



PARC EOLIEN DES HAUTS DE SAINT AUBIN

Commune de Le Plessier-Rozainvillers (80)



DOSSIER D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE

Résumé non technique de l'étude de dangers

Nom fichier informatique : 5.1_RNTEtudeDangers

DECEMBRE 2018

PROJET ÉOLIEN DES HAUTS DE SAINT-AUBIN

Commune du PLESSIER-ROZAINVILLERS

Département de La Somme

Demande d'autorisation environnementale
d'une installation relevant du régime ICPE

Etude de dangers – Résumé non technique

Novembre 2017

Maître d'ouvrage : SAS ELICIO France



SOMMAIRE

1. INTRODUCTION.....	3
2. PERIMETRE D'ETUDE.....	4
3. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT ET IDENTIFICATION DES ENJEUX.....	6
4. SYNTHESE DES ENJEUX	8
5. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION – PROCEDE ET FONCTIONNEMENT	9
6. POTENTIELS DE DANGER DE L'INSTALLATION ET AGRESSIONS POTENTIELLES ...	14
7. ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE	16
8. EVALUATION PRELIMINAIRE DES RISQUES.....	17
9. ETUDE DETAILLEE DES RISQUES	18
10. SYNTHESE DE L'ACCEPTABILITE DES RISQUES.....	22
11. CONCLUSION	23
12. CARTOGRAPHIE DES RISQUES SIGNIFICATIFS	24

Projet éolien des Hauts de Saint-Aubin

RÉSUMÉ NON TECHNIQUE DE L'ÉTUDE DE DANGERS

1. INTRODUCTION

Ce document constitue le résumé non technique de l'étude de dangers du **projet éolien des Hauts de Saint-Aubin**, situé sur la commune du Plessier-Rozainvillers (département de la Somme). Ce projet est constitué de **4 éoliennes** et d'un poste de livraison pour une puissance totale maximale de 12 MW.

Le projet du parc éolien des Hauts de Saint-Aubin est porté par la société **SAS ELICIO France**. La présentation de la société **ELICIO France** figure dans le dossier de demande d'autorisation environnementale.

L'étude de dangers a été réalisée par le bureau d'études Energies et Territoires Développement.

Le choix définitif de l'éolienne du projet n'est pas encore arrêté. Le modèle choisi pour l'étude de dangers est l'éolienne **Nordex N117 2,4 MW**, avec une hauteur d'axe de **91 mètres** et un diamètre de rotor de **117 mètres**, soit une hauteur totale de **150 mètres**. Cette machine est considérée de par ses dimensions (diamètre du rotor notamment) comme étant la machine majorante du point de vue de l'étude des risques.

La machine retenue dans la version finale du projet correspondra à une éolienne présentant des dimensions inférieures ou égales, construite selon les mêmes normes, présentant les mêmes dispositifs de sécurité et les mêmes certifications que l'éolienne de l'étude.

En application de la loi du 12 juillet 2010¹ dite loi Grenelle II, les éoliennes sont désormais soumises au régime des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), et classées dans la rubrique 2980.

Le projet de Parc éolien des Hauts de Saint-Aubin comportant des éoliennes de plus de 50 m de mât relève du régime d'autorisation environnementale, et une étude de dangers est nécessaire.

L'étude de dangers a 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.

La présente étude de dangers s'appuie sur le guide technique « Elaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens » de mai 2012, réalisé par l'INERIS et le Syndicat des Energies Renouvelables / France Energie Eolienne (SER-FEE) et validé par la Direction Générale de Prévention des Risques dans un courrier daté du 4 juin 2012 adressé au Syndicat des Energies Renouvelables. Elle comporte des données spécifiques à l'éolienne Nordex N117 2,4 MW et utilise les données fournies par le constructeur.

¹ Loi n°2010-788 portant engagement national pour l'environnement

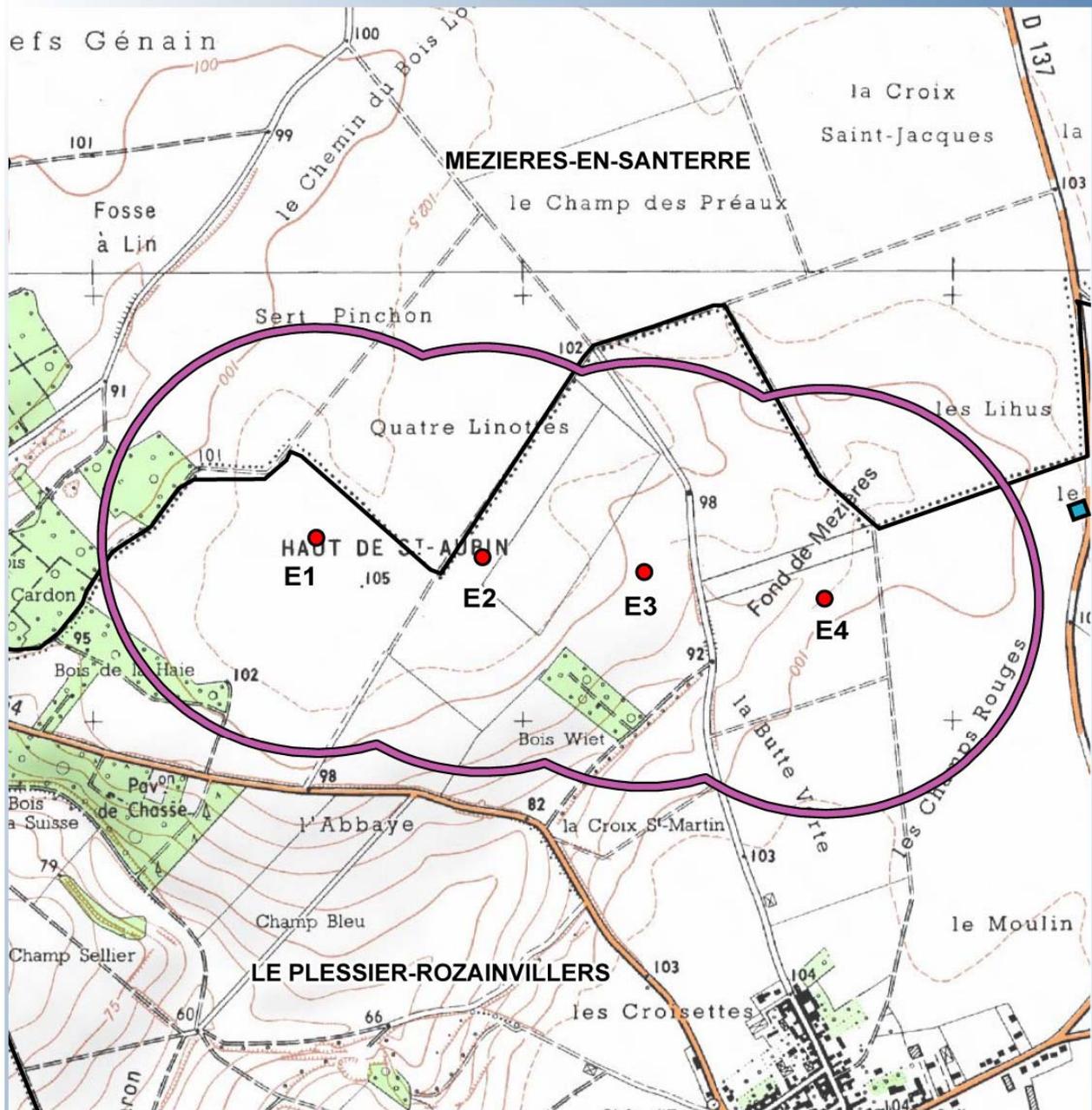
2. PERIMETRE D'ETUDE

Compte tenu de la spécificité 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 un périmètre de **500 mètres** autour du mât de l'aérogénérateur. Cette distance équivaut à la distance d'effet retenue pour les phénomènes de projection.

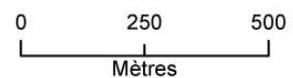
A noter que le poste de livraison ne présente pas d'enjeu en dehors de ses limites de propriété.

Le périmètre global d'étude des 500 mètres concerne les communes du Plessier-Rozainvillers et de Mézières-en-Santerre.

IDENTIFICATION DES ÉOLIENNES ET PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE



- Eoliennes
- Périmètre d'étude (500m)
- Poste de livraison
- Limite communale



Sources : ETD, ©Scan25 IGN, 2017.

Identification des éoliennes et périmètre d'étude (500 m)

3. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT ET IDENTIFICATION DES ENJEUX

Le projet de parc éolien des Hauts de Saint-Aubin est localisé sur le plateau du Santerre, sur des terrains agricoles situés sur la seule commune du Plessier-Rozainvillers. Les quatre éoliennes sont implantées au nord de la commune, à plus de 900 mètres des premières habitations du bourg.

La commune du Plessier-Rozainvillers appartient à la Communauté de Communes Avre Luce Noye.

La commune du projet fait partie des communes favorables à l'éolien dans le Schéma Régional Eolien annexé au SRCAE (Schéma régional climat air énergie). Le Schéma Régional Eolien de Picardie a été validé par arrêté préfectoral le 14 juin 2012, et il est entré en vigueur le 30 juin 2012. Les éoliennes du projet sont implantées dans une zone favorable du Schéma Régional Eolien

Le projet est situé à proximité du parc éolien existant dit du Santerre (8 éoliennes classées ICPE situées au nord et à l'est du projet) et à proximité du parc éolien des Champs Perdus (4 éoliennes classées ICPE, situées au sud-est du projet). Toutes les éoliennes de ces 2 parcs existants sont situées en dehors du périmètre de l'étude de dangers.

Les 4 éoliennes du projet sont implantées en ligne à des distances comprises entre 378 et 424 m les unes des autres, et à des altitudes voisines de 100 m.

Conformément à la loi du 12 juillet 2010, les éoliennes sont toutes situées à plus de 500 m des habitations.

A l'approche du site, l'habitat est regroupé en villages ou hameaux, il n'y a pas d'habitat dispersé ou d'habitations isolées.

Les distances entre les premières habitations et les éoliennes sont les suivantes :

Habitations	Eolienne	distance en mètres
nord Le Plessier	E4	920
Sud Mézières-en-Santerre	E4	2180
Ouest Fresnoy-en-Chaussée	E4	2280
Ouest Hangest-en-Santerre	E4	2850

Le périmètre de l'étude de dangers est essentiellement constitué de grandes parcelles agricoles et de quelques parcelles boisées, principalement en périphérie.

Les seules voies potentielles de circulation traversant le périmètre de l'étude de dangers correspondent à quelques voies de desserte rurale et chemins d'exploitation agricole.

Aucune voie de circulation routière structurante, ni voie ferrée, ni voie navigable, ni sentier de randonnée répertorié, ne traverse le périmètre de l'étude de dangers. On ne note aucun terrain aménagé potentiellement fréquenté, ni aucun établissement recevant du public et aucune zone d'activité dans le périmètre de l'étude.

Aucune ligne électrique de transport n'existe à moins de 200 mètres des éoliennes du projet, ni dans le périmètre de l'étude de dangers. La ligne haute tension la plus proche est située à plus de 5000 m au sud-est des éoliennes du projet.

Une ligne aérienne de distribution 20 kV existante traverse le site à une distance d'environ 80 m à l'ouest de l'éolienne E4. Un accord de principe passé avec l'exploitant du réseau (SICAE) prévoit l'enfouissement de ce tronçon de ligne au frais d'ELICO France.

Il n'existe aucune canalisation de transport ou de distribution dans le périmètre de l'étude de dangers.

Aucun élément du parc éolien (éolienne, accès ou poste de livraison) ne se situe à l'intérieur d'un périmètre de protection de captage.

Enfin le périmètre de l'étude de dangers n'est concerné par aucune servitude hertzienne.

4. SYNTHÈSE DES ENJEUX

Au final, et selon les critères de l'étude de dangers², les enjeux humains suivants ont été identifiés dans le périmètre de l'étude (soit dans un rayon de 500 m autour des éoliennes) :

- Personnes non abritées (promeneurs, agriculteurs) présentes dans le périmètre de l'étude.
- Véhicules susceptibles d'emprunter les voies à faible circulation du périmètre d'étude.

La détermination du nombre de personnes (enjeux humains en équivalent personnes permanentes - epp) exposées dans le périmètre de l'étude de dangers est basée sur la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques de comptage applicables aux études de dangers.

Ont été distingués :

- Les terrains non aménagés peu fréquentés (terrains agricoles) avec l'hypothèse forfaitaire d'une personne permanente pour 100 ha.
- Les voies à faible circulation (largeur: 6 m) avec l'hypothèse forfaitaire d'1 personne permanente pour 10 ha.

Pour chaque éolienne, par application des hypothèses de comptage mentionnées ci-dessus, la fréquentation du périmètre d'étude (500 m) en équivalent personnes permanentes (epp) est la suivante :

	Enjeu: personnes non abritées		Enjeu: véhicules			
	Terrains non aménagés		Voies peu fréquentées			
Eolienne	S (ha)	epp	L (m)	S (ha)	epp	Total epp
E1	78.5	0.79	1 866	1.12	0.11	0.90
E2	78.5	0.79	1 392	0.84	0.08	0.87
E3	78.5	0.79	2 499	1.50	0.15	0.94
E4	78.5	0.79	2 465	1.48	0.15	0.93

² L'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation d'exploiter 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.

5. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION – PROCÉDE ET FONCTIONNEMENT

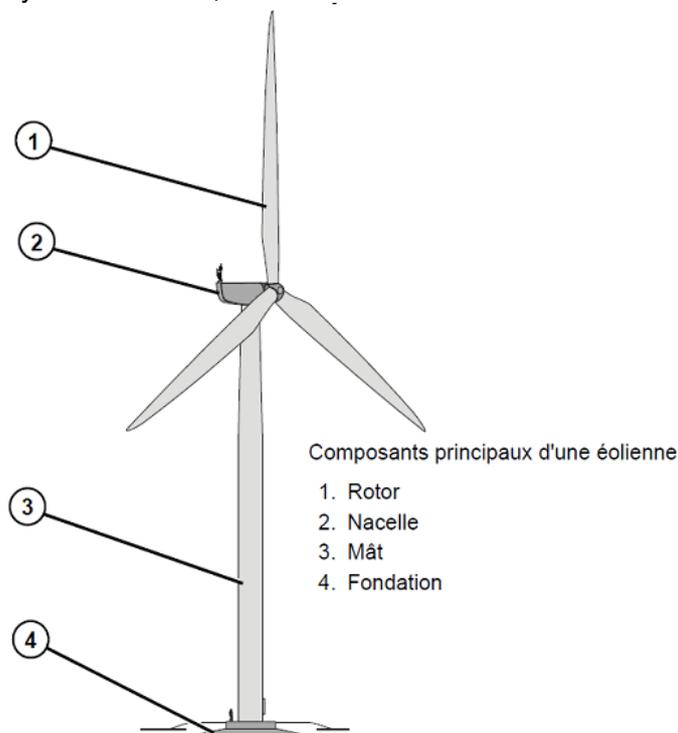
Le projet du parc éolien des Hauts de Saint-Aubin est composé de 4 éoliennes et d'un poste de livraison. La puissance totale maximale du projet est de 12 MW. Le modèle de référence retenu pour la présente étude est l'éolienne NORDEX N117 2,4 MW. Les éoliennes retenues présentent une hauteur de moyeu de 91 mètres et un diamètre de rotor de 117 mètres, soit une hauteur totale en bout de pale de 150 mètres.

Les coordonnées des éoliennes et du poste de livraison (PL) sont les suivantes :

LE PLESSIER	Lambert 93		Altitude terrain
Eolienne	X	Y	(m)
E1	666693	6962916	103.8
E2	667082	6962869	103.4
E3	667458	6962831	98.8
E4	667875	6962769	98.0
PL	668478	6962972	102.5

Une éolienne est constituée des éléments principaux suivants :

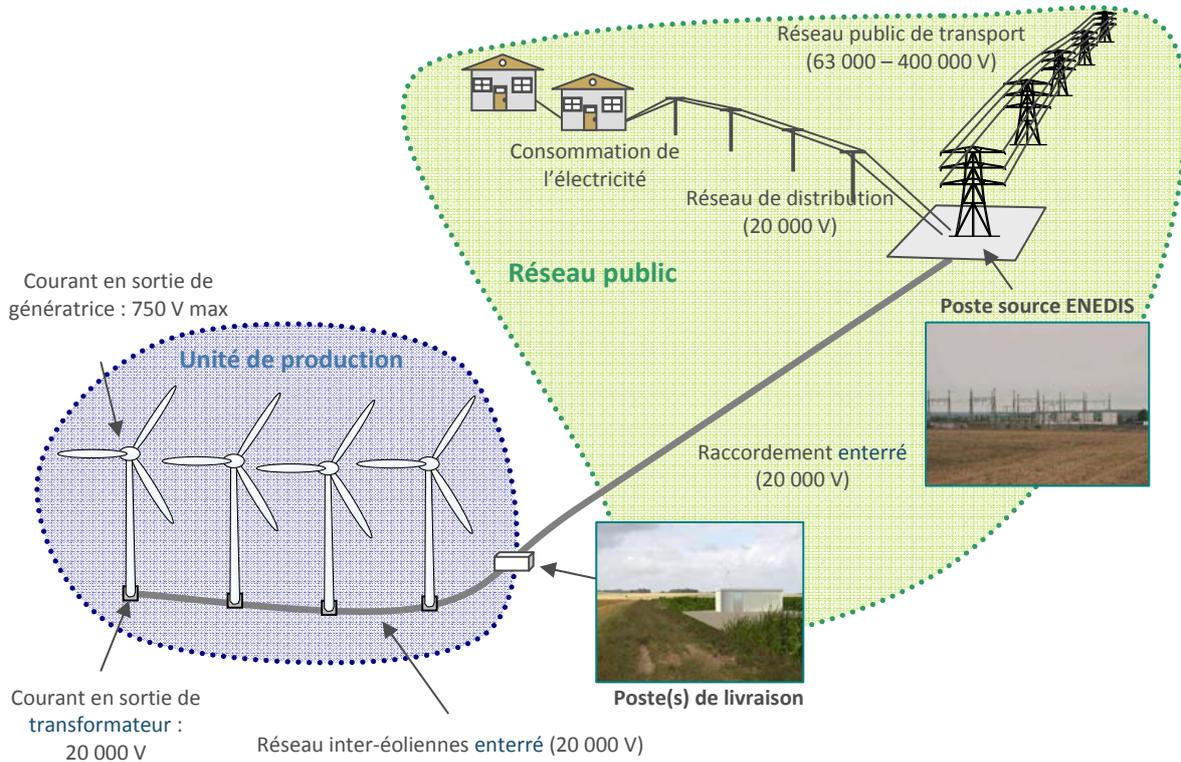
- un rotor, constitué du moyeu, de trois pales et du système à pas variable (1)
- une nacelle supportant le rotor, dans laquelle se trouvent des éléments techniques indispensables à la génération d'électricité (train d'entraînement, éventuellement multiplicateur, génératrice, système d'orientation, ...) (2)
- un mât maintenant la nacelle et le rotor (3) ;
- une fondation assurant l'ancrage de l'ensemble (4) ;
- un transformateur (situé dans le pied de mât ou dans la nacelle) et une installation de commutation moyenne tension ;



La vitesse du vent entraîne la rotation des pales, entraînant avec elles la rotation d'une génératrice. L'éolienne retenue utilise une technologie d'entraînement par multiplicateur. L'électricité produite est évacuée de l'éolienne après transformation puis délivrée directement

sur le réseau électrique. Concrètement une éolienne fonctionne dès lors que la vitesse du vent est suffisante pour entraîner la rotation des pales. Plus la vitesse du vent est importante, plus l'éolienne produira d'électricité, jusqu'à atteindre le seuil de puissance maximum de l'éolienne.

On parle de parc éolien ou de ferme éolienne pour décrire les unités de productions groupées. Le fonctionnement du parc éolien et la distribution électrique sur le réseau sont illustrés par la figure suivante :



La liaison poste de livraison - poste source

L'énergie produite par le parc éolien est centralisée au poste de livraison et ensuite injectée sur le réseau EDF via une liaison HTA (20 000 V) enterrée à réaliser entre le poste de livraison et le poste source ENEDIS. Ce raccordement est prévu au poste électrique d'Hangest-en-Santerre, poste actuellement en projet, et qui serait situé à quelques km du projet.

Néanmoins, la demande de raccordement électrique auprès de ENEDIS ne se fera qu'après obtention de l'arrêté d'autorisation environnementale.

Les principales caractéristiques des éoliennes du projet sont synthétisées dans les tableaux ci-après :

Eolienne Nordex N117 / 2400		
Conditions climatiques	Température ambiante de survie	-20 °C à +50 °C
	Puissance nominale	-20 °C à +40 °C
	Arrêter	-20 °C, redémarrage à -18 °C
	Certificat	Classe 3 selon IEC 61400-1
Conception technique	Puissance nominale	2400 kW
	Régulation de puissance	Variation active de pale individuelle
	Diamètre du rotor	116,8 m
	Hauteur du moyeu	91 m
	Concept de l'installation	Boite de vitesse, vitesse de rotation variable
	Plage de vitesse de rotation du rotor	8 à 14,1 tours par min
Rotor <i>Capte l'énergie mécanique du vent et la transmette à la génératrice</i>	Type	Orientation active des pales face au vent
	Sens de rotation	Sens horaire
	Nombre de pales	3
	Surface balayée	10 715 m ²
	Contrôle de vitesse	Variable via microprocesseur
	Contrôle de survitesse	Pitch électromotorisé indépendant sur chaque pale
	Matériau des pales	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)
Nacelle <i>Supporte le rotor et abrite le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité</i>	Arbre de rotor <i>Transmet le mouvement de rotation des pales</i>	Entraîné par les pales
	Multiplicateur <i>Augmente le nombre de rotation de l'arbre</i>	Engrenage planétaire à plusieurs étages + étage à roue dentée droite ou entraînement différentiel Tension nulle
	Génératrice <i>Produit l'électricité</i>	Asynchrone à double alimentation Tension de 660 V
Système de freinage	Frein principal aérodynamique	Orientation individuelle des pales par activation électromécanique avec alimentation de secours
	Frein auxiliaire mécanique	Frein à disque à actionnement actif sur l'arbre rapide
Mât <i>Supporte le rotor et la nacelle</i>	Type	Tubulaire en acier
	Nombre de sections	7
	Protection contre la corrosion	Revêtement multicouche résine époxy
	Fixation du pied du mât	Cage d'ancrage noyée dans le béton de fondation
Transformateur <i>Elève la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau</i>	Caractéristiques	A l'intérieur du mât Tension de 20 kV à la sortie

Eolienne Nordex N117 / 2400		
Fondation <i>Ancre et stabilise le mât dans le sol</i>	Type	En béton armé, de forme octogonale
	Dimensions	Design adapté en fonction des études géotechnique et hydrogéologique réalisées avant la construction
Contrôle commande	Type matériel logiciel	Remote Field Controller/PLC, Nordex Control 2
	Démarrage automatique après coupure de réseau	Oui
	Démarrage automatique après vent de coupure	Oui
Périodes de fonctionnement	1,1 à 3 m/s	Un automate, informé par une girouette, commande aux moteurs d'orientation de placer l'éolienne face au vent
	Environ 3 m/s	Le vent est suffisant pour générer de l'électricité. L'éolienne peut être couplée au réseau électrique
	> 3 m/s	La génératrice délivre un courant électrique alternatif, dont l'intensité varie en fonction de la vitesse du vent
	12 à 25 m/s	L'éolienne fournit sa puissance nominale. Cette dernière est maintenue constante grâce à une réduction progressive de la portance des pales
Poste de livraison <i>Adapte les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public</i>	Caractéristiques	Equipé de différentes cellules électriques et automates qui permettent la connexion et la déconnexion du parc éolien au réseau 20 kV

L'éolienne retenue fait 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.

Le parc éolien des Hauts de Saint-Aubin est composé d'éoliennes classées **IEC III A** selon la norme IEC 61400-1 (certification au titre de la solidité intrinsèque de la machine et de son adéquation aux conditions du site du projet).

Ci-après le tableau de comparaison entre les vents estimés sur le site à hauteur d'axe des éoliennes et la classe de vent de l'éolienne retenue:

	Vents estimés sur le site à hauteur d'axe (91 m)	Classe de vitesse de vent de l'éolienne retenue: IEC III
Moyenne annuelle	6,7 m/s	inférieure à 7,5 m/s
Moyenne sur 10 mn maximale / 50 ans	37 m/s	inférieure à 37,5 m/s
Moyenne sur 3 secondes maximale / 50 ans	Rafale maximale sur 3 secondes non disponible, mais inférieure au vent maximal instantané de 50 m/s	inférieure à 52,5 m/s

Pour les 3 critères de vitesse de vent de la norme IEC 61400-1, le site présente des vitesses de vent inférieures aux maxima de la classe IEC III de l'éolienne retenue. Il s'agit de vitesses moyennes. Des vitesses de vent instantanées supérieures peuvent être supportées par les éoliennes et des coefficients de sécurité sont appliqués lors de leur conception.

A noter que les constructeurs des machines demandent systématiquement à l'exploitant de lui mettre à disposition des données climatiques (vent, température, etc.) représentatives des conditions du site, ce afin de vérifier que les conditions du site sont compatibles avec les hypothèses de conception de l'aérogénérateur.

6. POTENTIELS DE DANGER DE L'INSTALLATION ET AGRESSIONS POTENTIELLES

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., ainsi que l'ensemble des causes externes à l'installation pouvant entraîner un phénomène dangereux, qu'elles soient de nature environnementale, humaine ou matérielle.

Les potentiels de danger liés aux produits

L'activité de production d'électricité par les éoliennes ne consomme pas de matière première, ni de produit 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. La majorité des produits entrants sont des lubrifiants permettant le bon fonctionnement des machines. Ils ne sont pas classés comme des produits inflammables mais restent cependant combustibles. Les risques associés à ces différents produits sont :

- L'incendie : des produits combustibles sont présents sur le site. 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.

Les potentiels de danger liés au fonctionnement de l'installation

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien (hors causes externes) sont de cinq types :

- Chute d'éléments de l'éolienne (boulons, morceaux d'équipements, etc.)
- Projection d'éléments (morceau de pale)
- Effondrement de tout ou partie de l'éolienne
- Echauffement de pièces mécaniques pouvant conduire à un départ de feu
- Courts-circuits électriques (à l'intérieur de l'éolienne ou du poste de livraison) pouvant conduire à un départ de feu.

Les agressions externes potentielles

On note la présence de quelques voies à faible circulation dans un rayon inférieur à 200 m autour de quelques éoliennes (chemins d'exploitation ou dessertes locales). L'explosion ou la sortie de route d'un véhicule sont considérées comme pouvant être dangereux pour les éoliennes. La voie la plus proche des éoliennes est située à 65 m de l'éolienne E2.

Par ailleurs : aucun aéroport n'est présent dans un rayon de 2 km des éoliennes. L'aéroport le plus proche du site est celui de Montdidier situé à environ 10 km au sud du projet. Le parc éolien se situe à l'écart des zones présentant des servitudes aéronautiques. Aucune installation classée pour l'environnement (autre que les autres éoliennes du parc) n'est présente dans un rayon de 500 m des éoliennes. Il n'existe aucune canalisation de transport de gaz, hydrocarbures ou produits chimiques à moins de 200 m des éoliennes.

En ce qui concerne les phénomènes naturels, les agressions externes potentielles à considérer sont principalement les tempêtes et la formation de glace.

Les tempêtes : Les vents violents peuvent être la cause de détériorations de structures, de chute/pliage de mât, de survitesse des pales et de projection de pales. Les vents violents sont pris en compte dans le dimensionnement des éoliennes.

Pour les critères de vitesse de vent de la norme IEC 61400-1, le site présente des vitesses de vent inférieures aux maxima de la classe de l'éolienne retenue. Il s'agit de vitesses moyennes. Des vitesses de vent instantané supérieures peuvent être supportées par les éoliennes et des coefficients de sécurité sont appliqués lors de leur conception.

La formation de glace ou l'accumulation de neige : il n'est pas rare que de la glace se forme sur les éoliennes en période hivernale, que ce soit sur les pales, le moyeu ou sur la nacelle. L'augmentation de température entraînant la fonte partielle ou la mise en rotation du rotor peuvent alors provoquer des chutes de glace ou des projections de morceaux de glace.

Le projet européen Wind Energy production in COld climates (WECO), piloté par l'institut météorologique de Finlande, a établi une carte européenne des zones les plus exposées au givre. Il apparaît que le secteur ne présente qu'un risque occasionnel (moins de 1 jour par an). Cependant, sur les 3 mois de décembre, janvier et février (température moyenne de 3,4°C), on compte 38 jours de gel sur le site avec une humidité relative moyenne mensuelle de 88 % à la station de St Quentin – Fontaines-les-Clercs

En ce qui concerne le risque sismique : La commune de Le Plessier-Rozainvillers est concernée par le niveau 1 : zone de sismicité très faible. Dans ces zones, aucune construction à risque normal n'est soumise à des règles de construction parasismique.

Réduction des potentiels de danger à la source

Dès la conception du projet, le porteur du projet a veillé à réduire autant que possible les potentiels de dangers en intégrant cet aspect dans le choix du positionnement des éoliennes.

Les éoliennes doivent être légalement éloignées d'au minimum 500 m des habitations. La distance minimale aux habitations observée sur ce projet est de 920 m (Le Plessier-Rozainvillers nord).

Les éoliennes sont implantées en terrain essentiellement agricole très peu fréquenté. Les enjeux additionnels considérés dans le périmètre de l'étude de dangers (soit dans le rayon des 500 m autour des éoliennes) sont ceux liés à la présence de quelques voies à faible circulation.

Dans le périmètre de l'étude, on ne note aucune voie de circulation structurante, ni voie ferrée, ni voie navigable, aucun sentier de randonnée, aucun terrain aménagé potentiellement fréquenté, aucun établissement recevant du public et aucune zone d'activité.

D'autre part, le choix d'un modèle d'éolienne de conception récente, respectant les normes européennes et certifiée a été effectué afin d'assurer une sécurité optimale de l'installation. En ce qui concerne la résistance aux tempêtes, l'éolienne retenue est certifiée IEC III A (selon la norme IEC 61400-1, voir plus haut), Elle est aussi conforme au standard international IEC 61400-24 relatif à la protection contre la foudre.

Concernant la projection de bris de glace, la réduction des dangers est assurée via la déduction de givre sur les pales, voire l'arrêt complet de la machine en cas de gel sévère. Conformément à la réglementation ICPE, des panneaux d'information seront mis en place pour informer les riverains des risques éventuels.

7. ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE

L'analyse de l'accidentologie montre que les incidents liés aux éoliennes de par le monde sont relativement peu nombreux. D'après les données disponibles les incidents de type chute d'éolienne, projection de débris ou de glace, ou incendie sur les éoliennes n'ont jamais été à l'origine de décès de personnes extérieures à l'exploitation.

Les décès liés à l'éolien touchent presque exclusivement les personnes concernées par les opérations de maintenance ou de construction. Par ailleurs l'analyse des accidents en France ne montre aucun blessé en dehors du personnel de maintenance.

En France plus particulièrement, les accidents ont concerné en majorité des éoliennes qui ne sont plus construites aujourd'hui (éoliennes Jeumont abandonnées, éoliennes de petite taille...) et les seuls décès constatés sont liés à la maintenance, ou bien aux efforts fournis pour atteindre le haut d'une éolienne (décès par crise cardiaque).

Notons que le risque lié à ces opérations de maintenance, ainsi que celui lié à l'introduction de visiteurs dans une éolienne, ne sont pas abordés dans l'étude de dangers.

Aucun incident de type susmentionné n'a été recensé sur les sites dont le suivi d'exploitation est réalisé par la société Elicio.

Cinq éoliennes NORDEX apparaissent aujourd'hui dans l'accidentologie française répertoriée (deux projections d'élément de pale, deux incendies consécutifs à une défaillance électrique et un écoulement d'huile).

8. EVALUATION PRELIMINAIRE DES RISQUES

L'analyse des risques a pour objectif d'identifier les scénarios d'accident majeurs et les mesures de sécurité qui empêchent ces scénarios de se produire ou en limitent les effets. Tous les scénarios d'accident potentiels pour une installation sont identifiés. Ensuite sont identifiés les scénarios d'accident qui présentent des conséquences limitées et les scénarios d'accident majeurs – ces derniers pouvant avoir des conséquences sur les personnes tierces.

Les évènements exclus de l'analyse de risque

Conformément à la circulaire du 10 mai 2010, les événements suivants sont exclus de l'analyse des risques : chute de météorite, séisme d'amplitude supérieure aux séismes maximums de référence, crues d'amplitude supérieure à la crue de référence, événements climatiques d'intensité supérieure aux événements historiquement connus ou prévisibles, chute d'avion hors des zones de proximité d'aéroport ou aérodrome, rupture de barrage, actes de malveillance. Du fait du choix du site d'implantation, certains risques ont été volontairement écartés de l'analyse des risques, il s'agit des avalanches, des inondations, des tsunamis, des accidents ferroviaires et de la perturbation des signaux (radars, hertziens, etc.)

Identification des phénomènes redoutés centraux

Les causes d'accident sont multiples, de la foudre à un défaut de maintenance, d'une erreur de conception à une tempête. Elles sont présentées en détail dans l'étude de dangers. Des mesures de réduction sont d'ores et déjà appliquées par les constructeurs d'éoliennes et les exploitants afin de réduire ces causes d'accident et leurs conséquences.

Ces causes conduisent cependant à un nombre limité d'évènements redoutés centraux qui peuvent conduire à un accident touchant des personnes. N'ont été retenues que les séquences accidentelles dont l'intensité est telle que l'accident peut avoir des effets significatifs sur la vie humaine. Les évènements redoutés centraux retenus sont les suivants :

- Projection de tout ou une partie de pale ;
- Effondrement de l'éolienne ;
- Chute d'éléments de l'éolienne ;
- Chute de glace ;
- Projection de glace.

Système de sécurité des éoliennes retenues

Les éoliennes retenues sont conçues conformément à la norme internationale IEC 61400-1 (version 2005-08), ayant pour objet de fournir un niveau de protection approprié contre les dommages causés par tous les risques pendant la durée de vie des aérogénérateurs. Le respect de ces dispositions est évalué par un organisme de certification et formalisé par un certificat de conformité.

L'éolienne retenue est dotée d'un système de contrôle/commande qui centralise les informations issues des différents capteurs de l'éolienne et qui peut déclencher un arrêt d'urgence de la machine. Le système de contrôle/commande permet également une surveillance à distance du fonctionnement de la machine.

L'éolienne est équipée de nombreux capteurs permettant de détecter par exemple les survitesses, les vents violents, les vibrations anormales, un incendie, une surcharge électrique ou un dépôt de glace sur les pales. Par ailleurs chacune des éoliennes est soumise à un programme rigoureux d'entretien et de maintenance permettant de garantir le bon état des composants principaux de la machine. L'éolienne est également protégée contre la foudre.

9. ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

L'étude de dangers doit caractériser chaque scénario d'accident majeur potentiel retenu dans l'étude préliminaire des risques en fonction des paramètres suivants : cinétique, intensité, gravité, probabilité.

Ces 4 paramètres ont été étudiés pour les 5 évènements redoutés centraux retenus (chute d'élément, chute de glace, effondrement, projection d'élément ou de glace). Rappelons les enjeux pris en compte dans le périmètre d'étude du projet :

- Personnes non abritées (promeneurs, agriculteurs) présentes dans le périmètre de l'étude.
- Véhicules susceptibles d'emprunter les voies à faible circulation du périmètre de l'étude.

Par éolienne, et pour chacun des évènements redoutés, le risque a été caractérisé de la façon suivante :

- Par sa cinétique ;
- Calcul de la fréquentation de chacun des périmètres d'effet concernés en fonction des enjeux. Détermination de la « gravité » de l'évènement, fonction de son « intensité (exposition) » et de la fréquentation du périmètre concerné ;
- Détermination de l'acceptabilité du risque (fonction de la probabilité et de la gravité de l'évènement), selon la matrice de criticité usuelle.

Cinétique

La cinétique d'un accident est la vitesse d'enchaînement des évènements. Dans le cas d'une cinétique lente, les personnes ont le temps d'être mises à l'abri.

Dans le cadre de cette étude de dangers, il a été considéré que tous les accidents étudiés ont une cinétique rapide.

Portée des évènements

La première étape de l'étude de dangers a consisté à définir la portée maximale de chacun des évènements redoutés centraux. Les distances, basées sur les dimensions de l'éolienne, sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Evènement	Portée maximale
chute d'éléments ou de pale	60 m
chute de glace	60 m
effondrement de l'éolienne	150 m
projection glace	314 m
projection de tout ou partie de pale	500 m

En dehors de ces zones d'effet, l'exposition a été considérée comme nulle.

Intensité (exposition)

Dans le cadre du guide pour l'étude de dangers des parcs éoliens, des seuils d'exposition ont été définis en fonction du rapport entre la surface atteinte par l'élément projeté et la surface totale de la zone exposée.

Pour tous les scénarios, l'exposition a été jugée modérée c'est-à-dire que le rapport entre l'élément d'impact et la surface de la zone d'effet est inférieur à 1%.

Gravité

La gravité correspond au nombre de personnes potentiellement impactées. Les seuils retenus pour l'étude sont liés au degré d'exposition.

Gravité \ 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 »

La détermination du nombre de personnes (enjeux humains en équivalent personnes permanentes) exposées dans chacune des zones d'effet est basée sur la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de danger (fiche n°1 de la circulaire). Ont été distingués ici :

- Les terrains non aménagés peu fréquentés (forêt et terrains agricoles) avec l'hypothèse forfaitaire d'une personne permanente pour 100 ha.
- Les voies à faible circulation (largeur: 6 m) avec l'hypothèse forfaitaire d'1 personne permanente pour 10 ha.

Le détail par éolienne figure au paragraphe 8 - « Etude détaillée des risques » de l'étude. Pour le projet étudié, pour tous les types de risques et pour toutes les éoliennes, le seul niveau de gravité rencontré est : « modéré ».

Probabilité

La probabilité de réalisation d'un accident peut être caractérisée en 5 classes : la classe A correspond à une probabilité supérieure à 10^{-2} (plus d'une chance sur 100 que l'évènement se produise dans l'année), la classe E à une probabilité inférieure à 10^{-5} (moins d'une chance sur cent mille)

Conformément à l'arrêté du 29 septembre 2005, la probabilité prise en compte est celle de la survenue du phénomène dangereux (par exemple l'effondrement de l'éolienne) et non la probabilité d'atteinte d'une cible. Ces probabilités ont été calculées par l'Ineris sur la base des fréquences des accidents rencontrés en France et dans le monde. Les retours d'expérience sont en effet suffisamment précis pour permettre cette méthode. Dans certains cas, la mise en place de mesures de sécurité adaptées a été prise en compte. Les probabilités des événements redoutés sont présentées ci-dessous.

Scénario	Probabilité	Echelle qualitative
Chute de glace	A	Courant Peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie des installations
Projection de glace	B	Probable Peut se produire pendant la durée de vie des installations
Chute d'élément de l'éolienne	C	Improbable Evènement déjà rencontré sans que les mesures de corrections apportées garantissent sa réduction significative
Effondrement de l'éolienne	D	Rare S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives
Projection d'élément de pale	D	Rare S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives

Synthèse : caractérisation des accidents majeurs

Le tableau ci-dessous récapitule, pour chaque événement retenu, les paramètres de risques : portée, intensité (exposition), probabilité et le niveau de gravité obtenus pour le projet des Hauts de Saint-Aubin :

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité d'exposition	Probabilité	Niveau de gravité des conséquences (fonction de l'intensité d'exposition et du nombre de personnes)
Effondrement de l'éolienne	150 m autour des éoliennes	Rapide	Exposition modérée	D rare	Modéré pour toutes les éoliennes
Chute de glace	Zone de survol 60 m	Rapide	Exposition modérée	A Courant	Modéré pour toutes les éoliennes
Chute d'éléments de l'éolienne	Zone de survol 60 m	Rapide	Exposition modérée	C improbable	Modéré pour toutes les éoliennes
Projection d'éléments de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D rare	Modéré pour toutes les éoliennes
Projection de glace	314 m autour des éoliennes	Rapide	Exposition modérée	B probable	Modéré pour toutes les éoliennes

10. SYNTHÈSE DE L'ACCEPTABILITÉ DES RISQUES

Pour conclure à l'acceptabilité des risques du projet, les paramètres de gravité et les probabilités de chacun des événements retenus ont été croisés dans la matrice de criticité ci-dessous (matrice de criticité adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010 mentionnée ci-dessus) :

La matrice de criticité permet de croiser les probabilités de survenue d'un accident (en colonne) avec la gravité potentielle de ces accidents (en ligne). La zone rouge de cette matrice correspond à des accidents non acceptables, pour lesquels des mesures de réduction des risques doivent être mises en œuvre. Dans les zones verte et jaune, aucune mesure de réduction des risques n'est nécessaire.

Projet de parc éolien des Hauts de Saint-Aubin					
Matrice des risques					
		D (rare)	C (improbable)	B (probable)	A (courant)
Niveau de gravité des conséquences	Désastreux				
	Catastrophique				
	Important				
	Sérieux				
	Modéré	Effondrement dans un rayon de 150 m des éoliennes Projection d'éléments dans un rayon de 500 m	Chute d'éléments (60 m) Toutes les éoliennes	Projection de glace dans un rayon de 314 m Toutes les éoliennes	Chute de glace (60 m) Toutes les éoliennes

Matrice de criticité obtenue

Légende de la matrice:

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

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que l'ensemble des accidents retenus présente un risque acceptable (faible à très faible).

11. CONCLUSION

L'étude de dangers du projet de parc éolien des Hauts de Saint-Aubin a été réalisée dans le cadre réglementaire des projets d'Installations Classées pour la Protection de l'Environnement et selon la méthodologie décrite par le « Guide technique pour l'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens »³. L'étude retient les 5 événements suivants susceptibles de générer un risque pour les enjeux humains présents dans le périmètre de l'étude (soit 500 m autour de chaque éolienne de type Nordex N117 2,4 MW, hauteur d'axe : 91 m) :

- Effondrement de l'éolienne (portée 150 m, « rare »)
- Chute d'éléments de l'éolienne (portée 60 m, « improbable »)
- Chute de glace (portée 60 m, « courant »)
- Projection de glace (portée 314 m, « probable »)
- Projection d'éléments de pale (portée 500 m, « rare »)

Les enjeux humains considérés sont ceux liés à la fréquentation des différents périmètres concernés: terrains non aménagés (terrains agricoles et parcelles boisées) et voies à faible circulation.

Compte tenu de la probabilité des événements retenus et des enjeux humains répertoriés, les risques ont pu être classés de « très faible » à « faible » pour toutes les éoliennes. L'ensemble des risques étudiés se situe dans la zone d'acceptabilité de la grille de criticité applicable, c'est-à-dire qu'ils ne nécessitent pas de mesures supplémentaires de réduction des risques autres que celles déjà prises.

L'ensemble des mesures de prévention et de protection ont été détaillées dans l'étude de dangers. Les principales mesures préventives intégrées aux éoliennes sont :

- des dispositifs de protection contre la foudre ;
- le système de régulation et de freinage par rotation des pales ;
- la détection de glace ;
- les rétentions d'huile sous le multiplicateur et en tête de mât.

Les différents paramètres de fonctionnement et de sécurité sont gérés par un système de contrôle et de commande informatisé.

Par ailleurs, les éoliennes font l'objet d'une maintenance préventive régulière et corrective par un personnel compétent et spécialisé. La maintenance porte sur le fonctionnement mécanique et électrique ainsi que l'état des composants et des structures de la machine. Une inspection visuelle de la machine et des pales est réalisée lors des maintenances préventives afin de détecter des éventuelles fissures ou défauts.

Le niveau de prévention et de protection au regard de l'environnement est considéré comme acceptable. En effet, les accidents répertoriés par l'accidentologie ont dès à présent fait l'objet de mesures intégrées dans la structure des éoliennes « nouvelle génération ». Enfin le respect des prescriptions du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation permet de s'assurer que l'ensemble des accidents majeurs identifiés lors de cette étude de dangers constitue un risque acceptable pour les personnes.

³ [19] - SER, FEE, INERIS – Mai 2012.
Energies et Territoires Développement
Projet éolien des Hauts de Saint-Aubin

12. CARTOGRAPHIE DES RISQUES SIGNIFICATIFS

Les cartes de synthèse des risques qui figurent en pages suivantes font apparaître **pour chaque éolienne** et pour chacun des phénomènes dangereux retenus :

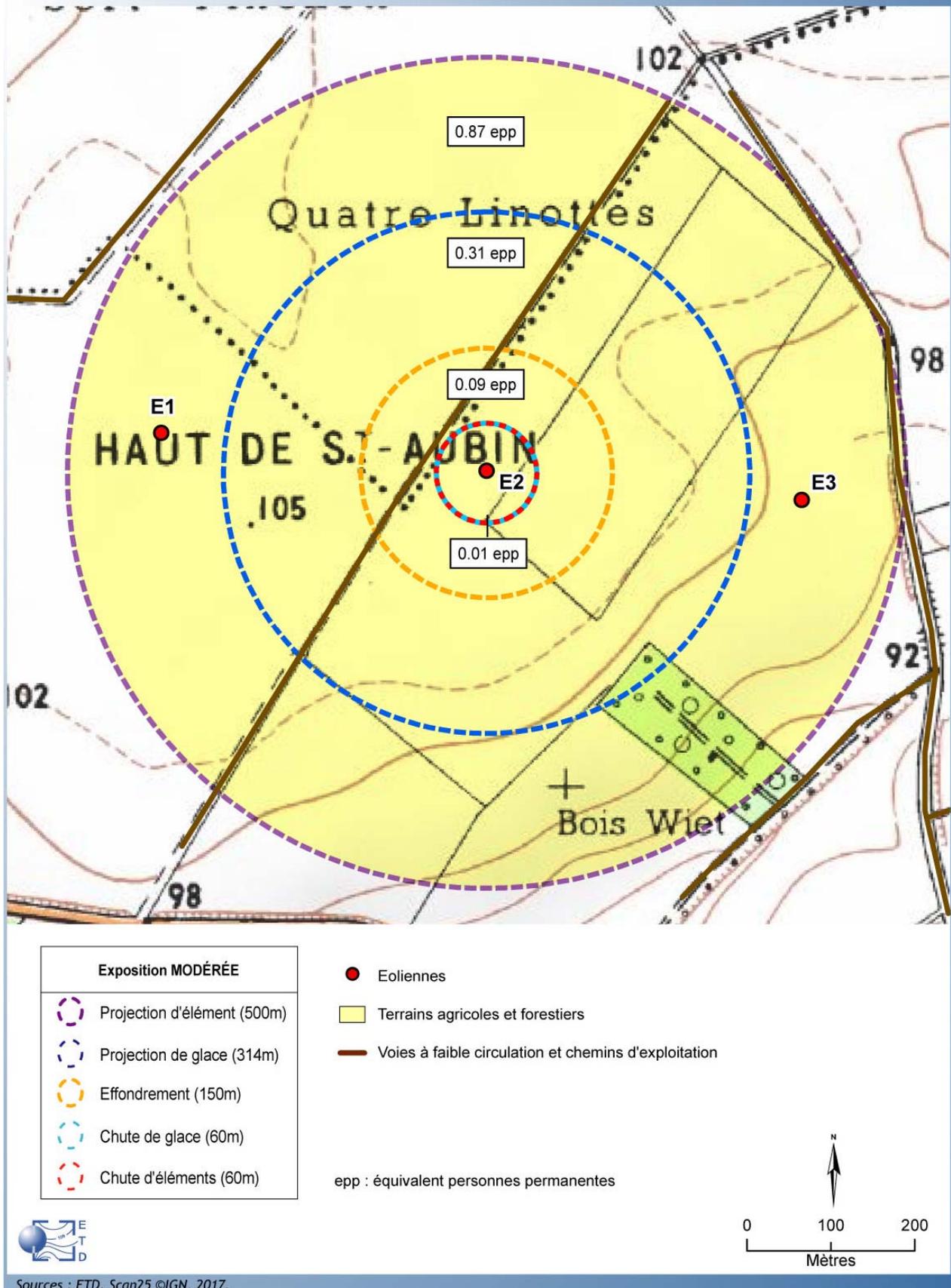
- les **enjeux** présents dans les différentes zones d'effet ;
- le **nombre de personnes** permanentes (epp, ou équivalent personnes permanentes) exposées par zone d'effet.
- L'**intensité** de l'exposition aux différents phénomènes dangereux dans les zones d'effet de ces phénomènes (exposition forte ou modérée) ;

SYNTHESE DES RISQUES : EOLIENNE 1



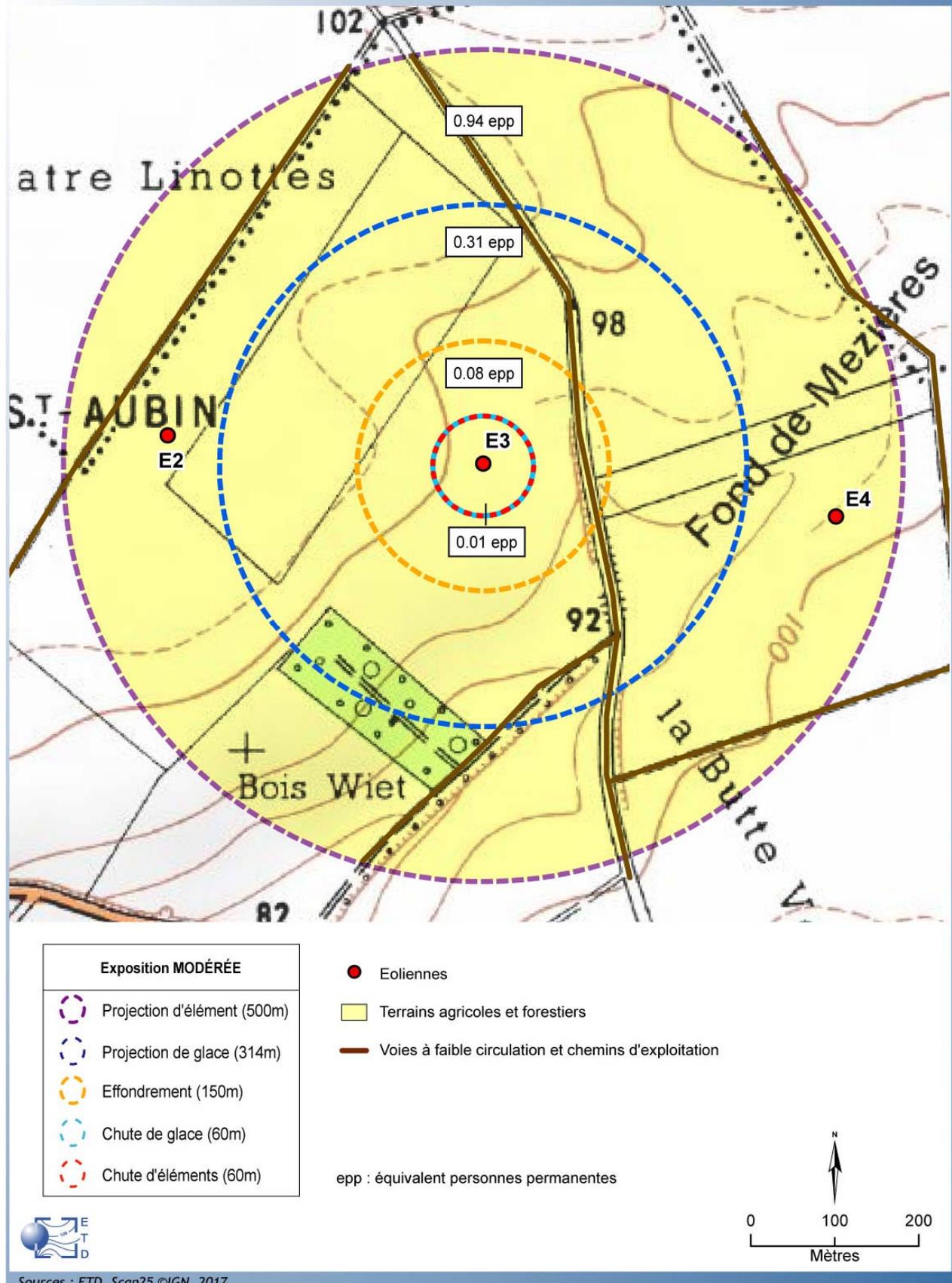
Carte de synthèse des risques: éolienne E1

SYNTHESE DES RISQUES : EOLIENNE 2



Carte de synthèse des risques: éolienne E2

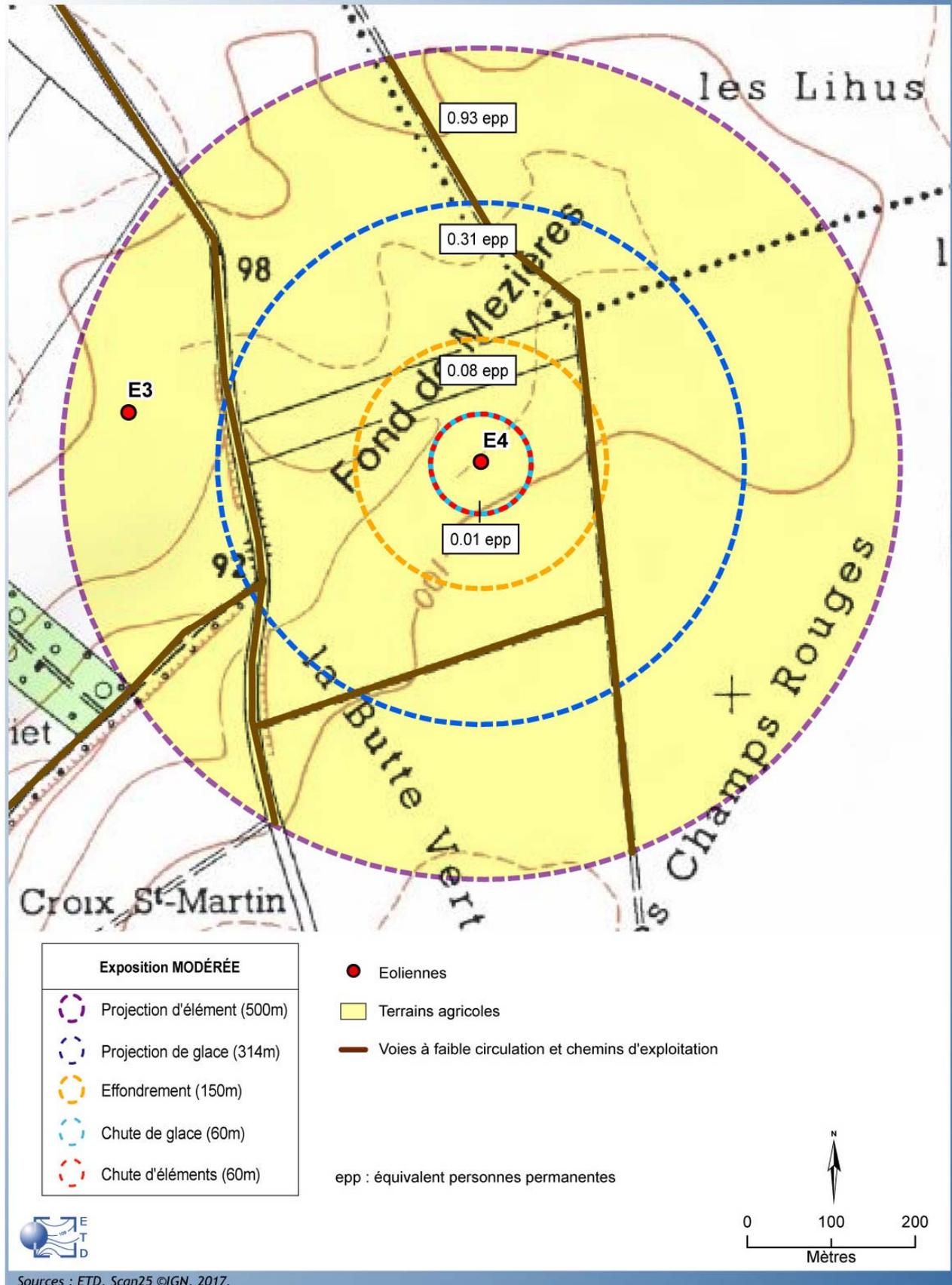
SYNTHESE DES RISQUES : EOLIENNE 3



Sources : ETD, Scan25 ©IGN, 2017.

Carte de synthèse des risques: éolienne E3

SYNTHESE DES RISQUES : EOLIENNE 4



Carte de synthèse des risques: éolienne E4