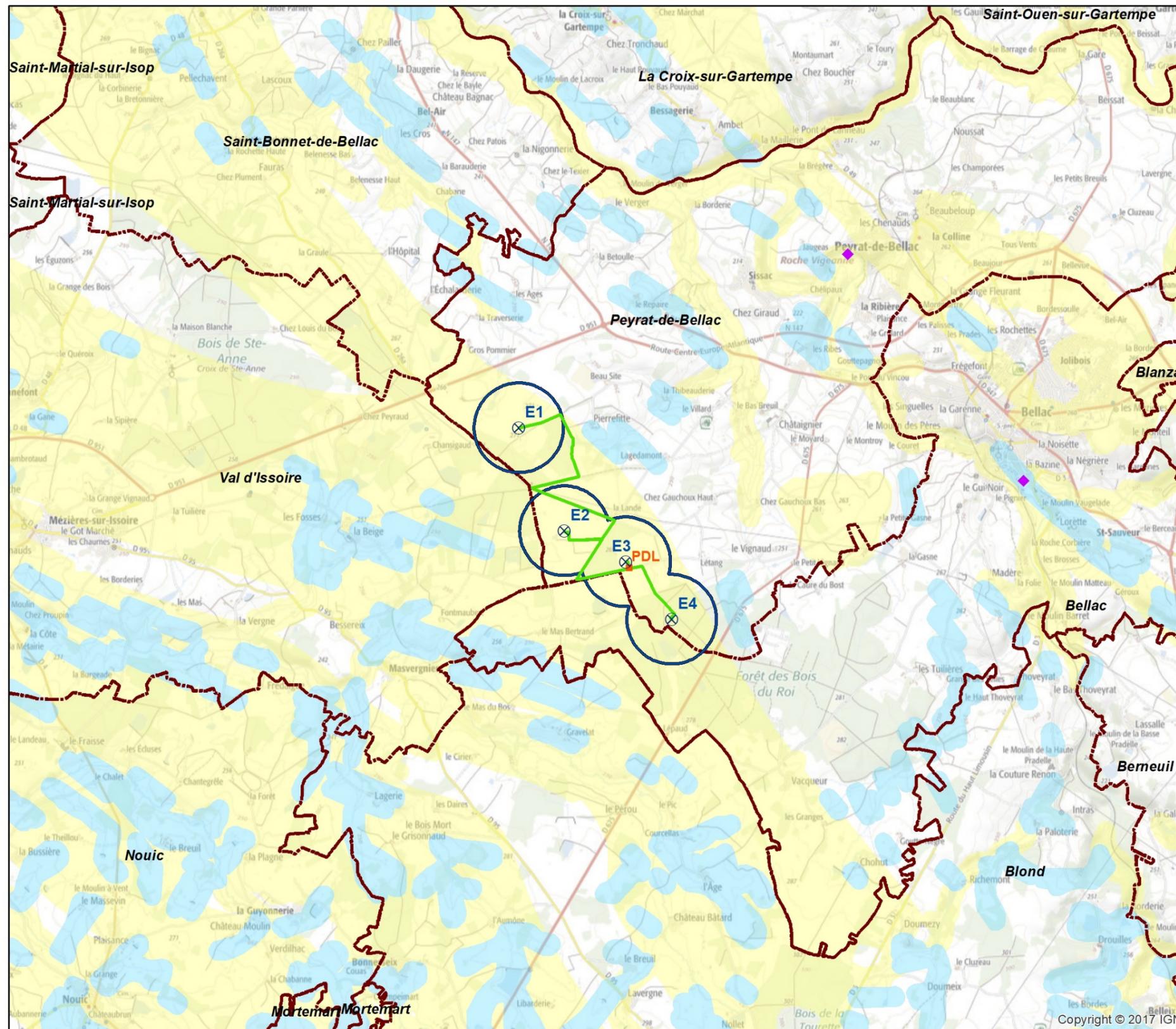
Carte 7 – Fréquence des tornades par rapport à la moyenne nationale
 Source : Keraunos

La région de la Nouvelle-Aquitaine compte parmi les zones du territoire français qui présentent une exposition conforme à la moyenne nationale en fréquence de tornades.

Toutefois, les tornades y sont nettement plus fréquentes durant la saison chaude (de mai à octobre). Cette dernière rassemble en effet à elle seule plus de 85% des cas recensés. Les tornades de saison froide sont très minoritaires, avec une proportion qui est inférieure à la moyenne nationale (14% des cas recensés contre 26% en moyenne).

Les mois qui rassemblent le plus grand nombre de tornades sont les mois de juin et d'août. Les autres mois de l'année présentent des fréquences nettement moins marquées. Les mois de février, mars, mai, novembre et décembre ne comptent même aucun cas de tornade recensé à ce jour.

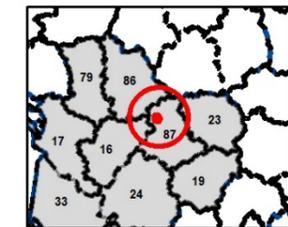
Aucun évènement n'a été recensé dans la base de données nationale du site Keraunos aux alentours de l'aire d'étude.



Parc éolien Les Boucles du Vincou

Etude de Dangers

Risques Naturels



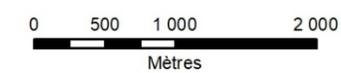
- Eoliennes projetées
- Poste de Livraison
- Câblage inter-éolien
- Aire d'étude (500m)

Types de mouvements de terrain

- Effondrement / Affaissement
- Erosion de berges

Aléa retrait / gonflement des argiles

- Faible
- Fort
- Moyen



1:50 000

Réalisation : RPGLOBAL, 2021
Source de fond de carte : IGN Scan25® et Scan1000®
Source de données : IGN BD TOPO
Projection : RGF 93 Lambert 93

Carte 8 – Risques naturels : Mouvement de terrain, Effondrement et aléa retrait / gonflement des argiles

3.2.3 Environnement matériel

3.2.3.1 Voies de communication

Le réseau routier

Les paysages de la Basse-Marche se trouvent dans le nord de la Haute-Vienne, autour de Bellac et du Dorat, de part et d'autre de la rivière Gartempe.

Le territoire est traversé par de nombreux axes routiers qui desservent les communes de Limoges à Poitiers et Angoulême à Guéret. Ces routes d'importance nationale (N145, N147) sont couplées à un réseau de routes départementales (RD951, RD675, RD947...).

La zone d'étude est localisée sur des terrains agricoles peu fréquentés ou l'on recense le passage de routes communales (carte 9). Certains de ces chemins ne sont pas aménagés (non-praticables) et appartiennent désormais à la commune.

Il ne s'agit que de routes non-structurantes dans la mesure où le trafic journalier est inférieur à 2000 véhicules par jour.

Le réseau ferroviaire et fluvial

La gare la plus proche de la zone d'implantation du projet se situe au Nord-est de l'aire d'étude à Bellac. Il s'agit de la ligne TER 24 qui relie Limoges à Poitiers (hors zone d'étude : cf. carte 9). Aucune voie navigable n'est recensée à proximité immédiate du projet.

3.2.3.2 Réseaux publics et privés

Le réseau électrique

Plusieurs lignes électriques sont situées à proximité du site :

- ✓ Une ligne à Moyenne Tension 90 kV gérée par RTE traverse l'aire d'étude ;
- ✓ Une ligne Haute Tension gérée par ENEDIS qui traverse au nord de la zone d'étude au niveau du lieu-dit le Chapitre ;
- ✓ Une ligne Haute Tension gérée par ENEDIS de direction nord-sud qui traverse l'aire d'étude au niveau du lieu-dit le Bois Carré ;
- ✓ Une ligne Haute Tension de direction ouest-est gérée par ENEDIS qui traverse l'aire d'étude au sud du lieu-dit le Bois Carré.

Par ailleurs, trois postes électriques (postes sources, sur lesquels pourrait se raccorder le projet) sont présents dans un rayon de moins de 15 kilomètres de la zone d'étude.

Le premier est situé à Bellac à 4 Kilomètres à l'Est et les deux autres sont des nouveaux postes de transformation : le poste de l'Ouest Limousin et celui du Haut Limousin.

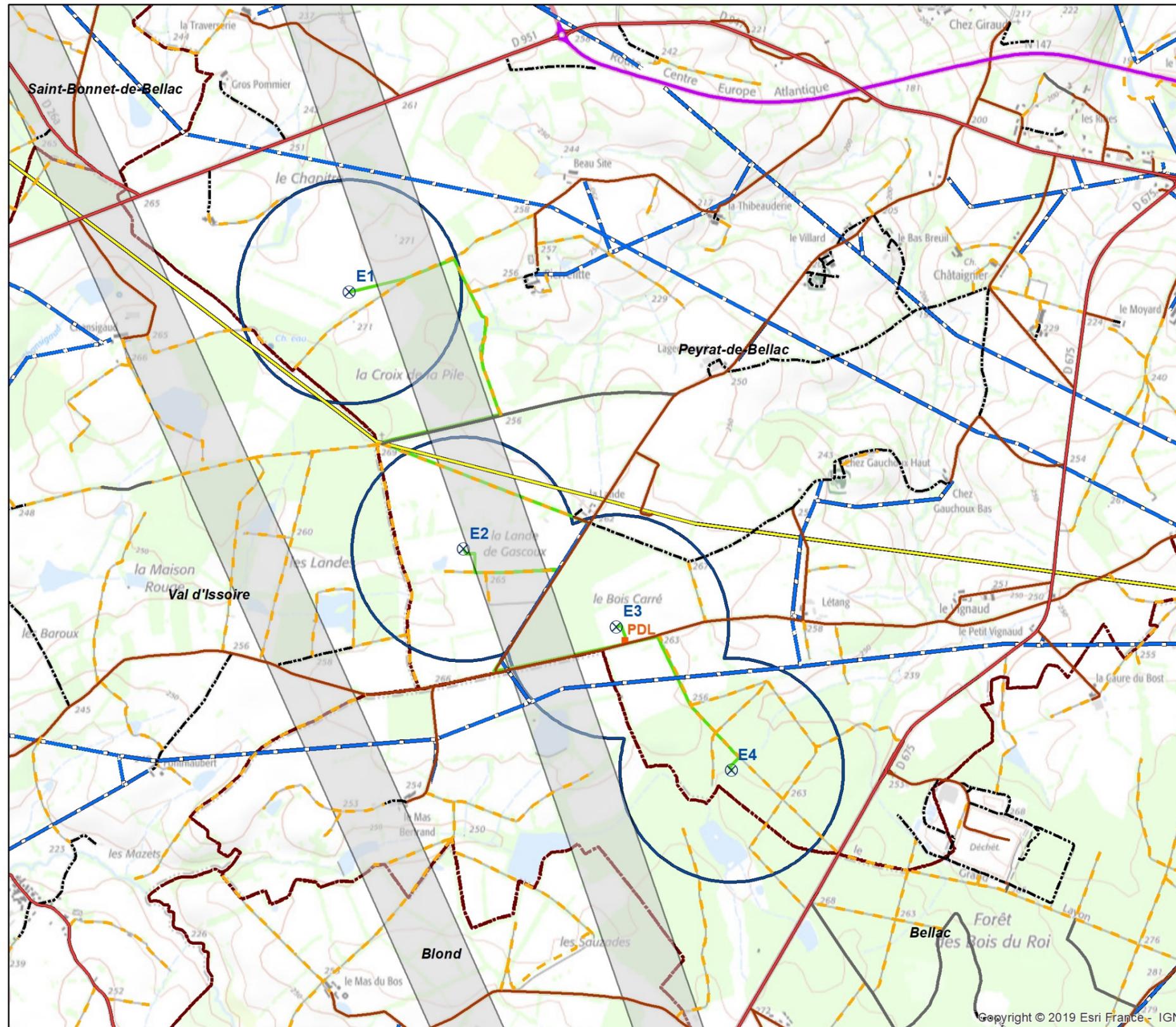
Une fois le projet autorisé, une nouvelle étude sur les potentialités de raccordement sera réalisée auprès du gestionnaire de réseau ENEDIS.

Les faisceaux hertziens

Après intégration des données disponibles auprès de l'ANFR, le projet est concerné par un faisceau hertzien :

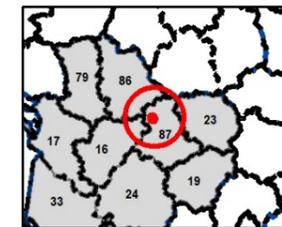
- ✓ Un faisceau non activé 18 Ghz de direction Nord-ouest Sud-est qui relie le Château d'eau de Saint-Bonnet-de-Bellac au pylône autostable de Blond.

La société FREE préconise une distance d'éloignement de 150m entre le centre des éoliennes et le faisceau hertzien.



Parc éolien Les Boucles du Vincou
Etude de Dangers

Voies de communication et réseaux



- ⊗ Eoliennes projetées
- Poste de Livraison
- Aire d'étude (500m)
- Buffer de 150m des faisceaux hertziens
- Câblage inter-éolien
- Lignes Electriques MT gérées par RTE
- Lignes Electriques HT gérées par ENEDIS
- Route Nationale
- Route départementale
- - - Chemin
- - - Route empierrée
- Route à 1 chaussée
- Route à 2 chaussées
- Sentier

0 250 500 1 000
Mètres **1:20 000**

Réalisation : RPGLOBAL, 2021
Source de fond de carte : IGN Scan25® et Scan1000®
Source de données : IGN BD TOPO
Projection : RGF 93 Lambert 93



Carte 9 – Voies de communication et réseaux

3.2.4 Cartographie de synthèse

Le nombre de personnes exposées est renseigné selon la fiche n°1 « Eléments pour la détermination de la gravité dans les études de dangers » de la circulaire du 10 mai 2010 (présentée en annexe).

Pour conclure ce chapitre, les cartes dans ce paragraphe permettent d'identifier géographiquement les enjeux à protéger dans la zone d'étude (cartes 11 à 14).

On recense dans la zone des 500 m autour des éoliennes (zone d'étude), une majeure partie des terrains considérés comme des zones agricoles.

Elles sont constituées d'éléments disparates : champs, voies de circulation non structurantes (chemins, voies faiblement fréquentées...).

Selon la circulaire de Mai 2010 :

- Un champ est classé terrain non aménagé et très peu fréquenté.

Compter 1 personne par tranche de 100 ha.

- Les voies de circulation non structurantes sont classées en terrains aménagés mais peu fréquentés. Compter 1 personne par tranche de 10 ha.

Concernant les boisements, ils n'ont pas vocation de loisirs et ne sont pas aménagés en tant que tels. Comme les zones agricoles, nous les classerons donc **en terrains aménagés mais très peu fréquentés**.

Concernant les voies de communication routières, conformément au guide technique, elles n'ont à être prises en considération que si elles sont empruntées par un nombre significatif de personnes, les voies de circulation non structurantes (inférieures à 2 000 véhicules/jour) étant déjà comptées dans la catégorie des terrains aménagés mais peu fréquentés.

Les chemins d'accès aux éoliennes suivent principalement les chemins agricoles existants. Quelques portions de chemins seront créées, qui ne desserviront que les éoliennes. Leur fréquentation est négligeable (environ un passage de camion tous les 3 mois en moyenne pour la maintenance des machines).

Pour le total de la fréquentation sur l'ensemble du parc éolien, les intersections entre les périmètres de 500 m autour de chaque éolienne sont donc prises en compte plusieurs fois, ce qui correspond dans la réalité au fait que ces secteurs soient exposés aux risques liés à plusieurs éoliennes. Le tableau suivant synthétise les surfaces concernées par le projet.

	Surface totale En ha	Terrain non aménagé et très peu fréquenté en m ²	Terrain aménagé et peu fréquentés en m ²
E1	78,54	779960	5440
E2	78,54	770916	14484
E3	78,54	769501	15899
E4	78,54	768571	16829
Parc éolien	471,24	2320377	52 652

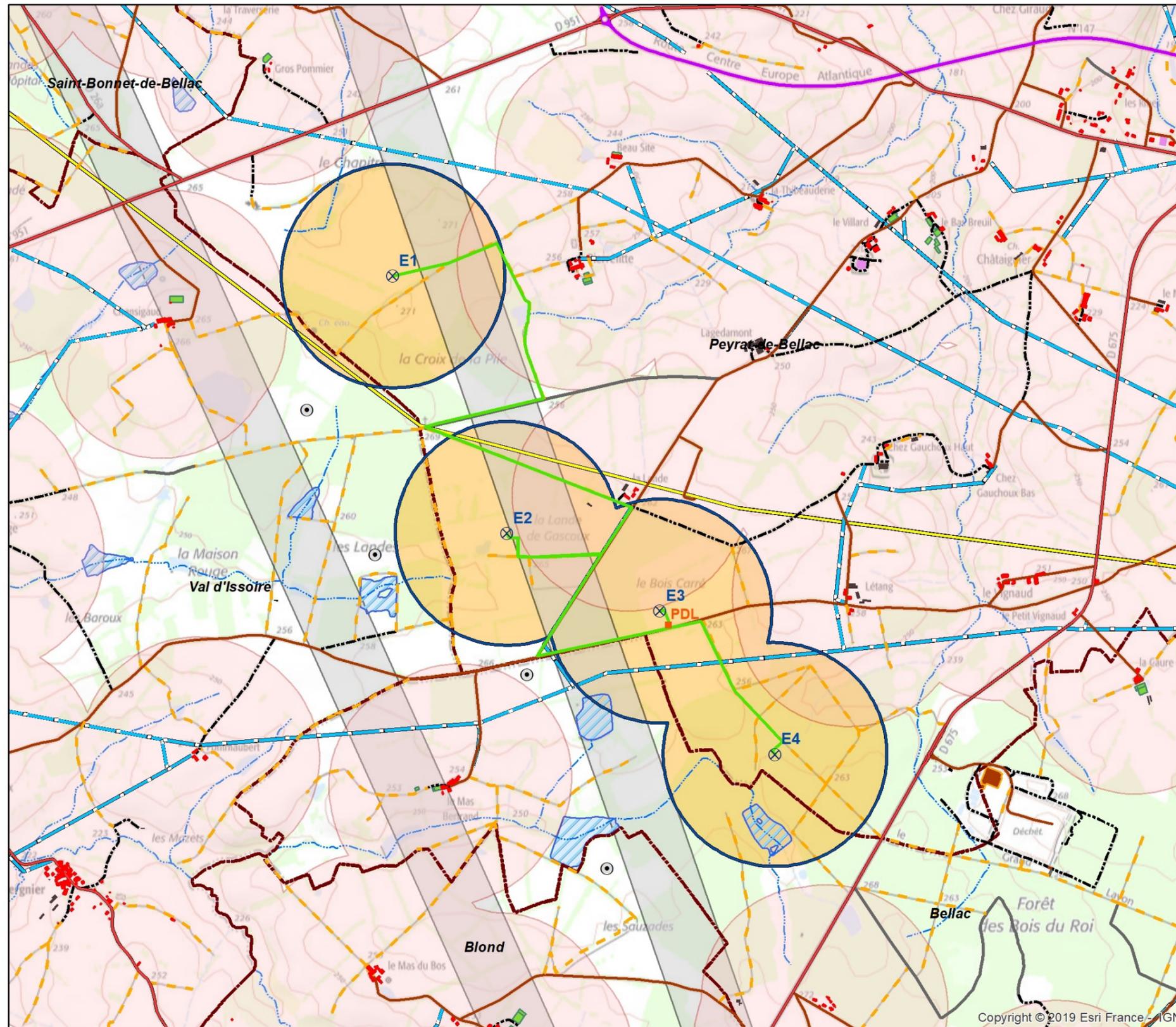
Tableau 8. Décomposition synthétique des surfaces considérées dans les zones autour de chaque éolienne

Le tableau ci-dessous expose la répartition du nombre de personnes permanentes exposées sur le périmètre de 500 m autour des éoliennes, en fonction du secteur concerné et calculé conformément à la circulaire de mai 2010 :

Type de surface concernée	Zones non aménagées, et très peu fréquentées	Zones aménagées et peu fréquentées	Nombre total de personnes exposées par secteur
E1	0,7799	0,0544	0,8343
E2	0,7709	0,1448	0,9157
E3	0,7695	0,1590	0,9285
E4	0,7685	0,1683	0,9368
Parc éolien	3,0888	0,5265	3,6153

Tableau 9. Décomposition synthétique des surfaces considérées et calcul du nombre de personnes exposées dans les zones autour de chaque éolienne

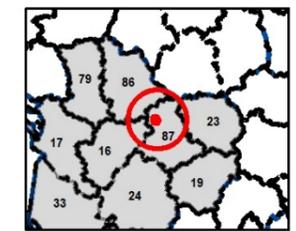
Pour conclure ce chapitre, les cartes dans ce paragraphe permettent d'identifier géographiquement les enjeux à protéger dans la zone d'étude (carte 10).



Parc éolien Les Boucles du Vincou

Etude de Dangers

Synthèse de l'exposition globale



- ⊗ Eoliennes projetées
- Poste de Livraison
- ⊙ Projet éolien "La Croix de la Pile"
- Câblage inter-éolien
- Lignes Electriques MT gérées par RTE
- Lignes Electriques HT gérées par ENEDIS
- Route Nationale
- Route départementale
- Chemin
- Route empierrée
- Route à 1 chaussée
- Route à 2 chaussées
- Sentier
- Cours d'eau
- Voies ferrées
- Aire d'étude (500m)
- Habitations
- Périmètre de protection de 500m autour d'une habitation
- Plan d'eau
- Agricole
- Commercial et services
- Indifférencié
- Industriel
- Buffer de 150m des faisceaux hertziens
- 3,6153 personnes exposées sur l'ensemble du parc éolien

0 250 500 1 000 1:20 000
Mètres

Réalisation : RPGLOBAL, 2021
Source de fond de carte : IGN Scan25® et Scan1000®
Source de données : IGN BD TOPO
Projection : RGF 93 Lambert 93



Carte 10 – Synthèse de l'exposition globale à l'ensemble du parc éolien



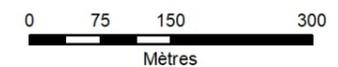
Parc éolien Les Boucles du Vincou

Etude de Dangers

Cartographie de synthèse (E1)



- Eoliennes projetées
- Poste de Livraison
- Projet éolien "La Croix de la Pile"
- Câblage inter-éolien
- Lignes Electriques MT gérées par RTE
- Lignes Electriques HT gérées par ENEDIS
- Route Nationale
- Route départementale
- Chemin
- Route empierrée
- Route à 1 chaussée
- Route à 2 chaussées
- Sentier
- Cours d'eau
- Voies ferrées
- Aire d'étude (500m)
- Habitations
- Périmètre de protection de 500m autour d'une habitation
- Plan d'eau
- Agricole
- Commercial et services
- Indifférencié
- Industriel
- Buffer de 150m des faisceaux hertziens
- E1 - 0,8343 personnes exposées



1:7 500

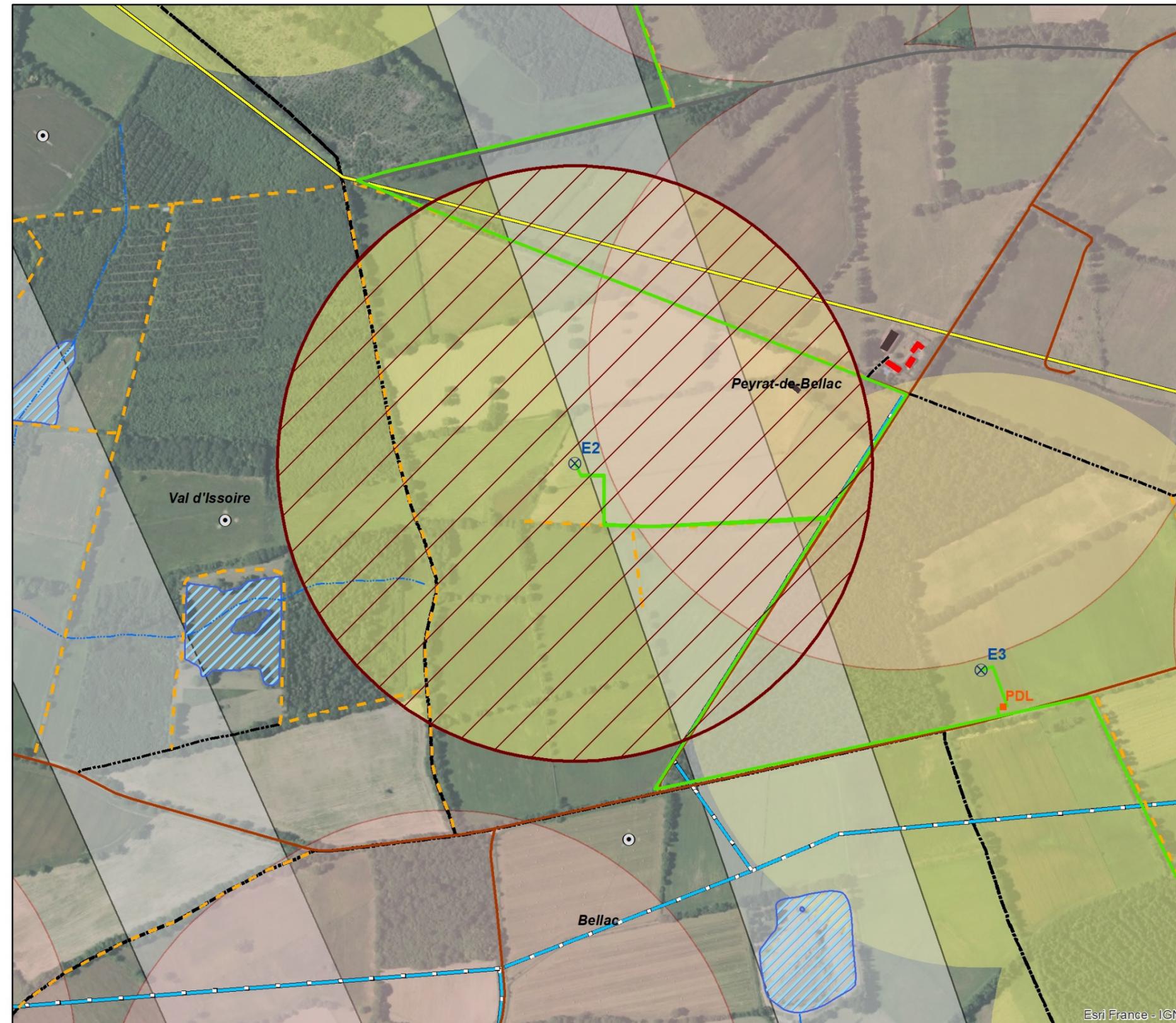
Réalisation : RPGLOBAL, 2021
Source de fond de carte : IGN Scan25® et Scan1000®
Source de données : IGN BD TOPO
Projection : RGF 93 Lambert 93

Carte 11 – Synthèse de l'exposition pour l'éolienne E1

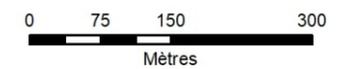
Parc éolien Les Boucles du Vincou

Etude de Dangers

Cartographie de synthèse (E2)



- Eoliennes projetées
- Poste de Livraison
- Projet éolien "La Croix de la Pile"
- Câblage inter-éolien
- Lignes Electriques MT gérées par RTE
- Lignes Electriques HT gérées par ENEDIS
- Route Nationale
- Route départementale
- Chemin
- Route empierrée
- Route à 1 chaussée
- Route à 2 chaussées
- Sentier
- Cours d'eau
- Voies ferrées
- Aire d'étude (500m)
- Habitations
- Périmètre de protection de 500m autour d'une habitation
- Plan d'eau
- Agricole
- Commercial et services
- Indifférencié
- Industriel
- Buffer de 150m des faisceaux hertziens
- E2 - 0,9157 personnes exposées



1:7 500

Réalisation : RPGLOBAL, 2021
Source de fond de carte : IGN Scan25® et Scan1000®
Source de données : IGN BD TOPO
Projection : RGF 93 Lambert 93

Carte 12 – Synthèse de l'exposition pour l'éolienne E2



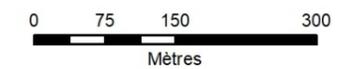
Parc éolien Les Boucles du Vincou

Etude de Dangers

Cartographie de synthèse (E3)



- Eoliennes projetées
- Poste de Livraison
- Projet éolien "La Croix de la Pile"
- Câblage inter-éolien
- Lignes Electriques MT gérées par RTE
- Lignes Electriques HT gérées par ENEDIS
- Route Nationale
- Route départementale
- Chemin
- Route empierrée
- Route à 1 chaussée
- Route à 2 chaussées
- Sentier
- Cours d'eau
- Voies ferrées
- Aire d'étude (500m)
- Habitations
- Périmètre de protection de 500m autour d'une habitation
- Plan d'eau
- Agricole
- Commercial et services
- Indifférencié
- Industriel
- Buffer de 150m des faisceaux hertziens
- E3 - 0,9285 personnes exposées



1:7 500

Réalisation : RPGLOBAL, 2021
Source de fond de carte : IGN Scan25® et Scan1000®
Source de données : IGN BD TOPO
Projection : RGF 93 Lambert 93

Carte 13 – Synthèse de l'exposition pour l'éolienne E3

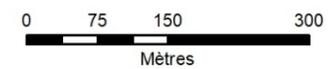
Parc éolien Les Boucles du Vincou

Etude de Dangers

Cartographie de synthèse (E4)



- Eoliennes projetées
- Poste de Livraison
- Projet éolien "La Croix de la Pile"
- Câblage inter-éolien
- Lignes Electriques MT gérées par RTE
- Lignes Electriques HT gérées par ENEDIS
- Route Nationale
- Route départementale
- Chemin
- Route empierrée
- Route à 1 chaussée
- Route à 2 chaussées
- Sentier
- Cours d'eau
- Voies ferrées
- Aire d'étude (500m)
- Habitations
- Périmètre de protection de 500m autour d'une habitation
- Plan d'eau
- Agricole
- Commercial et services
- Indifférencié
- Industriel
- Buffer de 150m des faisceaux hertziens
- E4 - 0,9368 personnes exposées



1:7 500

Réalisation : RPGLOBAL, 2021
Source de fond de carte : IGN Scan25® et Scan1000®
Source de données : IGN BD TOPO
Projection : RGF 93 Lambert 93

Carte 14 – Synthèse de l'exposition pour l'éolienne E4

4 DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

Ce chapitre a pour objectif de caractériser l'installation envisagée ainsi que son organisation et son fonctionnement, afin de permettre d'identifier les principaux potentiels de danger qu'elle représente (chapitre V), au regard notamment de la sensibilité de l'environnement décrit précédemment.

4.1 CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

4.1.1 Caractéristique générale d'un parc éolien

Un parc éolien est une centrale de production d'électricité à partir de l'énergie du vent. Il est composé de plusieurs aérogénérateurs et de leurs annexes :

- Plusieurs éoliennes fixées sur une fondation adaptée, accompagnée d'une aire stabilisée appelée « plateforme » ou « aire de grutage » ;
- Un réseau de câbles électriques enterrés permettant d'évacuer l'électricité produite par chaque éolienne vers le ou les poste(s) de livraison électrique (appelé « réseau inter-éolien ») ;
- Un ou plusieurs poste(s) de livraison électrique, concentrant l'électricité des éoliennes et organisant son évacuation vers le réseau public d'électricité au travers du poste source local (point d'injection de l'électricité sur le réseau public) ;
- Un réseau de câbles enterrés permettant d'évacuer l'électricité regroupée au(x) poste(s) de livraison vers le poste source (appelé « réseau externe » et appartenant le plus souvent au gestionnaire du réseau de distribution d'électricité) ;
- Un réseau de chemins d'accès ;
- Éventuellement des éléments annexes type mât de mesure de vent, aire d'accueil du public, aire de stationnement, etc.

4.1.1.1 Éléments constitutifs d'un aérogénérateur

Au sens 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, les aérogénérateurs (ou éoliennes) sont définis comme un dispositif mécanique destiné à convertir l'énergie du vent en électricité, composé des principaux éléments suivants : un mât, une nacelle, le rotor auquel sont fixées les pales, ainsi que, le cas échéant, un transformateur.

Les aérogénérateurs se composent de trois principaux éléments :

- **Le rotor** qui est composé de trois pales (pour la grande majorité des éoliennes actuelles) construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu. Il se prolonge dans la nacelle pour constituer l'arbre lent.
- **Le mât** est généralement composé de plusieurs tronçons en acier ou d'anneaux de béton surmontés d'un ou plusieurs tronçons en acier. Dans la plupart des éoliennes, il abrite le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne au niveau de celle du réseau électrique (ce transformateur peut aussi être localisé au pied du mât, à l'extérieur, de l'éolienne ou dans un local séparé de la nacelle).
- **La nacelle** abrite plusieurs éléments fonctionnels :
 - Le générateur transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique ;
 - Le multiplicateur (certaines technologies n'en utilisent pas) ;
 - Le système de freinage mécanique ;
 - Le système d'orientation de la nacelle qui place le rotor face au vent pour une production optimale d'énergie ;
 - Les outils de mesure du vent (anémomètre, girouette) ;
 - Le balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique.

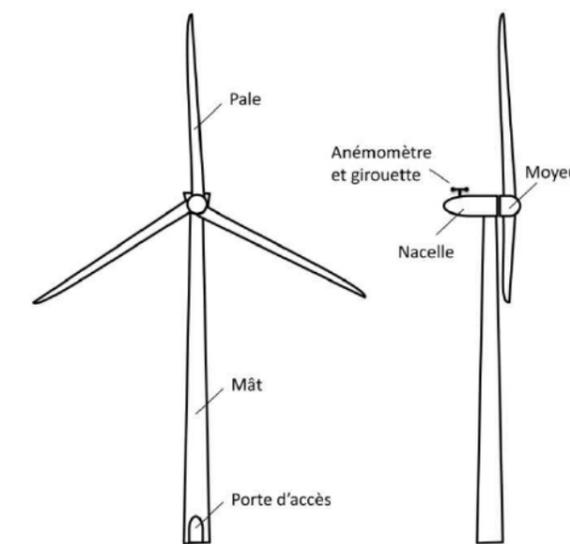


Figure 1 – Schéma simplifié d'un aérogénérateur

4.1.1.2 Emprise au sol

Plusieurs emprises au sol sont nécessaires pour la construction et l'exploitation des parcs éoliens :

- **La surface de chantier** est une surface temporaire, durant la phase de construction, destinée aux manœuvres des engins et au stockage au sol des éléments constitutifs des éoliennes.
- **La fondation de l'éolienne** est recouverte de terre végétale. Ses dimensions exactes sont calculées en fonction des aérogénérateurs et des propriétés du sol.
- **La zone de surplomb ou de survol** correspond à la surface au sol au-dessus de laquelle les pales sont situées, en considérant une rotation à 360° du rotor par rapport à l'axe du mât.
- **La plateforme** correspond à une surface permettant le positionnement de la grue destinée au montage et aux opérations de maintenance liées aux éoliennes. Sa taille varie en fonction des éoliennes choisies et de la configuration du site d'implantation.

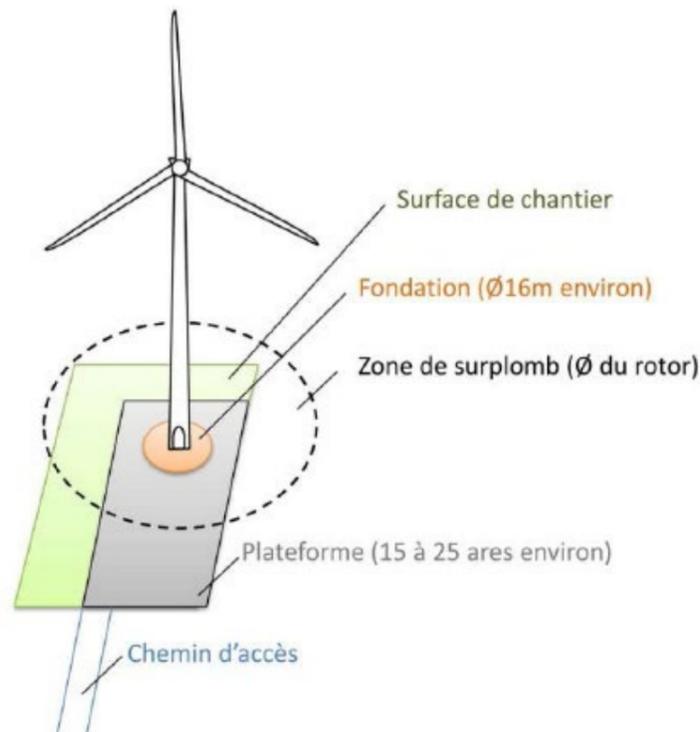


Figure 2 – Illustration des emprises au sol d'une éolienne

4.1.1.3 Chemin d'accès

Pour accéder à chaque aérogénérateur, des pistes d'accès sont aménagées pour permettre aux véhicules d'accéder aux éoliennes aussi bien pour les opérations de constructions du parc éolien que pour les opérations de maintenance liées à l'exploitation du parc éolien :

- L'aménagement de ces accès concerne principalement les chemins agricoles existants ;
- Si nécessaire, de nouveaux chemins sont créés sur les parcelles agricoles.

Durant la phase de construction et de démantèlement, les engins empruntent ces chemins pour acheminer les éléments constituant les éoliennes et de leurs annexes.

Durant la phase d'exploitation, les chemins sont utilisés par des véhicules légers (maintenance régulière) ou par des engins permettant d'importantes opérations de maintenance (ex : changement de pale).

Ces accès seront carrossables et permettront aux services d'incendie et de secours d'intervenir, comme le prévoit l'article 7 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation ICPE.

4.1.1.4 Autres infrastructures

Le raccordement électrique souterrain est le réseau de câbles interne au parc éolien. Il permet de diriger l'électricité produite par les éoliennes vers les postes de livraison.

Le raccordement électrique souterrain sera établi suivant les prescriptions de l'arrêté technique du 17 mai 2001 fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les réseaux de distribution d'énergie électrique.

Les ouvrages seront conçus et réalisés suivant l'état de l'art, la réglementation et les normes en vigueur, notamment les normes NF C 15-100 (installations électriques basse tension), NF C 13-100 (postes de livraison), NF C 13-200 (installations électriques haute tension), NF C 33-226 (conception des câbles) et NF C 20-030 (protection contre les chocs électriques).

4.1.2 Activités de l'installation

L'activité principale du parc éolien Les Boucles Du Vincou est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec une hauteur (mât + nacelle) de 180 m. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

4.1.3 Composition de l'installation

Le projet consiste en l'aménagement de 4 éoliennes, d'un poste de livraison et d'un SCADA (système de contrôle et d'acquisition de données).

Aucune construction existante n'est supprimée et aucun défrichement n'est nécessaire.

Pour les éoliennes du parc éolien Les Boucles du Vincou, plusieurs types d'aérogénérateurs sont pressentis pour le projet :

- VESTAS V126 – 3,45 MW, Tour 117 m
- NORDEX N131 – 3,9 MW, Tour 114 m
- SIEMENS/GAMESA SG132 – 3,4 MW, Tour 114 m

Eolienne	VESTAS V126 – 3,45 MW	NORDEX N131 – 3,9 MW	SIEMENS/GAMESA SG132 – 3,4 MW
Puissance nominale	3 450 kW	3 900 kW	3 400 kW
Diamètre du rotor	126 m	131 m	132 m
Longueur d'une pale	61,7 m	64,4 m	64,5 m
Largeur maximale d'une pale (Corde)	4 m	4,2 m	4,5 m
Hauteur de moyeu	117 m	114 m	114 m
Diamètre maximum à la base	4 m	4,30 m	4,68 m
Hauteur en bout de pale	180 m	179.5 m	180 m

Tableau 10. Modèles d'aérogénérateurs pressentis dans le cadre de l'étude de dangers

Le local contenant le poste de livraison aura les dimensions suivantes :

- Longueur de 9 m,
- Largeur de 3 m,
- Hauteur de 2,70m.

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des 4 aérogénérateurs et du poste de livraison :

	Coordonnées en Lambert 93		
	X	Y	Altitude en m NGF
E1	543944	6559697	267
E2	544454	6558547	263
E3	545138	6558200	266
E4	545652	6557559	258
Postes de livraison	545174,1	6558138	265

Tableau 11. Coordonnées géographiques des éoliennes et du poste de livraison

Le choix final des aérogénérateurs dépendra de la négociation avec les fabricants et des résultats de l'étude de vent.

Afin de ne pas risquer de sous-évaluer les dangers de l'installation, il a été choisi de définir un gabarit théorique dont les paramètres ont été choisis parmi les plus grandes valeurs de l'ensemble des modèles éligibles pour le projet.

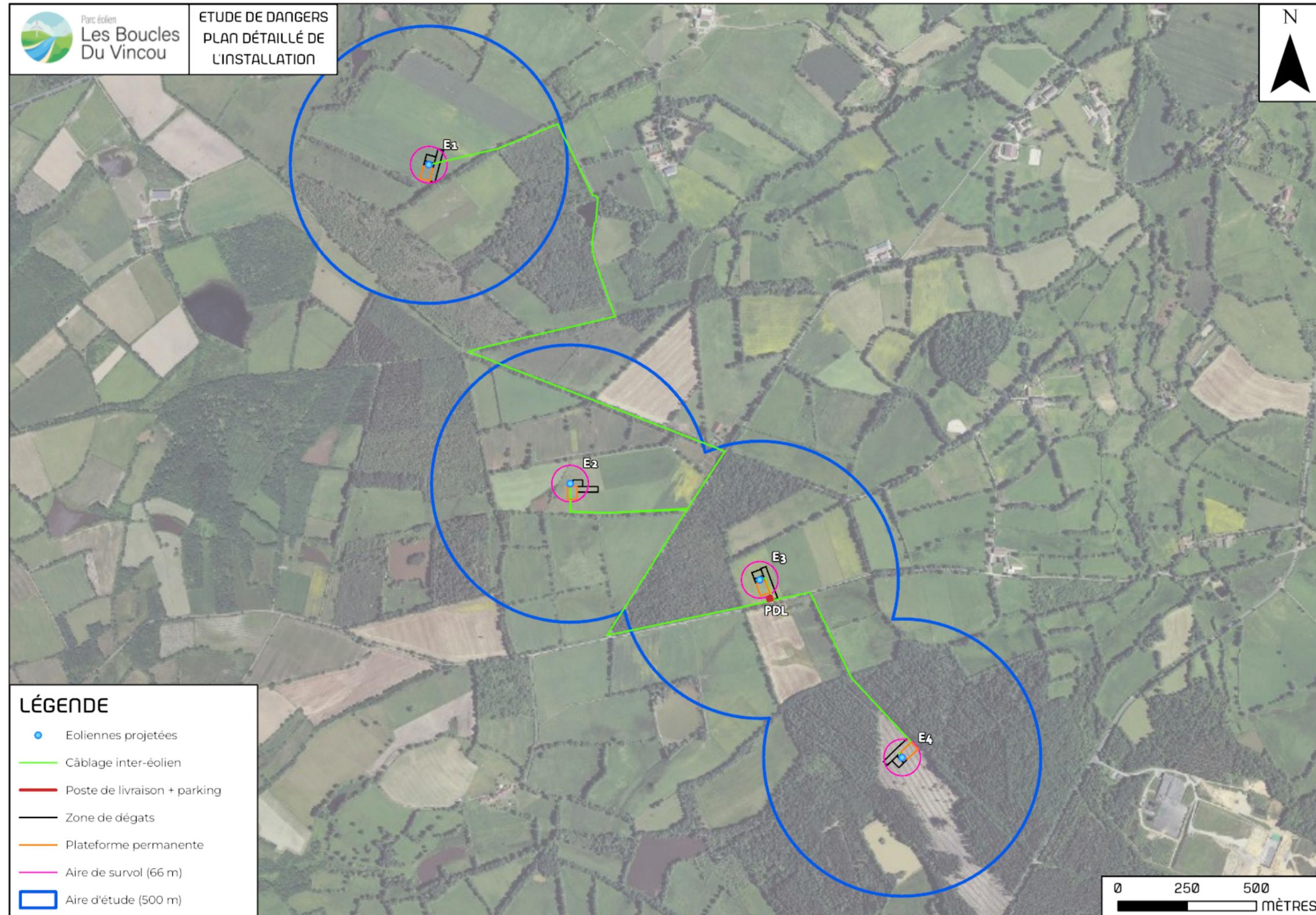
Les dimensions maximalistes du gabarit théorique permettent d'analyser les risques de manière majorante.

Le gabarit maximaliste retenu pour cette étude est :

Puissance nominale	3 900 kW
Diamètre du rotor	132 m
Longueur d'une pale	64.5 m
Largeur maximale d'une pale (Corde)	4,5 m
Hauteur de moyeu	117 m
Diamètre maximum à la base	4,68 m
Hauteur en bout de pale	180 m

Tableau 12. Gabarit maximaliste retenu pour la réalisation de l'étude de dangers

La carte ci-dessous représente le plan détaillé des éoliennes du le parc éolien Les Boucles du Vincou :



Carte 15 – Plan détaillé de l'installation

4.2 FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

4.2.1 Principes de fonctionnement d'un aérogénérateur

Les instruments de mesure de vent placés au-dessus de la nacelle conditionnent le fonctionnement de l'éolienne. Grâce aux informations transmises par **la girouette** qui détecte la direction du vent, le rotor se positionnera pour être continuellement face au vent.

Les pales se mettent en mouvement lorsque **l'anémomètre** (positionné sur la nacelle) indique une vitesse de vent d'environ 7.2 km/h et c'est seulement à partir de 12 km/h que l'éolienne est couplée au réseau électrique.

Le rotor et l'arbre dit « lent » transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse (entre 5 et 20 tr/min) aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit « rapide » tourne environ 100 fois plus vite que l'arbre lent. Toutefois, certaines éoliennes sont dépourvues de multiplicateur et la génératrice est entraînée directement par l'arbre « lent » lié au rotor. La génératrice transforme l'énergie mécanique captée par les pales en énergie électrique.

La puissance électrique produite varie en fonction de la vitesse de rotation du rotor. Dès que le vent atteint environ 50 km/h à hauteur de nacelle, l'éolienne fournit sa puissance maximale. Cette puissance est dite « nominale ».

Pour un aérogénérateur de 3 MW par exemple, la production électrique atteint 3000 kW dès que le vent atteint environ 50 km/h. L'électricité produite par la génératrice correspond à un courant alternatif d'une tension de 400 à 690 V. La tension est ensuite élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur placé dans chaque éolienne pour être ensuite injecté dans le réseau électrique public.

Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre, atteint des vitesses de plus de 100 km/h (variable selon le type d'éoliennes), l'éolienne cesse de fonctionner pour des raisons de sécurité. Deux systèmes de freinage permettront d'assurer la sécurité de l'éolienne :

- le premier par la mise en drapeau des pales, c'est-à-dire un freinage aérodynamique : les pales prennent alors une orientation parallèle au vent ;
- le second par un frein mécanique sur l'arbre de transmission à l'intérieur de la nacelle.

Le tableau ci-après expose de façon synthétique le découpage fonctionnel de l'installation.

<i>Élément de l'installation</i>	<i>Fonction</i>	VESTAS V126 – 3,45 MW	NORDEX N131 – 3,9 MW	SIEMENS/GAMESA SG132 – 3,4 MW
Fondation	<i>Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol</i>	<i>En béton armé, de forme octogonale Design adapté en fonction des études géotechnique et hydrogéologique réalisées avant la construction</i>	<i>Massif de stabilité en béton armé. Il est constitué soit d'une virole d'ancrage métallique préfabriquée, soit d'une cage d'ancrage à tirants post-contraints, tous deux enchâssés dans un réseau de fers à béton</i>	<i>En béton armé, de forme circulaire. Dimension : design adapté en fonction des études géotechnique et hydrogéologique réalisées avant la construction</i>
Mât	<i>Supporter la nacelle et le rotor</i>	<i>Hauteur de moyeu : 117m Diamètre de section : 4m Diamètre section haute : 3.1m</i>	<i>Hauteur de moyeu : 114m Diamètre de section : 4.1m Diamètre section haute : 3m</i>	<i>Hauteur de moyeu : 114m Diamètre de section : 4.5m Diamètre section haute : 3m</i>
Nacelle	<i>Supporter le rotor</i>	<i>Poids à vide : 70 tonnes Poids total : 157 tonnes Longueur : 12.8m Largeur : 3.2m</i>	<i>Poids à vide : 58 tonnes Longueur : 13m Largeur : 4.2m Hauteur : 4.3m</i>	<i>La coque de la nacelle est en fibre de verre renforcée par un maillage métallique. Longueur : 11.2m Largeur : 4.2m Hauteur : 3.97m</i>
	<i>Abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité</i>			
Rotor / pales	<i>Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice</i>	<i>Diamètre de rotor : 126m Longueur de pales : 61,7m Orientation active des pales face au vent Plastique renforcé à la fibre de verre (GFK), protection contre la foudre intégrée en accord complet avec la norme IEC 61 – 400–24 (Juin 2010) Surface balayée : 12469m²</i>	<i>Diamètre de rotor : 131m Longueur de pales : 64,4m Surface balayée par le rotor : 13478m² Matériaux des pales : coque en fibre de verre renforcée avec la résine époxy et des fibres de carbone</i>	<i>Diamètre de rotor : 132m Longueur de pales : 64,5m Surface balayée par le rotor : 13685m² Matériaux des pales : coque en fibre de verre renforcée avec la résine époxy et des fibres de carbone</i>
Générateur électrique	<i>L'énergie mécanique du vent est transformée en énergie électrique par le générateur</i>	<i>Puissance nominale : 3.45 MW</i>	<i>Puissance nominale : 3.9 MW</i>	<i>Puissance nominale : 3.4 MW Type : Génératrice synchrone aimants permanents</i>
Transformateur	<i>Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau</i>	<i>A l'intérieur du mât Tension de 20 kV à la sortie</i>	<i>HTA : 20 000 V Fréquence : 50 Hz</i>	<i>HTA : 20 000 V Fréquence : 50 Hz</i>
Poste de livraison	<i>Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public</i>	<i>Equipé de différentes cellules électriques et automates qui permettent la connexion et la déconnexion du parc éolien au réseau 20 kV</i>	<i>15000 – 20000 V</i>	<i>15000 – 20000 V</i>

Tableau 13. Présentation des différentes composantes de l'installation

4.2.2 Sécurité de l'installation

Règles de conception et système qualité

Les constructeurs, fournissant les machines et en assurant la maintenance, sont certifiés ISO 9001. Le système de management de la qualité et tous les processus de production sont conformes à la norme ISO 9001.

Les aérogénérateurs font l'objet d'évaluations de conformité (tant lors de la conception que lors de la construction), de certifications de type (certifications CE) par un organisme agréé et de déclarations de conformité aux standards et directives applicables. Les équipements projetés répondront aux normes internationales de la Commission électrotechnique internationale (CEI) et Normes françaises (NF) homologuées relatives à la sécurité des éoliennes, et notamment :

✓ La norme IEC61400-1 / NF EN 61400-1 Juin 2006 intitulée « Exigence de conception », qui spécifie les exigences de conception essentielles pour assurer l'intégrité technique des éoliennes. Elle a pour objet de fournir un niveau de protection approprié contre les dommages causés par tous les risques pendant la durée de vie prévue. Elle concerne tous les sous-systèmes des éoliennes tels que les mécanismes de commande et de protection, les systèmes électriques internes, les systèmes mécaniques et les structures de soutien ; La norme IEC 61400-1 spécifie les exigences de conception essentielles pour assurer l'intégrité technique des éoliennes.

✓ La norme IEC61400-22 / NF EN 61400-22 Avril 2011 intitulée « essais de conformité et certification », qui définit les règles et procédures d'un système de certification des éoliennes comprenant la certification de type et la certification des projets d'éoliennes installées sur terre ou en mer. Ce système spécifie les règles relatives aux procédures et à la gestion de mise en œuvre de l'évaluation de la conformité d'une éolienne et des parcs éoliens, avec les normes spécifiques et autres exigences techniques en matière de sécurité, de fiabilité, de performance, d'essais et d'interaction avec les réseaux électriques.

✓ La norme CEI/TS 61400-23:2001 Avril 2001 intitulée « essais en vraie grandeur des structures des pales » relative aux essais mécaniques et essais de fatigue.

D'autres normes de sécurité sont applicables :

- La génératrice est construite suivant le standard IEC60034 et les équipements mécaniques répondent aux règles fixées par la norme ISO81400-4.
- La protection foudre de l'éolienne répond au standard IEC61400-24 et aux standards non spécifiques aux éoliennes comme IEC62305-1, IEC62305-3 et IEC62305-4.
- La Directive 2004/108/EC du 15 décembre 2004 relative aux réglementations qui concernent les ondes électromagnétiques.
- Le traitement anticorrosion des éoliennes répond à la norme ISO 9223.

Au cours de la construction de l'éolienne, le maître d'ouvrage mandatera un bureau de vérification pour le contrôle technique de construction.

Les performances des éoliennes sont garanties dans la mesure où les conditions d'installation sont conformes aux spécifications du constructeur.

Conformité aux prescriptions de l'arrêté ministériel

L'installation est conforme aux prescriptions de l'arrêté ministériel relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées relatives à la sécurité de l'installation ainsi qu'aux principales normes et certifications applicables à l'installation.

Cela concerne notamment :

- L'éloignement de 500 mètres de toute construction à usage d'habitation, de tout immeuble habité ou de toute zone destinée à l'habitation telle que définie dans les documents d'urbanisme opposables en vigueur au 13 juillet 2010 et de 300 mètres d'une installation nucléaire ;
- L'implantation de façon à ne pas perturber de manière significative le fonctionnement des radars et des aides à la navigation utilisés dans le cadre des missions de sécurité de la navigation aérienne et de sécurité météorologique des personnes et des biens ;
- La présence d'une voie d'accès carrossable entretenue permettant l'intervention des services d'incendie et de secours ;
- Le respect des normes suivantes : norme NF EN 61 400-1 (version de juin 2006) ou CEI 61 400-1 (version de 2005) ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union européenne ;
- L'installation conforme aux dispositions de l'article R. 111-38 du code de la construction et de l'habitation ;

- Le respect des normes suivantes : norme IEC 61 400-24 (version de juin 2010), normes NFC 15-100 (version compilée de 2008), NFC 13-100 (version de 2001) et NFC 13-200 (version de 2009) ;
- L'installation conforme aux dispositions de la directive du 17 mai 2006 susvisée qui leur sont applicables ;
- Le balisage de l'installation conformément aux dispositions prises en application des articles L. 6351-6 et L.6352-1 du code des transports et des articles R. 243-1 et R. 244-1 du code de l'aviation civile ;
- Le maintien fermé à clé des accès à l'intérieur de chaque aérogénérateur, des postes de transformation, de raccordement ou de livraison, afin d'empêcher les personnes non autorisées d'accéder aux équipements ;
- L'affichage visible des prescriptions à observer par les tiers sur un panneau sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur, sur les postes de livraison et, le cas échéant, sur le poste de raccordement ;
- La réalisation d'essais d'arrêt permettant de s'assurer du fonctionnement correct de l'ensemble des équipements avant la mise en service industrielle des aérogénérateurs ;
- L'interdiction d'entreposage à l'intérieur de l'aérogénérateur de matériaux combustibles ou inflammables.

La description détaillée des différents systèmes de sécurité de l'installation sera quant à elle effectuée au stade de l'analyse préliminaire des risques.

Gestion à distance du fonctionnement des éoliennes

L'exploitation des éoliennes ne fera pas l'objet d'une présence permanente sur site, mis à part lors des opérations de maintenance. Le fonctionnement du parc éolien est entièrement automatisé et contrôlé à distance depuis le centre de commande du parc éolien.

L'exploitation des éoliennes s'effectue grâce à un Automate Programmable Industriel (API) qui analyse en permanence les données en provenance des différents capteurs de l'installation et de l'environnement (conditions météorologiques, vitesse de rotation des pales, production électrique, niveau de pression du réseau hydraulique, etc.) et qui contrôle les commandes en fonction des paramètres.

Sur un moniteur de contrôle placé au niveau du poste électrique de livraison, toutes les données d'exploitation peuvent être affichées et contrôlées, et des fonctions telles que le démarrage, l'arrêt et l'orientation des pales peuvent être commandées.

De plus, les éoliennes sont équipées d'un système de contrôle à distance des données. La supervision peut s'effectuer à distance depuis un PC équipé d'un navigateur Internet et d'une connexion ADSL ou RNIS. Le logiciel de supervision (SCADA - Supervising Control And Data Acquisition) utilisé sera propre à la solution développée par le constructeur.

Le SCADA constitue un terminal de dialogue entre l'automate et son système d'entrée/sortie, connecté en réseau au niveau des armoires de contrôle. Les parcs éoliens sont ainsi reliés à des centres de télésurveillance permettant le diagnostic et l'analyse de leur performance en permanence, ainsi que certaines actions à distance. Ce dispositif assure la transmission de l'alerte en temps réel en cas de panne ou de simple dysfonctionnement. Il permet également de relancer aussitôt les éoliennes si les paramètres requis sont validés et les alarmes traitées. C'est notamment le cas lors des arrêts de l'éolienne par le système normal de commande.

Chaque aérogénérateur sera doté d'un système de détection qui permettra d'alerter, à tout moment, l'exploitant ou un opérateur qu'il aura désigné, en cas d'incendie ou d'entrée en surtension de l'aérogénérateur. L'exploitant ou un opérateur qu'il aura désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de quinze minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur. L'exploitant dressera la liste de ces détecteurs avec leur fonctionnalité et déterminera les opérations d'entretien destinées à maintenir leur efficacité dans le temps.

Chaque aérogénérateur sera doté de moyens de lutte contre l'incendie appropriés aux risques et conformes aux normes en vigueur, notamment :

- Un système d'alarme qui pourra être couplé avec le dispositif mentionné précédemment et qui informera l'exploitant à tout moment d'un fonctionnement anormal. Ce dernier sera en mesure de mettre en œuvre les procédures d'arrêt d'urgence mentionnées ci-dessus dans un délai de soixante minutes.

- Au moins deux extincteurs situés à l'intérieur de l'aérogénérateur, au sommet et au pied de celui-ci. Ils seront positionnés de façons bien visibles et facilement accessibles. Les agents d'extinction seront appropriés aux risques à combattre.

Chaque aérogénérateur sera équipé d'un système permettant de détecter ou de déduire la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. En cas de formation importante de glace, l'aérogénérateur sera mis à l'arrêt dans un délai maximal de soixante minutes. L'exploitant définira une procédure de redémarrage de l'aérogénérateur en cas d'arrêt automatique lié à la présence de glace sur les pales.

4.2.3 Nature et organisation des secours

Il est essentiel que le parc éolien Les Boucles Du Vincou soit connu, localisé et que les procédures appropriées aient été définies par les services de secours concernés.

C'est suite à l'obtention de l'autorisation environnementale que l'exploitant du parc prend contact avec les services de secours, et utilise la fiche de renseignement en page suivante qui propose un menu d'informations à mettre à disposition du service de secours.

En cas de sinistre, les pompiers seront prévenus par le personnel du site ou les riverains directement par le 18. L'appel arrivera au Centre de Traitement des Appels (CTA), qui est capable de mettre en œuvre les moyens nécessaires en relation avec l'importance du sinistre.

Cet appel sera ensuite répercuté sur le Centre de Secours disponible et le plus adapté au type du sinistre.

Une voie d'accès donne aux services d'interventions un accès facilité au site du parc éolien. Les moyens d'intervention une fois l'incident ou accident survenu sont des moyens de récupération des fragments : grues, engins, camions.

En cas d'incendie avancé, les sapeurs-pompiers se concentreront sur le barrage de l'accès au foyer d'incendie. Une zone de sécurité avec un rayon de 500 mètres autour de l'éolienne devra être respectée.

Annexe Fiche GT sécurité N°1 : Intervention des services de secours			
N°	Renseignements	Utile aux services de secours	
		OUI	NON
Demander aux services de secours si ils veulent avoir :			
1	Le nom du parc		
2	Les plan d'accès, cartes avec chemin d'accès surlignés		
3	Les coordonnées géographiques (WGS84 / Lambert) de chaque machine + poste de livraison		
4	Les N° des machines + postes (N° constructeurs avec la correspondance avec les N° exploitant)		
5	Le N° de téléphone de l'astreinte technique de l'exploitant (chargé de conduite)		
6	La hauteur du moyeu		
7	La hauteur du mât		
8	La définition d'un périmètre de sécurité en cas de besoin (350 à 500 m)		
9	La localisation et l'intensité des différentes sources de tension (plan, schéma, ...)		
10	La localisation des postes de livraison / de transformation		
11	La présence de SF6 ou non dans les transformateurs (ou de toutes autres substance dangereuse)		
12	Le type de transformateur : sec ou à bain d'huile		
13	Les systèmes antichutes et EPI généraux en place		
14	Le nombre et la hauteur des différents paliers		
15	Le N° du Point de Secours Public (si présent)		
16	La présence de panneautage ou non + localisation sur plan		
17	Un plan d'évacuation de la machine avec sorties d'urgence pour l'évacuation		
18	Points d'ancrage		
19	La localisation sur plan de l'alimentation BT / HT + des arrêts d'urgence		
20	Le système d'ouverture des portes (et la nécessité ou non d'utiliser des outils spécifiques pour l'ouverture)		
21	Leur demander si un véhicule de désincarcération doit être demandé spécifiquement en cas de nécessité d'intervention		
Nombre total de document à fournir aux services de secours =			
QUESTIONS SUPPLEMENTAIRES IMPORTANTES		OUI	NON
22	Avez-vous besoin d'autres informations ? Si oui, lesquelles ?		
23	Est il possible d'organiser des exercices / simulation d'évacuation d'urgence / d'incendie avec vos services ?		
24	Est il possible de venir vous rencontrer directement dans votre centre de dispatching des appels d'urgence / Centre d'Appel Téléphonique (C.A.T) afin d'établir un contact et de vous communiquer la documentation de prévention déployée sur le parc ?		
INFORMATIONS UTILES A COMMUNIQUER AUX SERVICES DE SECOURS			
Les services de secours n'ont pas de manipulation à faire dans la machine qui devrait être déjà en sécurité s'ils doivent faire du secours à personne dans la mesure où une machine doit être arrêtée et sécurisée avant que quiconque ne puisse y pénétrer.			
Il est possible de couper tout le parc en le demandant à ERDF en dernier recours => indiquer ici les coordonnées de l'exploitant qui peut demander la coupure au gestionnaire de réseau			

Figure 3 – Fiche de sécurité d'intervention des secours

Les conditions d'intervention et les pratiques demandées par les services de secours se décomposent comme suit

- Accès au parc

- La localisation doit être impérativement communiquée au début des travaux de construction du parc éolien.
- Afin de faciliter l'accès au parc et de réduire le temps d'intervention, des mesures pratiques sont définies avec les services de secours. Elles peuvent être à titre d'exemple
 - ✓ Demander la création d'un Point de Secours Public (PSP)
 - ✓ Indiquer l'emplacement des installations par un marquage important et visible de loin sur chaque machine
 - ✓ Installer des panneaux indicatifs aux croisements des routes départementales et des chemins d'accès aux installations

- Accès aux machines

- Par mesure de sécurité, l'exploitant du parc éolien ferme à clef la porte d'entrée de l'éolienne lors de toute intervention du personnel. Afin de réduire le temps d'intervention, les approches suivantes peuvent être mises en place par exemple :
 - ✓ Mettre les clés à disposition en partie basse (dans les véhicules d'intervention)
 - ✓ Fournir un double de clés passe-partout au centre de secours le plus proche.

- Accès à la nacelle

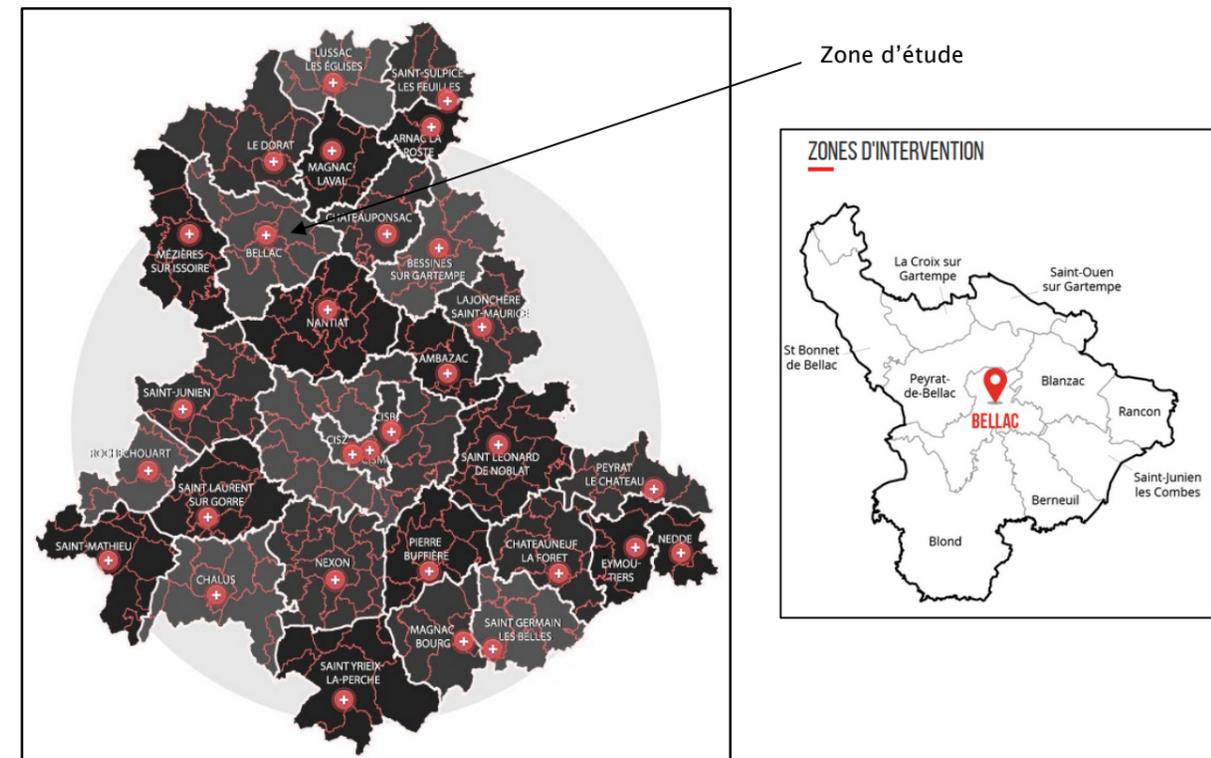
- Les services de secours ont toujours à leur disposition leur propre matériel d'intervention pour l'utilisation duquel ils sont formés.
- Cependant, en fonction du constructeur et du type de machine pour la construction du parc, il se peut que le sac de matériel ne passe pas les trappes intermédiaires et/ou la nacelle/ le hub. Il faudra donc faire un exercice d'entraînement avec les services de secours dans un délai raisonnable suivant la mise en service du parc. Le mode d'emploi du palan/treuil pour monter le matériel de sauvetage dans la nacelle sera communiqué aux services de secours.
- Les points suivants sont également renseignés et agréés avec les services de secours concernés
 - ✓ Mise à disposition d'un sac d'Équipement de Protection Individuel complet (à leur remettre directement ou bien à laisser à demeure en machine ou au poste de livraison)

- ✓ Mise à disposition de chariots antichute adaptés aux lignes de vie installées en machine.
- ✓ Communication aux services de secours des manuels/ consignes d'utilisation des élévateurs de charges et de personnes, des treuils et palans ainsi que ceux de tout EPI mis à leur disposition.

- Simulation d'intervention et exercices d'évacuation

- Un exercice d'évacuation et de simulation d'intervention est organisé avec les services de secours concernés dans un délai de 6 mois à 1 an suivant la mise en service industrielle du parc éolien (cette demande sera formalisée par l'intermédiaire de la fiche de sécurité ci jointe). Pour cela, une éolienne du parc sera mise à disposition.
- Des exercices périodiques sont organisés entre les services de secours et l'exploitant du parc.

Le Centre d'Incendie et de Secours le plus proche est situé à Bellac :



Carte 16 – Localisation des centres d'incendie et de secours de la Haute-Vienne

4.2.3.1 Consignes et procédures de sécurité

La présente étude de danger se concentre essentiellement sur les dangers et les accidents potentiels que le parc éolien Les Boucles Du Vincou pourrait causer à des tiers. Cependant, il est essentiel que préalablement à cette problématique, les aérogénérateurs présélectionnés assurent la sécurité des personnels intervenant dans les machines. C'est pourquoi, pour les modèles envisagés il existe 3 niveaux de prévention et de sécurité.

- **Procédure de sécurité et d'urgence**

Tous les aérogénérateurs ont un système d'étiquetage des dangers dans les nacelles et les mâts des éoliennes. Cet étiquetage prévient les risques de chutes, d'écrasement d'électrocution et d'incendie dans les machines.

De plus, chaque machine est pourvue d'un plan d'évacuation, d'une trousse de premiers secours et d'un panneau indiquant les numéros et lieux des médecins, hôpitaux et urgences les plus proches ainsi que le numéro de la personne responsable à appeler en cas d'urgence.

- **Utilisation et entretien des machines**

Toutes les machines disposent d'un manuel d'utilisation dans chacune des machines indiquant le fonctionnement de l'éolienne et des divers équipements annexes la composant (monte-charge, treuil, ...). De plus, un manuel de maintenance ou guide d'entretien des machines détaillant la nature et la périodicité des travaux de maintenance est également à disposition dans chacune des machines. Enfin, un carnet de visite (log book) est à disposition dans chaque machine. Celui-ci doit être rempli et complété par chaque personne entrant et intervenant dans la machine avec les informations suivantes :

- Heure d'entrée ;
- Heure de sortie ;
- Nature de l'intervention ;
- Matériel utilisé.

- **Consignes de sécurité**

Chaque turbinière met à disposition de l'exploitant un manuel Sécurité Santé au Travail. De plus, lors de la mise en service industrielle du parc, un plan de prévention est mis à disposition par l'exploitant et doit être signé et pris en compte par toute entreprise extérieure intervenant dans les turbines

4.2.4 Opérations de maintenance de l'installation

Concernant les éoliennes le programme préventif de maintenance s'étale sur quatre niveaux :

- **Type 1** : vérification après 300 à 500 heures de fonctionnement (contrôle visuel du mât, des fixations fondation/tour, tour/nacelle, rotor...et test du système de déclenchement de la mise en sécurité de l'éolienne) ;
- **Type 2** : vérification semestrielle des équipements mécaniques et hydrauliques ;
- **Type 3** : vérification annuelle des matériaux (soudures, corrosions), de l'électrotechnique et des éléments de raccordement électrique ;
- **Type 4** : vérification quinquennale de forte ampleur pouvant inclure le remplacement de pièces.

Chacune des interventions sur les éoliennes ou leurs périphériques fait l'objet de l'arrêt du rotor pendant toute la durée des opérations.

Pour la maintenance, une équipe de techniciens spécialisés sera employée. En cas de déviance sur la production ou d'avaries techniques, une équipe de maintenance interviendra sur le site.

Ainsi l'installation est conforme aux prescriptions de l'arrêté ministériel relatif aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 des installations classées en matière d'exploitation.

Les principaux contrôles effectués sont présentés ci-après.

- ✓ **Les modalités de maintenance des aérogénérateurs VESTAS**

Figure 4 – Principales modalités de maintenance : le cas des aérogénérateurs VESTAS

Composants	Opérations
Inspection après 3 mois de fonctionnement	Etat général Vérification de la propreté de l'intérieur de l'éolienne Vérification qu'aucun matériau combustible ou inflammable n'est entreposé dans l'éolienne
	Moyeu Inspection visuelle du moyeu Vérification des boulons entre le moyeu et les supports de pale* Vérification des boulons maintenant la coque du moyeu
	Pales Vérification des roulements et du jeu Vérification des joints d'étanchéité Inspection visuelle des pales, de l'extérieur et de l'intérieur Vérification des boulons de chaque pale* Vérification des bruits anormaux Vérification des bandes paratonnerres
	Système de transfert de courant foudre Moyeu / nacelle Vérification des boulons et de l'absence d'impacts de foudre.
	Arbre principal Vérification des boulons fixant l'arbre principal et le moyeu* Inspection visuelle des joints d'étanchéité Vérification des bruits anormaux et des vibrations Vérification du fonctionnement du système de lubrification Vérification des dommages au niveau des boulons de blocage du rotor
	Système d'orientation de la nacelle (Yaw system) Vérification des boulons fixant le haut du palier d'orientation et la tour* Vérification des bruits anormaux Vérification du système de lubrification

Tour	Vérification de l'état du béton à l'intérieur et à l'extérieur de la tour Vérification des boulons entre la partie fondation et la tour, entre les sections de la tour et sur l'échelle* Vérification des brides et des cordons de soudure Vérification des plateformes Vérification du câble principal
Bras de couple	Vérification boulons Vérification et serrage de la connexion à la terre
Système d'inclinaison des pales (Vestas Pitch System)	Vérification des boulons du cylindre principal et du bras de manivelle Vérification des boulons de l'arbre terminal et des roulements
Multiplicateur	Changement d'huile et nettoyage du multiplicateur si nécessaire Vérification du niveau sonore lors du fonctionnement du multiplicateur Vérification des joints, de l'absence de fuite, etc... Vérification d'absence de fuites au niveau des points de lubrification Vérification des capteurs de débris
Huile du multiplicateur	Vérification du niveau d'huile Vérification des composants du bloc hydraulique et des pompes
Système de freinage	Vérification des étriers, des disques et des plaquettes de freins Inspection des entrées et des sorties de tuyaux
Générateur	Vérification des câbles électriques dans le générateur Vérification des fuites de liquides de refroidissement et de graisse Lubrification des roulements
Système de refroidissement par eau	Vérification du fonctionnement des pompes à eau Vérifications des tubes et des tuyaux Vérification du niveau de liquide de refroidissement
Vestas Cooler Top™	Vérification boulons
Système hydraulique	Vérification d'absence de fuites dans la nacelle, l'arbre principal et les pompes
Onduleur	Vérification du fonctionnement de l'onduleur.
Capteur de vent et balisage	Vérification du bon fonctionnement du balisage aérien et inspection visuelle du capteur de vitesse de vent.

aérien	
Nacelle	Vérification boulons Vérification d'absence de fissures autour des raccords Vérification des points d'ancrage et des fissures autour de ceux-ci
Extérieur	Vérification de la protection de surface Nettoyage des têtes de boulons et d'écrous, des raccords, etc.
Transformateur	Inspection mécanique et électrique du transformateur
Sécurité générale	Inspection des câbles électriques Inspection du système de mise à la terre

Ces opérations de maintenance courante seront répétées lors de l'inspection après la première année de fonctionnement, puis régulièrement selon le calendrier de maintenance.

Les opérations de maintenance supplémentaires sont présentées ci-après.

Composants	Opérations
Moyeu	Vérification de l'état de la fibre de verre Vérification des joints d'étanchéité Vérification de la fonctionnalité des trappes d'accès et de leurs verrous
Pales	Vérification des tubes de graissage et du bloc de distribution de graisse Vérification du niveau de graisse dans les collecteurs de graisse et remplacement s'ils sont pleins Remplissage du distributeur de graisse
Système de transfert de courant foudre Moyeu / nacelle	Vérification du câble connectant les bandes anti-foudres Vérification des amortisseurs d'usure Vérification des bandes anti-foudre
Système d'inclinaison des pales (Vestas Pitch System)	Vérification du bon fonctionnement du système d'inclinaison des pales Vérification de la pression des accumulateurs Vérification de la tension des fixations des accumulateurs Vérification des boulons Vérification des pistons des vérins hydrauliques
Arbre principal	Vérification et lubrification des roulements principaux tous les 5 ans Vérification de l'ajustement des capteurs RPM Lubrification des boulons de blocage du rotor
Bras de couple	Vérification des boulons entre le bras de couple et le bâti tous les 4 ans
Multiplicateur	Vérification et remplacement (si nécessaire) des filtres à air Remplacement des filtres à air tous les 10 ans Remplacement du système de détection de particules tous les 10 ans Vérification des flexibles de drainage. Remplacement si nécessaire. Remplacement des flexibles de drainage tous les 10 ans Remplacement des tuyaux tous les 7 ans Inspection des boulons du système d'accouplement entre le multiplicateur et l'arbre principal tous les 4 ans Extraction d'un échantillon d'huile pour analyse
Système de freinage	Vérification du câblage des capteurs d'usure et de chaleur Remplacement des plaquettes de freins tous les 7 ans
Générateur	Vérification du bruit des roulements Vérification du système de graissage automatique

Inspection après chaque année de fonctionnement

	Vérification du système de refroidissement
Système de refroidissement par eau	Remplacement du liquide de refroidissement tous les 5 ans
Système hydraulique	Vérification des niveaux d'huile et remplacement si nécessaire Extraction d'un échantillon d'huile pour analyse Changement d'huile selon les rapports d'analyse Remplacement des filtres (tous les ans, tous les 2 ans ou tous les 4 ans, selon le filtre) Remplacement des filtres (tous les ans, tous les 2 ans ou tous les 4 ans, selon le filtre) Contrôle des flux et de la pression Vérification de la pression dans le système de frein
Vestas Cooler Top™	Inspection visuelle du Vestas Cooler Top™ et des systèmes parafoudres
Onduleur	Vérification du bon fonctionnement de l'onduleur Remplacement des différents filtres des ventilateurs Remplacement des différents ventilateurs tous les 5 ans Remplacement de la batterie tous les 5 ans
Capteur de vent et balisage aérien	Inspection visuelle du capteur de vitesse de vent et du bon fonctionnement du balisage.
Nacelle	Changement des filtres à air Changement des batteries des processeurs
Tour	Changement des filtres de ventilation contaminés Maintenance de l'élévateur de personnes
Système de détection d'arc électrique	Test du capteur de détection d'arc électrique du jeu de barres et dans la salle du transformateur
Système d'orientation nacelle (Yaw System)	Lubrification de la Couronne d'orientation Vérification du niveau d'huile des motoréducteurs, et remplissage si besoin Changement de l'huile des motoréducteurs tous les 10 ans Vérification et ajustement du couple de freinage
Armoire de contrôle en pied de tour	Test des batteries Remplacement des batteries de secours tous les 5 ans Remplacement des radiateurs en cas de défaillance
Sécurité générale	Test des boutons d'arrêt d'urgence Test d'arrêt en cas de survitesse Vérification des équipements de sauvetage Vérification de la date d'inspection des extincteurs Test des détecteurs de fumée (si installés) Vérification du système antichute

✓ Les modalités de maintenance des aérogénérateurs NORDEX

<i>Entre 300h et 500h de fonctionnement</i>	<i>Tous les 6 mois</i>	<i>Tous les ans</i>	<i>Tous les 5 ans</i>
<i>Vérification de l'état et du bon fonctionnement des éléments mécaniques</i>	<i>Contrôle de la qualité et du niveau des huiles</i>	<i>Remplacement de certains filtres</i>	<i>Maintenance du générateur et remplacement des batteries</i>
<i>Inspection des éléments mécaniques et électriques : Rotor, générateur, nacelle, tour...</i>	<i>Contrôle du bruit et des vibrations des roulements</i>	<i>Contrôle du bon fonctionnement du pitch system</i>	<i>Test et mesures de l'intensité et des systèmes électriques</i>
<i>Etat des pales et du dispositif de captage de foudre</i>	<i>Contrôle de la qualité et du niveau des huiles</i>	<i>Contrôle de l'usure des freins</i>	<i>Contrôle de la pression du circuit d'huile du multiplicateur (3ans)</i>
<i>Vérification des systèmes de sécurité</i>	<i>Contrôle des extincteurs</i>	<i>Vérification des systèmes de protection incendie</i>	<i>Remplacement de convertisseurs</i>
<i>Vérification du serrage des boulons sur tous les éléments de construction</i>	<i>Contrôle de la pression des circuits hydrauliques et hydropneumatiques</i>	<i>Contrôle de pression du circuit de freinage d'urgence</i>	<i>Contrôle du couple de serrage</i>
<i>Vérification de l'état du câble 20000V</i>	<i>Contrôle des capteurs de vent</i>	<i>Contrôle de l'élévateur de personnes et du palan</i>	<i>Remplacement des pompes (10 ans)</i>
<i>Vérification de l'ensemble des connections électriques et électroniques</i>		<i>Vérification des systèmes de sécurité</i>	<i>Remplacement de certaines valves dans les circuits hydrauliques (10ans)</i>
		<i>Vérification de l'état de la structure de la tour</i>	<i>Maintenance du « System Protecfire »</i>

Figure 5 – Modalités de maintenance NORDEX

✓ Les modalités de maintenance des aérogénérateurs SIEMENS/GAMESA : cf. Annexe 7

4.2.5 Stockage et flux de produits dangereux

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011, aucun matériel inflammable ou combustible ne sera stocké dans les éoliennes du parc éolien Les Boucles Du Vincou. De plus, une fiche « données / Sécurité » de chaque produit dangereux est fournie par les constructeurs.

4.2.6 Fonctionnement des réseaux de l'installation

Dans la carte de présentation de l'ensemble de l'installation, l'organisation de l'installation (câbles électriques enterrés : cf. carte 17) est exposée et ce réseau électrique respecte les normes ICPE en vigueur.

4.2.6.1 Raccordement électrique

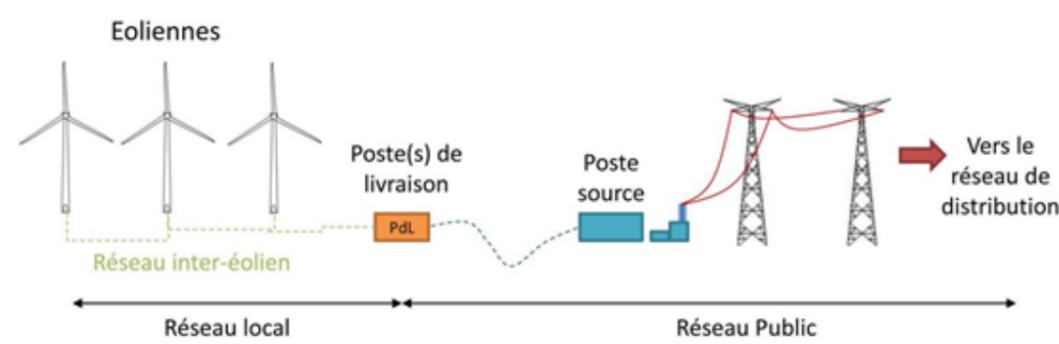


Figure 6 – Raccordement électrique des installations

- **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 de la centrale éolienne, ils sont tous enfouis à une profondeur minimale de 80 cm.

Ces câbles, dont la section en aluminium est de 150 ou 240 mm², constituent le réseau interne de la centrale éolienne et sont conçus suivant la norme NFC 33-226. Ils sont tous enfouis à une profondeur minimale de 80 cm conformément à la norme NFC 13-200.

- **Poste de livraison**

Le poste de livraison est le nœud de raccordement de toutes les éoliennes avant que l'électricité ne soit injectée dans le réseau public. Certains parcs éoliens, par leur taille, peuvent posséder plusieurs postes de livraison, voire se raccorder directement sur un poste source, qui assure la liaison avec le réseau de transport d'électricité (lignes haute tension).

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.

Les installations électriques des postes de livraison sont conformes à la norme NFC 13-100. Le parc éolien Les Boucles du Vincou sera composé d'un seul poste de livraison.

- **Réseau électrique externe**

Le réseau électrique externe relie le ou les postes de livraison avec le poste source (réseau public de transport d'électricité). Ce réseau est réalisé par le gestionnaire du réseau de distribution (généralement Enedis). Il est lui aussi entièrement enterré.

4.2.6.2 Autres réseaux

Une installation de production raccordée au réseau de distribution d'énergie électrique (réseau HTA) est composée schématiquement d'un poste de livraison assurant l'interface entre le réseau public de distribution inclus dans la concession de distribution et l'installation électrique intérieure.

Cette dernière dessert les équipements généraux servant à assurer son bon fonctionnement ainsi que les unités de production proprement dites, avec leurs auxiliaires.

Le réseau électrique externe relie le(s) poste(s) de livraison avec le poste source.

Ce réseau est réalisé par le gestionnaire du réseau de distribution. Il est lui aussi entièrement enterré.

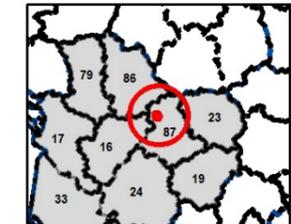
La partie de réseau entre le poste de livraison et le réseau public, appelé réseau externe ou raccordement, sera réalisé sous maîtrise d'ouvrage du distributeur.



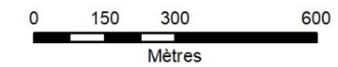
Parc éolien Les Boucles du Vincou

Etude de Dangers

Organisation de l'installation



-  Eoliennes projetées
-  Poste de Livraison
-  Câblage inter-éolien
-  Poste de livraison + parking
-  Aire de survol (66m)



1:15 000

Réalisation : RPGLOBAL, 2021
Source de fond de carte : IGN Scan25® et Scan1000®
Source de données : IGN BD TOPO
Projection : RGF 93 Lambert 93

Carte 17 – Réseau inter-éolien du projet éolien

4.2.6.3 Caractéristiques des câbles électriques

Ce réseau sera réalisé au moyen de câbles souterrains qui seront enfouis à une profondeur de 0,80 m minimum avec grillage avertisseur, et emprunteront les accotements des voiries ainsi que des parcelles agricoles.

4.2.6.4 Raccordement externe au HTA

Le raccordement électrique externe à l'installation, c'est-à-dire entre les postes de livraison qui seront créés et le réseau public d'électricité existant, est réalisé sous la responsabilité du gestionnaire de réseau compétent.

La solution de raccordement au réseau électrique n'est pas encore identifiée puisque la destination et le tracé de raccordement ne seront définis qu'une fois les autorisations délivrées, conformément à la procédure de raccordement.

Le décret n° 2018-1160 du 17 décembre 2018 indique : « *Sans préjudice des conditions prévues par d'autres réglementations, à l'exception des lignes électriques aériennes dont le niveau de tension est supérieur à 50 kV, la construction des ouvrages des réseaux publics d'électricité mentionnés à l'article R. 323-23 fait l'objet, avant le début des travaux, d'une consultation des maires des communes et des gestionnaires des domaines publics sur le territoire ou l'emprise desquels les ouvrages doivent être implantés ainsi que des gestionnaires de services publics concernés par le projet* ».

Ces consultations seront effectuées après avoir défini le poste source de raccordement et un premier tracé des liaisons.

4.2.6.5 Respect des normes techniques

L'exploitant s'engage à respecter la conformité des liaisons électriques intérieures avec la réglementation technique en vigueur (Annexe 4 : Caractéristiques et fiches techniques des réseaux de câbles).

Le poste de livraison respectera à minima les normes suivantes : NFC 13-100, NFC 13-200 et NFC 15-100.

Les câbles respecteront à minima la norme NFC 33 226 HTA (POPY).

4.2.6.6 Qualification du personnel

Le décret n°88-1056 du 14 novembre 1988 (consolidé au 22 juin 2001) pris pour l'exécution des dispositions du livre II du Code du travail (titre III : Hygiène, sécurité et conditions du travail) en ce qui concerne la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques, indique dans la section VI les règles de protection des travailleurs dans les établissements mettant en œuvre des courants électriques.

Le personnel sera qualifié pour l'intervention sur les équipements électriques.

Le personnel en charge de l'installation des équipements sera conforme à la norme NFC 18-510 pour les installations basse tension et haute tension. Des formations concernent également le personnel qui travaille sur des opérations d'ordre non-électriques, dans le voisinage et la zone des installations électriques.

Au moment du chantier, un plan de prévention sera mis en place pour identifier par thèmes les risques liés au chantier et mettre en place des actions pour les éviter.

5 IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION

Ce chapitre de l'étude de dangers a pour objectif de mettre en évidence les éléments de l'installation pouvant constituer un danger potentiel, que ce soit au niveau des éléments constitutifs des éoliennes, des produits contenus dans l'installation, des modes de fonctionnement, etc.

L'ensemble des causes externes à l'installation pouvant entraîner un phénomène dangereux, qu'elles soient de nature environnementale, humaine ou matérielle, sera traité dans l'analyse de risques.

5.1 POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS

L'activité de production d'électricité par les éoliennes ne consomme pas de matières premières, ni de produits pendant la phase d'exploitation. De même, cette activité ne génère pas de déchet, ni d'émission atmosphérique, ni d'effluent potentiellement dangereux pour l'environnement.

Les produits identifiés dans le cadre du parc éolien Les Boucles du Vincou sont utilisés pour le bon fonctionnement des éoliennes, leur maintenance et leur entretien :

- Produits nécessaires au bon fonctionnement des installations (graisses et huiles de transmission, huiles hydrauliques pour systèmes de freinage...), qui une fois usagés sont traités en tant que déchets industriels spéciaux ;
- Produits de nettoyage et d'entretien des installations (solvants, dégraissants, nettoyeurs...) et les déchets industriels banals associés (pièces usagées non souillées, cartons d'emballage...).

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, aucun produit inflammable n'est stocké dans les aérogénérateurs ou le poste de livraison.

Les risques associés aux différents produits concernant le site du parc éolien de Peyrat-de-Bellac sont :

- L'incendie : des produits combustibles sont présents le site (graisses, huiles, ...). Ainsi, la présence d'une charge calorifique peut alimenter un incendie en cas de départ de feu ;
- La toxicité : Ce risque peut survenir suite à un incendie créant certains produits de décomposition nocifs, entraînés dans les fumées de l'incendie ;
- La pollution : En cas de fuite sur une capacité de stockage, la migration des produits liquides dans le sol peut entraîner une pollution, également en cas d'entraînement dans les eaux d'extinction incendie.

❖ Potentiels de dangers de ces produits

- Inflammabilité et comportement vis-à-vis de l'incendie

Les huiles, les graisses et l'eau glycolée ne sont pas des produits inflammables. Ce sont néanmoins des produits combustibles qui sous l'effet d'une flamme ou d'un point chaud intense peuvent développer et entretenir un incendie. Dans les incendies d'éoliennes, ces produits sont souvent impliqués.

Certains produits de maintenance peuvent être inflammables, mais ils ne sont amenés dans l'éolienne que pour les interventions et sont repris en fin d'opération.

Le SF6 (Depuis 1960, le gaz SF6 est utilisé en tant que gaz d'extinction de l'arc et gaz isolant pour les appareils à Haute & Moyenne Tension) est pour sa part ininflammable.

Les disjoncteurs HT au SF6 utilise ce gaz (hexafluorure de soufre) car il est actuellement le meilleur connu pour l'extinction des arcs électriques du fait de son grand pouvoir isolant, ses capacités de transfert thermique et sa rigidité électrique (capacité à absorber les électrons).

C'est un gaz inerte, non inflammable, inodore et non toxique (bien que suffoquant à haute concentration dans une enceinte close et non ventilée). Un parfum lui est ajouté pour détecter une éventuelle fuite.

Les parties actives du disjoncteur sont enfermées dans une enveloppe isolante formant un ensemble étanche rempli de gaz SF6 à faible pression.

Etant donné son très fort potentiel d'effet de serre, les chambres de coupures sont scellées à vie. Lors du démantèlement d'un composant contenant du SF6 le gaz est récupéré et recyclé pour resservir dans de nouveaux disjoncteurs (norme IEC 61634).

C'est aussi la raison pour laquelle d'autres gaz de substitution sont en cours de recherche et de validation pour son remplacement.

Les appareils haute tension étant l'un des derniers secteurs d'utilisation de ce produit. En cas de validation d'un alternatif d'ici à la construction du parc, les solutions sans SF6 seront, bien sûr, étudiées.

Sur un parc éolien raccordé au réseau de distribution électrique, on trouvera typiquement :

- 1 disjoncteur par point de raccordement ; situé dans le poste de livraison électrique (PDL) ;
- 1 disjoncteur par éolienne ; chaque éolienne étant indépendamment protégée en cas de problème électrique.

Le projet éolien de Peyrat-de-Bellac comprendrait 4 éoliennes réparties sur 1 point de raccordement au réseau électrique. Par conséquent 5 disjoncteurs HT seraient à prévoir.

- Toxicité pour l'homme

Ces divers produits ne présentent pas de caractère de toxicité pour l'homme. Ils ne sont pas non plus considérés comme corrosifs (à causticité marquée).

- Dangerosité pour l'environnement

Vis-à-vis de l'environnement, le SF6 possède un potentiel de réchauffement global (gaz à effet de serre) très important, mais les quantités présentes sont très limitées (seulement 1 à 2 kg de gaz dans les cellules de protection). Les huiles et graisses, même si elles ne sont pas classées comme dangereuses pour l'environnement, peuvent en cas de déversement au sol ou dans les eaux entraîner une pollution du milieu.

En conclusion, il ressort que les produits ne présentent pas de réel danger, si ce n'est lorsqu'ils sont soumis à un incendie, où ils vont entretenir cet incendie, ou s'ils sont déversés dans l'environnement générant un risque de pollution des sols ou des eaux.

5.2 POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien de Peyrat-de-Bellac sont de cinq types :

- Chute d'éléments de l'aérogénérateur (boulons, morceaux d'équipements, etc.) ;
- Projection d'éléments (morceaux de pale, brides de fixation, etc.) ;
- Effondrement de tout ou partie de l'aérogénérateur ;
- Echauffement de pièces mécaniques ;
- Courts-circuits électriques (aérogénérateur ou poste de livraison).

Ces dangers potentiels sont recensés dans le tableau suivant :

Installation ou système	Fonction	Phénomène redouté	Danger potentiel
Système de transmission	Transmission d'énergie mécanique	Survitesse	Echauffement des pièces mécaniques et flux thermique
Pale	Prise au vent	Bris de pale ou chute de pale	Energie cinétique d'éléments de pales
Aérogénérateur	Production d'énergie électrique à partir d'énergie éolienne	Effondrement	Energie cinétique de chute
Poste de livraison, intérieur de l'aérogénérateur	Réseau électrique	Court-circuit interne	Arc électrique
Nacelle	Protection des équipements destinés à la production électrique	Chute d'éléments	Energie cinétique de projection
Rotor	Transformer l'énergie éolienne en énergie mécanique	Projection d'objets	Energie cinétique des objets
Nacelle	Protection des équipements destinés à la production électrique	Chute de nacelle	Energie cinétique de chute

Tableau 14. Liste des dangers potentiels identifiés dans le cadre du fonctionnement d'un parc éolien

5.3 REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE

5.3.1 Principales actions préventives

5.3.1.1 Choix de l'emplacement des installations et du modèle d'éolienne

Les principaux choix qui ont été effectués par le porteur de projet au cours de sa conception permettent de réduire les potentiels de dangers identifiés et garantir une sécurité optimale de l'installation.

Ces choix sont synthétisés ci-dessous :

- Le choix de la machine est adapté aux conditions de vent ;
- Lors de la démarche de conception du projet, RP GLOBAL a étudié plusieurs scénarii d'implantation afin de déterminer celui qui minimise les impacts vis-à-vis des intérêts mentionnés par l'article L 511-1 du Code de l'environnement (Cf. Etude d'impact : Analyse des variantes).

Le respect des prescriptions générales de l'arrêté du 26 août 2011 impose au projet :

- Un éloignement des aérogénérateurs de 500 m des zones habitées et à vocation d'habitat ;
- Un choix d'aérogénérateurs respectant des normes de sécurité et disposant d'équipements de prévention des risques ;
- La réalisation obligatoire d'un contrôle technique des ouvrages ;
- Les moyens techniques de RP GLOBAL et du futur constructeur sont mis à disposition via un contrat d'exploitation et de maintenance ;
- Le projet bénéficie de l'expérience de RP GLOBAL dans le développement de projet(s) éolien(s).

5.3.1.2 Substitution des produits par des produits moins dangereux et réduction des quantités

Les produits présents sur chaque éolienne (huile, fluide de refroidissement) sont des produits classiques utilisés dans ce type d'activité.

Ils ne présentent pas de caractère dangereux marqué et les quantités mises en œuvre sont adaptées aux volumes des équipements.

Le SF6 est un très bon isolant électrique et ne dispose pas à ce jour de produit de substitution présentant des qualités équivalentes. De plus, malgré son caractère de gaz à effet de serre, il ne présente pas de danger pour l'homme (inflammable et non toxique).

Il n'est donc pas prévu de solution de substitution. L'utilisation du SF6 constitue déjà une mesure d'évitement du risque.

5.3.2 Utilisation des meilleurs techniques disponibles

L'Union Européenne a adopté un ensemble de règles communes au sein de la directive 96/61/CE du 24 septembre 1996 relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution, dite directive IPPC (« *Integrated Pollution Prevention and Control* »), afin d'autoriser et de contrôler les installations industrielles.

Pour l'essentiel, la directive IPPC vise à minimiser la pollution émanant de différentes sources industrielles dans toute l'Union Européenne. Les exploitants des installations industrielles relevant de l'annexe I de la directive IPPC doivent obtenir des autorités des Etats-membres une autorisation environnementale avant leur mise en service.

Les installations éoliennes, ne consommant pas de matières premières et ne rejetant aucune émission dans l'atmosphère, ne sont pas soumises à cette directive.

6 ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE

Il n'existe actuellement aucune base de données officielle recensant l'accidentologie dans la filière éolienne. Néanmoins, il a été possible d'analyser les informations collectées en France et dans le monde par plusieurs organismes divers (associations, organisations professionnelles, littérature spécialisée, etc.). Ces bases de données sont cependant très différentes tant en termes de structuration des données qu'en termes de détail de l'information.

L'analyse des retours d'expérience vise donc ici à faire émerger des typologies d'accident rencontrés tant au niveau national qu'international. Ces typologies apportent un éclairage sur les scénarios les plus rencontrés. D'autres informations sont également utilisées dans la partie 9 pour l'analyse détaillée des risques.

6.1 INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE

Un inventaire des incidents et accidents en France a été réalisé afin d'identifier les principaux phénomènes dangereux potentiels pouvant affecter le parc éolien Les Boucles Du Vincou. Cet inventaire se base sur le retour d'expérience de la filière éolienne tel que présenté dans le guide technique de conduite de l'étude de dangers (mars 2012). Celui-ci a été complété par la consultation de la base de données ARIA (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents) en novembre 2019.

La base de données ARIA, très complète, permet de connaître l'ensemble des éléments suivants :

- Temporalité et localisation de l'évènement ;
- Nature et description de l'accident ;
- Nature des impacts ;
- Causes profondes de l'accident suites aux analyses approfondies.

Plusieurs sources ont été utilisées pour effectuer le recensement des accidents et incidents au niveau français. Il s'agit à la fois de sources officielles, d'articles de presse locale ou de bases de données mises en place par des associations :

- Base de données ARIA du Ministère du Développement Durable, consultation en novembre 2019 ;
- Communiqués de presse du SER-FEE et/ou des exploitants éoliens ;
- Articles de presse divers.

Dans le cadre de ce recensement, il n'a pas été réalisé d'enquête exhaustive directe auprès des exploitants de parcs éoliens français. Cette démarche pourrait augmenter le nombre d'incidents recensés, mais cela concernerait essentiellement les incidents les moins graves.

Dans l'état actuel, la base de données élaborée par le groupe de travail de SER/FEE ayant élaboré le guide technique d'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens apparaît comme représentative des incidents majeurs ayant affecté le parc éolien français depuis l'année 2000.

L'ensemble de ces sources permet d'arriver à un inventaire aussi complet que possible des incidents survenus en France. Un total de 88 incidents a pu être recensé entre 2000 et 2019 (Annexe 1 : Tableau de l'accidentologie française).

Il apparaît dans ce recensement que les aérogénérateurs accidentés sont principalement des modèles anciens ne bénéficiant généralement pas des dernières avancées technologiques.

Le graphique suivant montre la répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateur français entre 2000 et le premier semestre 2019.

Cette synthèse exclut les accidents du travail (maintenance, chantier de construction, etc.) et les événements qui n'ont pas conduit à des effets sur les zones autour des aérogénérateurs.

Dans ce graphique sont présentés :

- La répartition des événements effondrement, rupture de pale, chute de pale, chute d'éléments et incendie, par rapport à la totalité des accidents observés en France. Elles sont représentées par des histogrammes de couleur foncée ;
- La répartition des causes premières pour chacun des événements décrits ci-dessus. Celle-ci est donnée par rapport à la totalité des accidents observés en France. Elles sont représentées par des histogrammes de couleur claire.

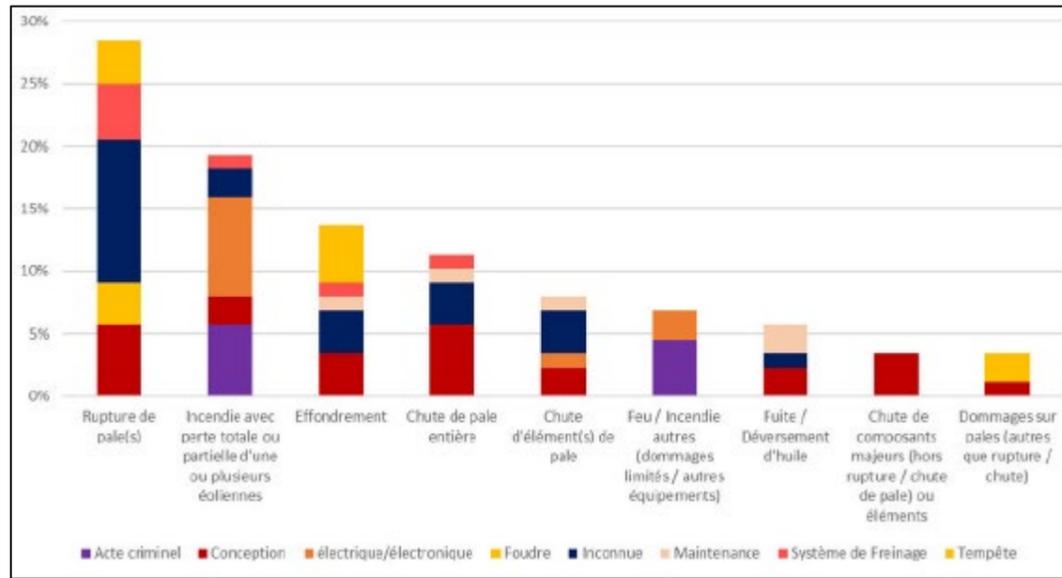


Figure 7 - Répartition des différents types d'événements et des causes (2001 - S1 2019)

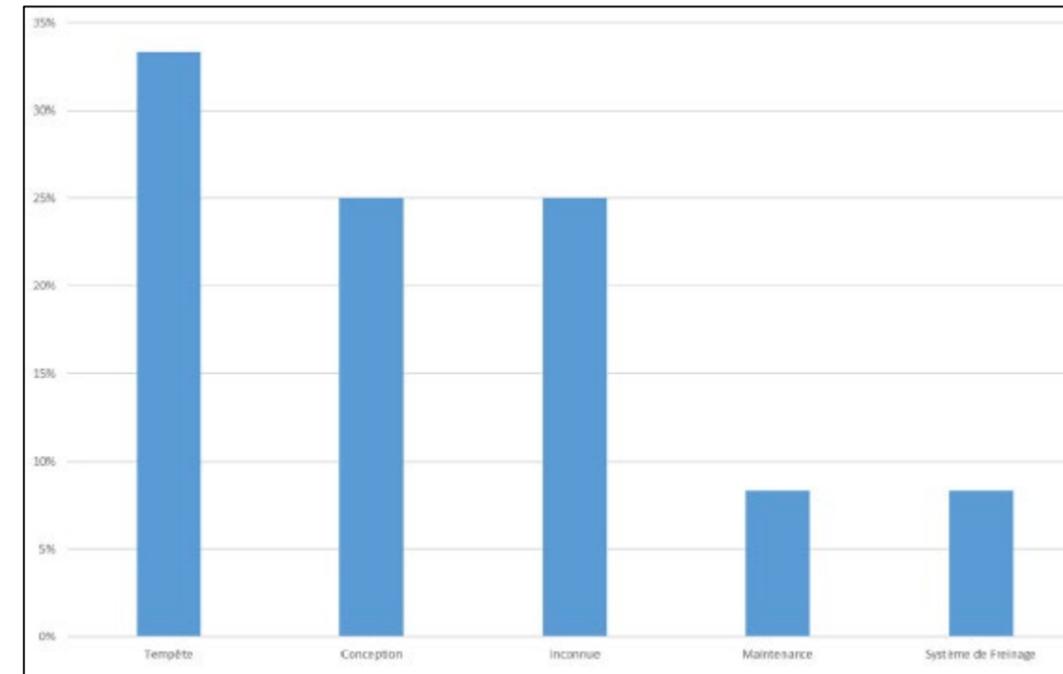


Figure 9 - Répartition des causes premières d'effondrement entre 2000 et S1 2019

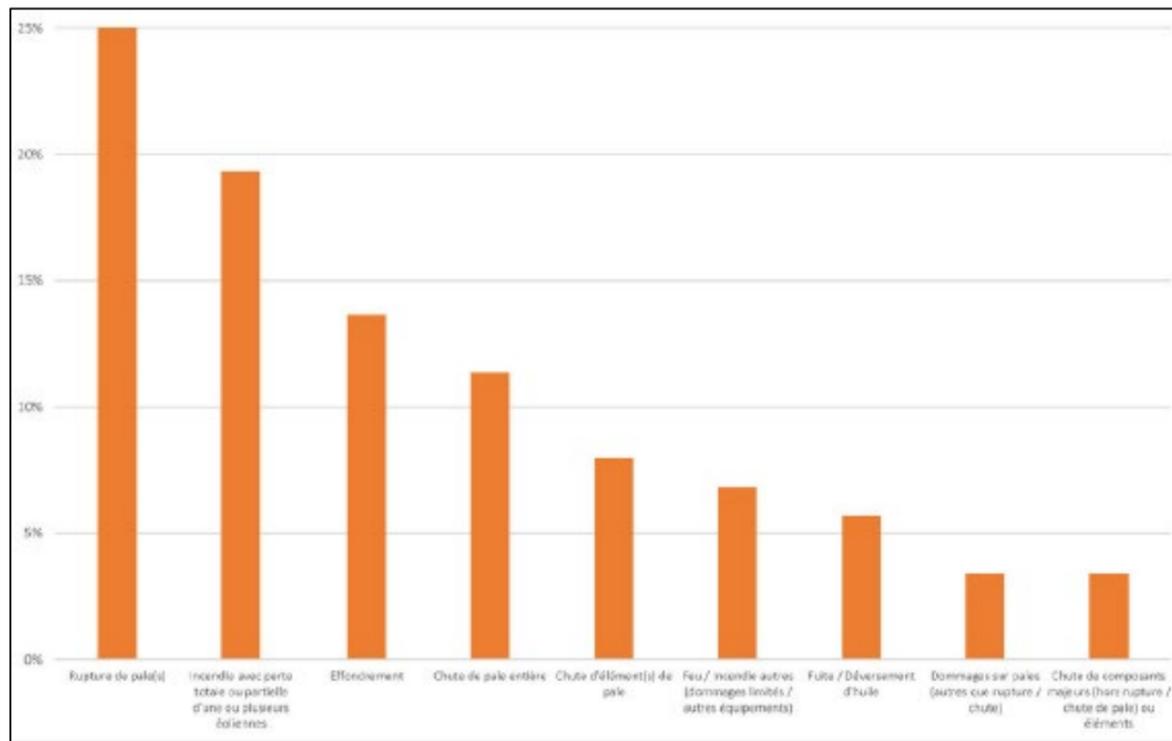


Figure 8 - Répartition des cas d'incidents en France entre 2000 et S1 2019

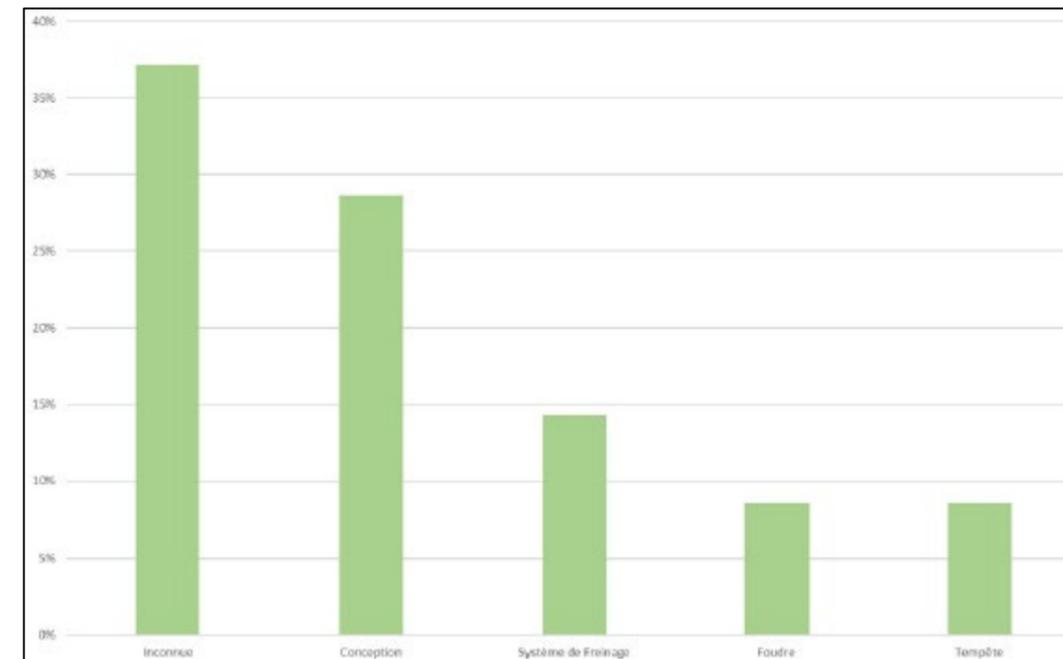


Figure 10 - Répartition des causes premières de chutes/ruptures de pales entre 2000 et S1 2019

6.2 INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL

Un inventaire des incidents et accidents à l'international a également été réalisé. Il se base lui aussi sur le retour d'expérience de la filière éolienne au 31 Mars 2018.

La synthèse ci-dessous provient de l'analyse de la base de données réalisée par l'association Caithness Wind Information Forum (CWIF). Sur les 2 231 accidents décrits dans la base de données au moment de sa mise à jour au 31 mars 2018, 1368 sont considérés comme des « accidents majeurs ». Les autres concernant plutôt des accidents du travail, des presque-accidents, des incidents, etc. et ne sont donc pas pris en compte dans l'analyse suivante.

Le graphique suivant montre la répartition des événements accidentels par rapport à la totalité des accidents analysés.

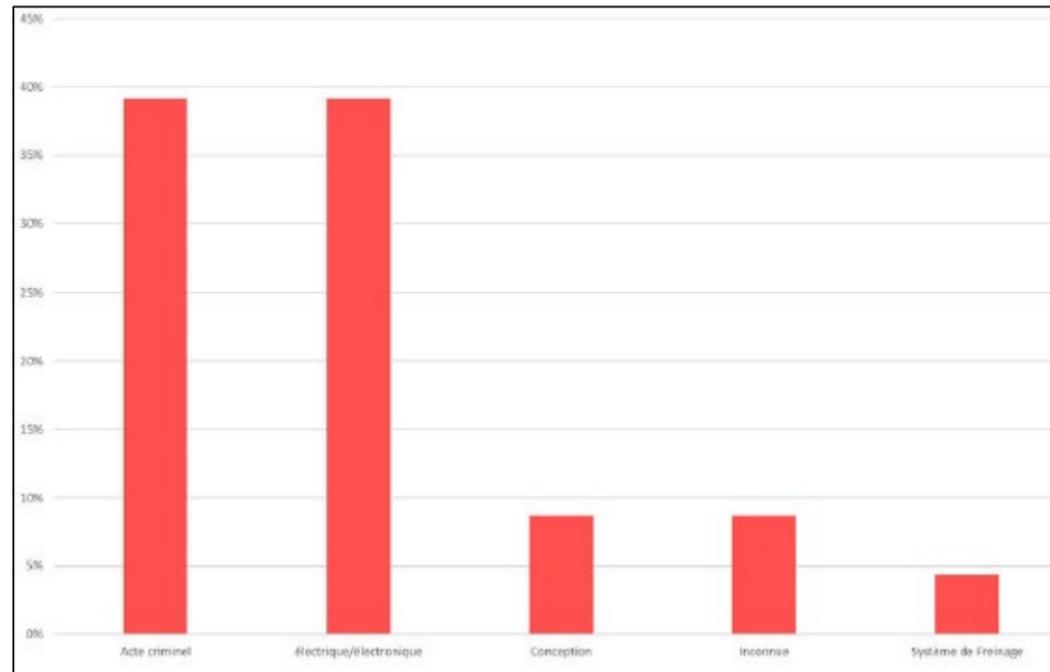


Figure 11 – Répartition des causes premières des incendies entre 2000 et S1 2019

Par ordre d'importance, les accidents les plus recensés sont les ruptures de pale, les incendies, les effondrements, les chutes de pale et les chutes des autres éléments de l'éolienne. La principale cause de ces accidents sont les tempêtes (hors incendie liés principalement à des défaillances électriques).

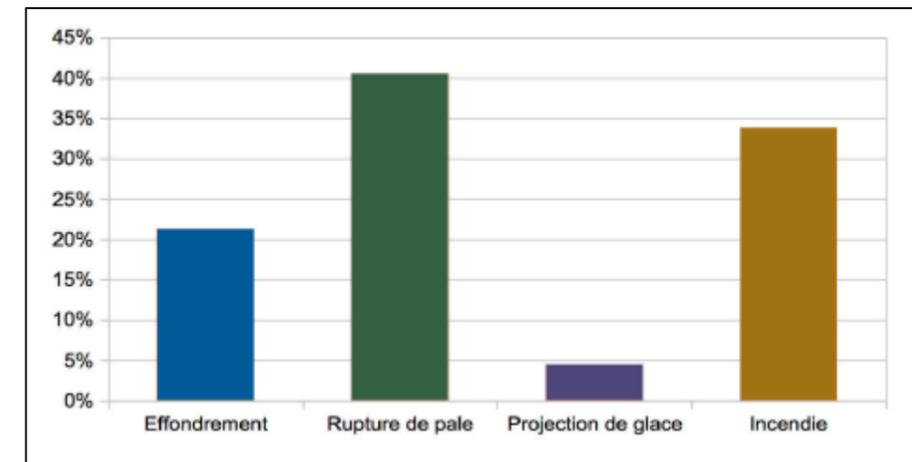


Figure 12 – Répartition des accidents liés à des parcs éoliens dans le monde entre 2000 et 2018

La répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2018 est du même ordre de grandeur que celle qui avait été observée entre 2000 et 2011 par le groupe de travail de SER/FEE.

Ci-après, le recensement des causes premières présenté pour chacun des événements accidentels recensés (données en répartition par rapport à la totalité des accidents analysés) est celui qui porte sur les données 2000 -2011 analysées par le groupe de travail mentionné précédemment.

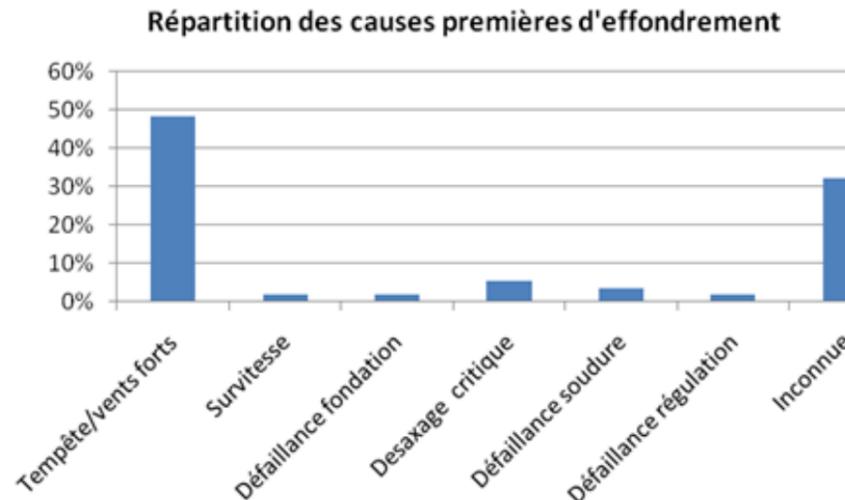


Figure 13 – Répartition des causes premières d'effondrement

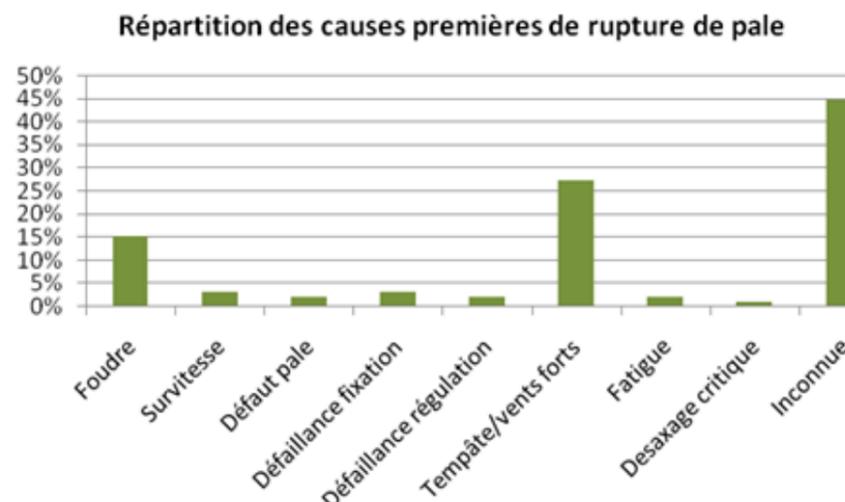


Figure 14 – Répartition des causes premières de rupture de pale

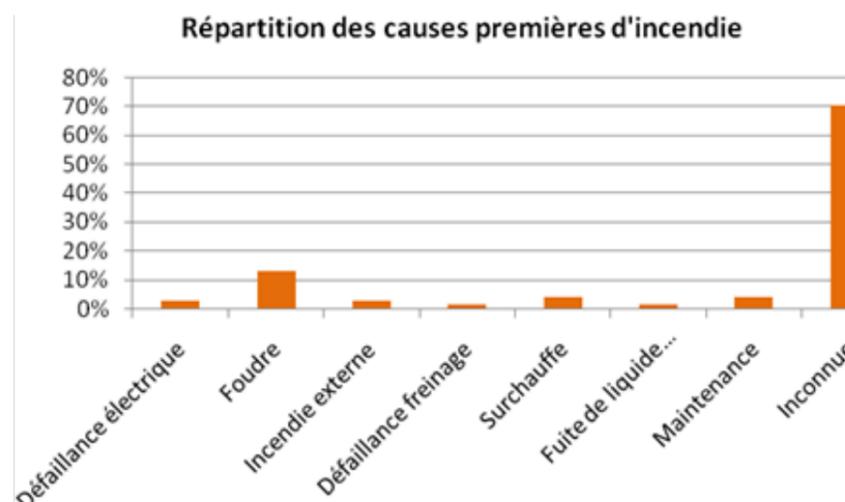


Figure 15 – Répartition des causes premières d'incendie

Tout comme pour le retour d'expérience français, ce retour d'expérience montre l'importance des causes « tempêtes et vents forts » dans les accidents. Il souligne également le rôle de la foudre dans les accidents.

6.3 INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL

La société RP GLOBAL ne dénombre aucun accident d'exploitation ou de maintenance dans les parcs exploités actuellement.

La filiale de cette société, Les Boucles du Vincou, n'exploite à l'heure actuelle aucun parc éolien.

6.4 SYNTHÈSE DES PHÉNOMÈNES DANGEREUX REDOUTES ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE

6.4.1 Analyse d'évolution des accidents en France

A partir de l'ensemble des phénomènes dangereux qui ont été recensés, il est possible d'étudier leur évolution en fonction du nombre d'éoliennes installées.

La figure ci-dessous montre cette évolution et il apparaît clairement que le nombre d'incidents n'augmente pas proportionnellement au nombre d'éoliennes installées. Depuis 2005, l'énergie éolienne s'est en effet fortement développée en France, mais le nombre d'incidents par an reste relativement constant.

Cette tendance s'explique principalement par un parc éolien français assez récent, qui utilise majoritairement des éoliennes de nouvelle génération, équipées de technologies plus fiables et plus sûres.

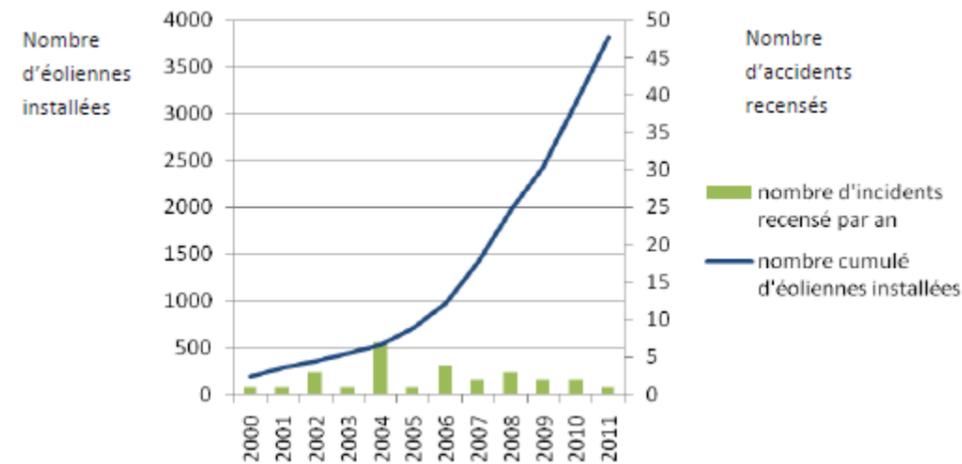


Figure 16 – Evolution du nombre d'incidents annuels et nombre d'éoliennes installées

Sur ce graphique, on note bien l'essor de la filière française à partir de 2005, alors que le nombre d'accidents reste relativement constant.

6.4.2 Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents

Le retour d'expérience de la filière éolienne française et internationale permet d'identifier les principaux événements redoutés suivants :

- Effondrements ;
- Ruptures de pales ;
- Chutes de pales et d'éléments de l'éolienne ;
- Incendie.

6.5 LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE

Ces retours d'expérience doivent être pris avec précaution. Ils comportent notamment les biais suivants :

- La non-exhaustivité des événements : ce retour d'expérience, constitué à partir de sources variées, ne provient pas d'un système de recensement organisé et systématique. Dès lors certains événements ne sont pas reportés (en particulier, les événements les moins spectaculaires) ;

- La non-homogénéité des aérogénérateurs inclus dans ce retour d'expérience : les aérogénérateurs observés n'ont pas été construits aux mêmes époques et ne mettent pas en œuvre les mêmes technologies. Les informations sont très souvent manquantes pour distinguer les différents types d'aérogénérateurs (en particulier concernant le retour d'expérience mondial) ;
- Les importantes incertitudes sur les causes et sur la séquence qui a mené à un accident : de nombreuses informations sont manquantes ou incertaines sur la séquence exacte des accidents.

L'analyse du retour d'expérience permet ainsi de dégager de grandes tendances, mais à une échelle détaillée, elle comporte de nombreuses incertitudes.

L'ensemble de ces retours d'expérience est issu du guide INERIS de 2011, les éventuels incidents plus récents (relayé via la presse, la filière éolienne, etc.) ne viennent pas remettre en cause la typologie des incidents mis en évidence par l'analyse précédente.

7 ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

7.1 OBJECTIF DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

L'analyse des risques a pour objectif principal d'identifier les scénarios d'accident majeurs et les mesures de sécurité qui empêchent ces scénarios de se produire ou en limitent les effets. Cet objectif est atteint au moyen d'une identification de tous les scénarios d'accident potentiels pour une installation (ainsi que des mesures de sécurité) basée sur un questionnement systématique des causes et conséquences possibles des événements accidentels, ainsi que sur le retour d'expérience disponible.

Les scénarios d'accident sont ensuite hiérarchisés en fonction de leur intensité et de l'étendue possible de leurs conséquences. Cette hiérarchisation permet de « filtrer » les scénarios d'accident qui présentent des conséquences limitées et les scénarios d'accident majeurs – ces derniers pouvant avoir des conséquences sur les personnes.

7.2 RECENSEMENT DES EVENEMENTS INITIATEURS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES

Conformément à la circulaire du 10 mai 2010, les événements initiateurs (ou agressions externes) suivants sont exclus de l'analyse des risques :

- Chute de météorite ;
- Séisme d'amplitude supérieure aux séismes maximums de référence éventuellement corrigés de facteurs, tels que définis par la réglementation applicable aux installations classées considérées ;
- Crues d'amplitude supérieure à la crue de référence, selon les règles en vigueur ;
- Événements climatiques d'intensité supérieure aux événements historiquement connus ou prévisibles pouvant affecter l'installation, selon les règles en vigueur ;
- Chute d'avion hors des zones de proximité d'aéroport ou aérodrome (rayon de 2 km des aéroports et aérodromes) ;
- Rupture de barrage de classe A ou B au sens de l'article R.214-112 du Code de l'environnement ou d'une digue de classe A, B ou C au sens de l'article R. 214-113 du même code ;
- Actes de malveillance.

D'autre part, plusieurs autres agressions externes qui ont été détaillées dans l'état initial peuvent être exclues de l'analyse préliminaire des risques car les conséquences propres de ces événements, en termes de gravité et d'intensité, sont largement supérieures aux conséquences potentielles de l'accident qu'ils pourraient entraîner sur les aérogénérateurs.

Le risque de sur-accident lié à l'éolienne est considéré comme négligeable dans le cas des événements suivants :

- Inondations ;
- Séismes d'amplitude suffisante pour avoir des conséquences notables sur les infrastructures ;
- Incendies de cultures ou de forêts ;
- Pertes de confinement de canalisations de transport de matières dangereuses ;
- Explosions ou incendies générés par un accident sur une activité voisine de l'éolienne.

7.3 RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES

7.3.1 Agressions externes liées aux activités humaines

Seules les agressions externes liées aux activités humaines présentes dans un rayon de 200 m (distance à partir de laquelle l'activité considérée ne constitue plus un agresseur potentiel) seront recensées ici, à l'exception de :

- La présence des aérodromes qui sera reportée lorsque ceux-ci sont implantés dans un rayon de 2 km ;
- La présence d'autres aérogénérateurs qui sera signalée jusqu'à une distance de 500 m.

Les distances données dans le tableau ci-après sont mesurées à partir du centre du mât. Les distances dépassant les rayons précisés ci-dessus ne sont pas renseignées.

Infrastructure	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Distance par rapport au mât des éoliennes (en mètres)			
					E1	E2	E3	E4
RD 675	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	/	/	/	600
RD 951					1150	/	/	/
Aérodrome	Transport aérien	Chute d'aéronef	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	2000 m	/	/	/	/
Ligne HT	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	200 m	550	410	250	435
Canalisation de gaz	Transport de gaz	Rupture de canalisation	Flux thermique	200 m	/	/	/	/
Autres aérogénérateurs	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500m	712	596	658	907

Tableau 15. Principales agressions externes liées aux activités humaines

7.3.2 Agressions externes liées aux phénomènes naturels

Le tableau ci-dessous synthétise les principales agressions externes liées aux phénomènes naturels :

Agressions externes	Intensité
Vents et tempête	Risque équivalent à la moyenne dans le département de la Haute-Vienne
Foudre	Risque Faible Application de la norme IEC 61400-24
Glissement de sols / affaissements miniers	Le risque lié au mouvement de terrain apparait comme faible Aucun mouvement de terrain n'est recensé dans le périmètre de l'aire d'étude
Séisme	Le site se situe en zone de sismicité de niveau 2. Risque faible

Tableau 16. Principales agressions externes liées aux phénomènes naturels

Le cas spécifique des effets directs de la foudre et du risque de « tension de pas » n'est pas traité dans l'analyse des risques et dans l'étude détaillée des risques dès lors qu'il est vérifié que la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) ou la norme EN 62 305-3 (Décembre 2006) est respectée. Ces conditions sont reprises dans la fonction de sécurité ci-après.

En ce qui concerne la foudre, on considère que le respect des normes rend le risque d'effet direct de la foudre négligeable (risque électrique, risque d'incendie, etc.).

En effet, le système de mise à la terre permet d'évacuer l'intégralité du courant de foudre. Cependant, les conséquences indirectes de la foudre, comme la possible fragilisation progressive de la pale, sont prises en compte dans les scénarios de rupture de pale.

7.4 SCENARIOS ETUDIES DANS L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES (APR)

Le tableau ci-dessous présente une proposition d'analyse générique des risques. Celui-ci est construit de la manière suivante :

- Une description des causes et de leur séquençage (*événements initiateurs* et *événements intermédiaires*) ;
- Une description des événements redoutés centraux qui marquent la partie incontrôlée de la séquence d'accident ;
- Une description des fonctions de sécurité permettant de prévenir l'évènement redouté central ou de limiter les effets du phénomène dangereux ;
- Une description des *phénomènes dangereux* dont les effets sur les personnes sont à l'origine d'un accident ;
- Une évaluation préliminaire de la zone d'effets attendue de ces événements.

L'échelle utilisée pour l'évaluation de l'intensité des événements a été adaptée au cas des éoliennes :

- « 1 » correspond à un phénomène limité ou se cantonnant au surplomb de l'éolienne ;
- « 2 » correspond à une intensité plus importante et impactant potentiellement des personnes autour de l'éolienne.

Les différents scénarios listés dans le tableau générique de l'APR sont regroupés et numérotés par thématique, en fonction des typologies d'évènement redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience groupe de travail précédemment cité (« G » pour les scénarios concernant la glace, « I » pour ceux concernant l'incendie, « F » pour ceux concernant les fuites, « C » pour ceux concernant la chute d'éléments de l'éolienne, « P » pour ceux concernant les risques de projection, « E » pour ceux concernant les risques d'effondrement).

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
G01	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales, le mât et la nacelle	Chute de glace lorsque les éoliennes sont arrêtées	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace (N°2)	Impact de glace sur les enjeux	1
G02	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales	Projection de glace lorsque les éoliennes sont en mouvement	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de la glace (N°1)	Impact de glace sur les enjeux	2
I01	Humidité / Gel	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I02	Dysfonctionnement électrique	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I03	Survitesse	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3) Prévenir la survitesse (N°4)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I04	Désaxage de la génératrice / Pièce défectueuse /Défaut de lubrification	Echauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I05	Conditions climatiques humides	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts circuits (N°5) Protection et Intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I06	Rongeur	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques +fumées toxiquesSF6) Propagation de l'incendie	2
I07	Défaut d'étanchéité	Perte de confinement	Fuites d'huile isolante	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Incendie au poste de transformation Propagation de l'incendie	2
F01	Fuite système de lubrification Fuite convertisseur Fuite transformateur	Ecoulement hors de la nacelle et le long du mât, puis sur le sol avec infiltration	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
F02	Renversement de fluides lors des opérations de maintenance	Ecoulement	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
C01	Défaut de fixation	Chute de trappe	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Impact sur cible	1
C02	Défaillance fixation anémomètre	Chute anémomètre	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction - exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1
C03	Défaut fixation nacelle - pivot central - mât	Chute nacelle	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction -exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1
P01	Survitesse	Contraintes trop importantes sur les pales	Projection de tout ou partie d'une pale	Prévenir la survitesse (N°4)	Impact sur cible	2

P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie d'une pale	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Impact sur cible	2
P03	Serrage inapproprié Erreur maintenance - desserrage	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie d'une pale	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction - exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	2
E01	Effets dominos autres installations	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction - exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E02	Glissement de sol	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction - exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E05	Crash d'aéronef	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction - exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E07	Effondrement engin de levage travaux	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Actions de prévention mises en œuvre dans le cadre du plan de prévention (N°13)	Chute fragments et chute mât	2
E08	Vents forts	Défaillance fondation	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction - exploitation) (N° 9) Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort (N°12) Dans les zones cycloniques, mettre en place un système de prévision cyclonique et équiper les éoliennes d'un dispositif d'abattage et d'arrimage au sol (N°13)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E09	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E10	Désaxage critique du rotor	Impact pale - mât	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction - exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Projection/chute fragments et chute mât	2

Ce tableau présentant le résultat d'une analyse des risques peut être considéré comme représentatif des scénarios d'accident pouvant potentiellement se produire sur les éoliennes.

7.5 EFFETS DOMINOS

Lors d'un accident majeur sur une éolienne, une possibilité est que les effets de cet accident endommagent d'autres installations. Ces dommages peuvent conduire à un autre accident. Par exemple, la projection de pale impactant les canalisations d'une usine à proximité peut conduire à des fuites de canalisations de substances dangereuses.

Ce phénomène est appelé « effet domino ».

Les effets dominos susceptibles d'impacter les éoliennes sont décrits dans le tableau d'analyse des risques générique présenté ci-dessus.

En ce qui concerne les accidents sur des aérogénérateurs qui conduiraient à des effets dominos sur d'autres installations, le paragraphe 1.2.2 de la circulaire du 10 mai 2010 précise : « [...] seuls les effets dominos générés par les fragments sur des installations et équipements proches ont vocation à être pris en compte dans les études de dangers [...] ».

Pour les effets de projection à une distance plus lointaine, l'état des connaissances scientifiques ne permet pas de disposer de prédictions suffisamment précises et crédibles de la description des phénomènes pour déterminer l'action publique ».

C'est la raison pour laquelle, il est proposé de négliger les conséquences des effets dominos dans le cadre de la présente étude.

Dans le cadre des études de dangers éoliennes, il est proposé de limiter l'évaluation de la probabilité d'impact d'un élément de l'aérogénérateur sur une autre installation ICPE que lorsque celle-ci se situe dans un rayon de 100 mètres.

Ainsi, aucune éolienne ne se trouve à moins de 100 mètres des éoliennes du parc éolien de Peyrat-de-Bellac.

- Incendie de végétation par effet domino

L'incendie d'une éolienne pourrait être à l'origine de l'embrassement de végétation par effet domino (chute de débris enflammés, rayonnement thermique de l'incendie) avec des facteurs aggravant ou prédisposant :

- Les conditions météorologiques (vent, chaleur, hygrométrie, sécheresse) ont une grande influence sur la nature des feux de forêts ;
- Une végétation fortement inflammable et combustible ;
- Topographiques : des massifs non isolés les uns des autres facilitant le passage du feu, un relief tourmenté ;

- D'origine humaine : une urbanisation diffuse très étendue, des zones habitées au contact direct de l'espace naturel, le débroussaillage réglementaire trop peu respecté, l'enfrichement de parcelles anciennement cultivées consécutif à la déprise agricole créant des continuités végétales entre les massifs. Ces facteurs accroissent la surface de contact entre les espaces naturels combustibles et les habitations et augmentent simultanément les risques d'incendie.

Cet effet domino ressort de l'analyse préliminaire des risques (scénarios I01 à I07).

N° d'accident, localisation, date	Circonstances et conséquences
N° 38999 19/09/2010 FRANCE - 26 ROCHEFORT-EN-VALDAINE	Vers 10 h un feu se déclare simultanément sur 2 éoliennes hautes de 45 m et distantes de 3 km. L'une se disloque et projette des débris entraînant 2 incendies de végétation sur 3 500 et 1 500 m². Les pompiers établissent un périmètre de sécurité et éteignent les flammes vers 11 h. Des techniciens de maintenance se rendent sur place. 2 éoliennes supplémentaires sont mises à l'arrêt. Selon les secours qui ont constaté de forts coups de vent ce jour-là, le dysfonctionnement des freins hydrauliques automatiques sur 2 éoliennes aurait conduit à leur emballement et à l'incendie. Ce dispositif de sécurité a fonctionné correctement sur les 23 autres appareils du parc. Une projection de pales à la suite d'une survitesse s'était déjà produite sur ce site le 22/12/2004 (ARIA 29385). Les pompiers font état d'un éloignement important des points d'eau (8km), de l'inadéquation de leurs moyens urbains ne permettant pas l'accès aux principaux éléments situés en hauteur et de la nécessité de procédures et de consignes opérationnelles adaptées à ce type d'installations.

Figure 17 – Exemple issu de l'accidentologie de la base ARIA

Un projet éolien pourrait porter atteinte à la sécurité publique dans les conditions réunies suivantes :

- 1. situation** : dans le cas où la végétation se situerait dans la zone de risque chute ou projection de débris
 - *Ce point est analysé au cas par cas dans l'étude détaillée des risques*
- 2. caractéristiques** : c'est-à-dire du potentiel de dangers en termes de risques incendie
 - *L'incendie de l'éolienne ressort comme un accident possible de l'accidentologie bien que les aérogénérateurs récents disposent d'équipements de sécurité*
- 3. probabilité** de l'effet domino
 - *Le calcul de la probabilité d'embrassement de la végétation suite à un chute ou la projection d'un débris enflammé est peu fiable au regard de toutes les hypothèses à considérer*
- 4. importance** : c'est-à-dire les conséquences de l'effet domino : conditions météorologiques défavorables, topographie, type de végétation et continuité des massifs, présence d'habitations en lisière, de l'intervention du SDIS

- Des mesures de prévention et protection peuvent limiter les effets (débroussaillage, élagage des branches basses, élimination du bois mort, voie carrossable...)

7.6 MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE

La troisième étape de l'analyse préliminaire des risques consiste à identifier les éléments de sécurité installés sur les aérogénérateurs et qui interviennent dans la prévention et/ou la limitation des phénomènes dangereux listés dans le tableau APR et de leurs conséquences.

Un principe clé du processus d'élaboration d'une étude de dangers est qu'elle doit être proportionnelle au niveau de risques engendrés par les éoliennes sur leur environnement. Dans ce cadre, il est réalisé une description simple des mesures de sécurité mises en œuvre sur les machines. En particulier, les analyses poussées demandées aux installations classées soumises à autorisation avec servitudes (AS) ne seront pas menées ici.

Les tableaux suivants ont pour objectif de synthétiser les fonctions de sécurité identifiées et mise en œuvre sur les éoliennes du parc Les Boucles du Vincou. Dans le cadre de la présente étude de dangers, les fonctions de sécurité sont détaillées selon les critères suivants :

Fonction de sécurité : il est proposé ci-dessous un tableau par fonction de sécurité. Cet intitulé décrit l'objectif de la ou des mesure(s) de sécurité : il s'agira principalement de « empêcher, éviter, détecter, contrôler ou limiter » et sera en relation avec un ou plusieurs événements conduisant à un accident majeur identifié dans l'analyse des risques. Plusieurs mesures de sécurité peuvent assurer une même fonction de sécurité ;

Numéro de la fonction de sécurité : ce numéro vise à simplifier la lecture de l'étude de dangers en permettant des renvois à l'analyse de risque par exemple ;

Mesures de sécurité : cette ligne permet d'identifier les mesures assurant la fonction concernée. Dans le cas de systèmes instrumentés de sécurité, tous les éléments de la chaîne de sécurité sont présentés (détection + traitement de l'information + action) ;

Description : cette ligne permet de préciser la description de la mesure de maîtrise des risques, lorsque des détails supplémentaires sont nécessaires ;

Indépendance (« oui » ou « non ») : cette caractéristique décrit le niveau d'indépendance d'une mesure de maîtrise des risques vis-à-vis des autres systèmes de sécurité et des scénarios d'accident. Cette condition peut être considérée comme remplie (renseigner « oui ») ou non (renseigner « non ») ;

Temps de réponse (en secondes ou en minutes) : cette caractéristique mesure le temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la fonction de sécurité ;

Efficacité (100% ou 0%) : l'efficacité mesure la capacité d'une mesure de maîtrise des risques à remplir la fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation ;

Test (fréquence) : dans ce champ sont rappelés les tests/essais qui seront réalisés sur les mesures de maîtrise des risques. Conformément à la réglementation, un essai d'arrêt, d'arrêt d'urgence et d'arrêt à partir d'une situation de survitesse seront réalisés avant la mise en service de l'aérogénérateur. Dans tous les cas, les tests effectués sur les mesures de maîtrise des risques seront tenus à la disposition de l'inspection des installations classées pendant l'exploitation de l'installation ;

Maintenance (fréquence) : ce critère porte sur la périodicité des contrôles qui permettront de vérifier la performance de la mesure de maîtrise des risques dans le temps. Pour rappel, la réglementation demande qu'à minima : un contrôle tous les ans soit réalisé sur la performance des mesures de sécurité permettant de mettre à l'arrêt, à l'arrêt d'urgence et à l'arrêt à partir d'une situation de survitesse et sur tous les systèmes instrumentés de sécurité.

Fonction de sécurité	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	N° de la fonction de sécurité	1
Mesures de sécurité	Système de détection ou de givre sur les pales de l'aérogénérateur par déduction (analyse des paramètres de puissance). Temps de redémarrage automatique échelonné en fonction de la température extérieure.		
Description	Deux sondes mesurent la température de l'air en nacelle et en pied du mât, afin de détecter si les conditions sont propices à la formation de givre. La présence de glace ou de givre modifie les caractéristiques aérodynamiques de la pale entraînant une dégradation de la courbe de puissance. Lorsque la température est inférieure à 2°C la courbe de puissance à l'instant t est comparée à la courbe de puissance de l'éolienne en condition normale. Une plage de tolérance est définie et les points en dehors de la plage de tolérance sont comptabilisés. A partir d'un certain nombre (donnée paramétrable) de points enregistrés hors de la plage de tolérance, l'éolienne s'arrête automatiquement.		
Indépendance	Non Les systèmes traditionnels s'appuient généralement sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc.		
Temps de réponse	10 à 30 minutes, conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011		
Efficacité	100 %		
Tests	Tests menés par le concepteur au moment de la construction de l'éolienne.		
Maintenance	Vérification des capteurs du système de détection de givre lors des maintenances préventives annuelles		

Fonction de sécurité	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	N° de la fonction de sécurité	1-b
Mesures de sécurité	Système de détection de glace sur la nacelle.		
Description	Un Système est composé d'une sonde vibratoire installée sur la nacelle, permettant d'alerter les opérateurs dès que l'accumulation de glace dépasse un certain niveau. Ce dispositif détecte la formation de glace sur la nacelle, et donc par déduction sur les pales. Lorsqu'il y a détection, la mise à l'arrêt de la turbine est automatique ou manuelle, après vérification de la glace formée, selon le type de configuration demandé.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Temps de détection de l'ordre de la seconde Mise en pause de la turbine < 1 min		
Efficacité	100%		
Tests	NA		
Maintenance	Le système de détection est supervisé par les contrôleurs de la machine. Un warning est envoyé via le SCADA en cas de défaut => maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement		

Fonction de sécurité	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	N° de la fonction de sécurité	2
Mesures de sécurité	Panneautage en pied de machine ainsi que sur les voies d'accès au parc. Eloignement des zones habitées et fréquentées.		
Description	Mise en place de panneaux informant de la possible formation de glace en pied de machines (conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011).		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Non Applicable (NA)		
Efficacité	100 %. Nous considérerons que compte tenu de l'implantation des panneaux et de l'entretien prévu, l'information des promeneurs sera systématique.		
Tests	NA		
Maintenance	Vérification de l'état général du panneau, de l'absence de détérioration, entretien de la végétation afin que le panneau reste visible.		

Fonction de sécurité	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	N° de la fonction de sécurité	3
Mesures de sécurité	Capteurs de température des pièces mécaniques. Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarmes. Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement.		
Description	Des sondes de température sont mises en place sur les équipements ayant de fortes variations de température au cours de leur fonctionnement (paliers et roulements des machines tournantes, enroulements du générateur et du transformateur). Ces sondes ont des seuils hauts qui, une fois dépassés, conduisent à une alarme et à une mise à l'arrêt du rotor.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	Tests menés par le concepteur au moment de la construction de l'éolienne.		
Maintenance	Contrôle automatique permanent grâce à des redondances pour les capteurs des principaux composants (génératrices, transformateur). Lors de la maintenance annuelle, vérification de la vraisemblance des informations données par les capteurs par lecture sur le moniteur. Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

Fonction de sécurité	Prévenir la survitesse	N° de la fonction de sécurité	4
Mesures de sécurité	Détection de survitesse et système de freinage. Eléments du système de protection contre la survitesse conformes aux normes IEC 61508 (SIL 2) et EN 954-1		
Description	Systèmes de coupure s'enclenchant en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis, indépendamment du système de contrôle commande. NB : Le système de freinage est constitué d'un frein aérodynamique principal (mise en drapeau des pales) et/ou d'un frein mécanique auxiliaire. Le système coupe l'alimentation électrique des pitch. Les condensateurs électriques du système de sécurité des pitchs se déchargent alors, activant la mise en drapeau des pales. L'éolienne s'arrête en 10 à 15 secondes.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	15 à 60s (arrêt de l'éolienne selon le programme de freinage adapté) L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur conformément aux dispositions de l'arrêté du 26 août 2011.		
Efficacité	100 %		
Tests	Test d'arrêt simple, d'arrêt d'urgence et de la procédure d'arrêt en cas de survitesse avant la mise en service des aérogénérateurs conformément à l'article 15 de l'arrêté du 26 août 2011. Un test de survitesse est également effectué lors de la mise en service de l'installation.		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 (notamment de l'usure du frein et de pression du circuit de freinage d'urgence). Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.		

Fonction de sécurité	Prévenir les courts-circuits	N° de la fonction de sécurité	5
Mesures de sécurité	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.		
Description	Les organes et armoires électriques de l'éolienne sont équipés d'organes de coupures et de protection adéquats et correctement dimensionnés. Tout fonctionnement anormal des composants électriques est suivi d'une coupure de la transmission électrique et à la transmission d'un signal d'alerte vers l'exploitant qui prend alors les mesures appropriées. Les systèmes électriques sont équipés de disjoncteurs à tous les niveaux.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	De l'ordre de la seconde		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Des vérifications de tous les composants électriques ainsi que des mesures d'isolement et de serrage des câbles sont intégrées dans la plupart des mesures de maintenance préventive mises en œuvre annuellement. Les installations électriques sont contrôlées avant la mise en service du parc puis à une fréquence annuelle, conformément à l'article 10 de l'arrêté du 26 août 2011.		

Fonction de sécurité	Prévenir les effets de la foudre	N° de la fonction de sécurité	6
Mesures de sécurité	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur.		
Description	Système de protection foudre de l'éolienne dimensionné pour prévenir toute dégradation des pales de l'éolienne conformément à la norme IEC 61 400 - 24 (juin 2010) Pour la protection parafoudre extérieure, on note la présence de parafoudres sur la nacelle. La pointe de la pale est en aluminium moulé, et un profilé conducteur est relié par un anneau en aluminium à la base de la pale. Un coup de foudre est absorbé en toute sécurité par ces profilés et le courant de foudre est dévié vers la terre entourant la base de l'éolienne. L'anémomètre est protégé et entouré d'un arceau métallique. Pour la protection parafoudre interne, des parasurtenseurs sont installés et protègent les circuits électriques tels que l'armoire de contrôle et la génératrice. Toutes les autres platines possédant leur propre alimentation sont équipées de filtres à hautes absorptions. Aussi, la partie télécommunication est protégée par des parasurtenseurs insensibilité à ces surtensions atmosphériques ou de réseau.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Immédiat dispositif passif		
Efficacité	100 %		
Tests	Mesure de mise à la terre lors des vérifications réglementaires des installations électriques.		
Maintenance	Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre inclus dans les opérations de maintenance, conformément à l'article 9 de l'arrêté du 26 août 2011. Contrôle de l'état de l'installation de mise à la terre dans le mât à chaque maintenance préventive.		

Fonction de sécurité	Protection et intervention incendie	N° de la fonction de sécurité	7
Mesures de sécurité	Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine. Système de détection fumée relié au système SCADA qui émet une alarme au centre de contrôle et prévient l'exploitant par SMS. Intervention des services de secours.		
Description	De nombreux capteurs de températures sont présents à proximité de tous les composants critiques (nacelle, génératrice, palier du moyeu, mât, armoires électriques, transformateurs, ventilateurs et éléments chauffants, extérieur de la machine). L'éolienne est également équipée d'extincteur. Des seuils d'acceptabilité de niveau de températures sont prédéfinis dans le système de contrôle de l'éolienne pour chacun des capteurs. Des capteurs optiques de fumée sont placés en pied de mât et dans la nacelle. Leur déclenchement conduit à la mise en arrêt de la machine et au découplage du réseau électrique. De manière concomitante, un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance ainsi qu'à l'exploitant par SMS, qui se charge de contacter les services d'urgence compétents. Plan d'intervention avec le SDIS.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	< 1 minute pour les détecteurs et l'enclenchement de l'alarme L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur. Le temps d'intervention des services de secours est quant à lui dépendant de la zone géographique.		
Efficacité	100 %		
Tests	Les capteurs optiques de fumée sont testés annuellement (détection volontaire)		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Le matériel incendie (type extincteurs) est contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur. Maintenance curative à la suite d'une défaillance du matériel.		

Fonction de sécurité	Prévention et rétention des fuites	N° de la fonction de sécurité	8
Mesures de sécurité	Utilisation d'une très faible quantité d'huile (absence de boîte de vitesse) Systèmes d'étanchéité et dispositifs de collecte / récupération pour les composants critiques Détecteurs de niveau d'huiles / Kit antipollution		
Description	Nombreux détecteurs de niveau d'huile permettant de détecter les éventuelles fuites d'huile et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence. Présence de plusieurs bacs collecteurs au niveau des principaux composants. Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. Dans tous les cas, le transfert des huiles s'effectue de manière sécurisée et encadrée par les procédures de maintenance. La propreté de rétentions est vérifiée lors de chaque inspection de la nacelle. Des kits de dépollution d'urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant pourront être utilisés afin : <ul style="list-style-type: none"> • De contenir et arrêter la propagation de la pollution ; • D'absorber jusqu'à 20 litres de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools ...) et produits chimiques (acides, bases, solvants ...); • De récupérer les déchets absorbés. Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, une société spécialisée récupérera et traitera le gravier souillé via les filières adéquates, puis le remplacera par un nouveau revêtement.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Dépendant du débit de fuite		
Efficacité	100 %		
Tests	/		
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement Inspection des niveaux d'huile plusieurs fois par an et de l'état des rétentions plusieurs fois par an. Contrôles visuels fréquents		

Fonction de sécurité	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)	N° de la fonction de sécurité	9
Mesures de sécurité	Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.). Procédures qualités. Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire).		
Description	La norme IEC 61 400-1 « Exigence pour la conception des aérogénérateurs » fixe les prescriptions propres à fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie » de l'éolienne. Ainsi la nacelle, le moyeu, les fondations et la tour répondent au standard IEC 61 400-1. Les pales respectent le standard IEC 61 400-1 ; 12 ; 23. Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223 (peinture et revêtement anti-corrosion).		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	NA		
Maintenance	Les couples de serrage (brides sur les diverses sections de la tour, bride de raccordement des pales au moyeu, bride de raccordement du moyeu à l'arbre lent, éléments du châssis, éléments du pitch system, couronne du Yaw Gear (moteur d'orientation de la nacelle), boulons de fixation de la nacelle...) sont vérifiés au bout de 3 mois de fonctionnement puis 1 an et enfin tous les 3 ans, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Inspection visuelle du mât et, si besoin, nettoyage lors des maintenances préventives annuelles.		

Fonction de sécurité	Prévenir les erreurs de maintenance	N° de la fonction de sécurité	10
Mesures de sécurité	Procédure maintenance.		
Description	Préconisations du manuel de maintenance. Formation du personnel.		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	NA		
Efficacité	100 %		
Tests	Il existe des manuels de maintenance spécifiques à chaque modèle d'éolienne. Tout personnel amené à intervenir dans les éoliennes est formé et habilité : <ul style="list-style-type: none"> • Electriquement, selon son niveau de connaissance • Aux travaux en hauteur, port des EPI, évacuation et sauvetage • Sauveteur Secouriste du Travail Ces habilitations sont recyclées périodiquement suivant la réglementation ou les recommandations en vigueur. Des contrôles des connaissances sont réalisés afin de vérifier la validité de ces habilitations. Des points mensuels concernant la sécurité et les procédures sont effectués avec l'ensemble du personnel de maintenance. Une présentation du fonctionnement de la sécurité est réalisée auprès des nouveaux embauchés.		
Maintenance	NA		