



PARTIE 5 – PIÈCE 1 : RÉSUMÉ NON TECHNIQUE DE L'ÉTUDE DE DANGERS



PROJET ÉOLIEN DES HOUDONNIÈRES

MOULINS SUR ORNE

Orne (61)



FICHE SIGNALITIQUE

PORTEUR DU PROJET	Raison sociale :	IEL ENR 156
	Adresse du siège social :	41 Ter Boulevard Carnot 22000 SAINT-BRIEUC
	Téléphone :	02.30.96.02.21
PROJET	Nom du projet :	projet éolien des Houdonnières
	Localisation du site :	Moulins sur Orne
	Nombre d'éoliennes :	3
DOCUMENT	Titre du rapport :	PARTIE 5 – PIÈCE 1 – RÉSUMÉ NON TECHNIQUE DE L'ÉTUDE DE DANGERS



SOMMAIRE

1. Contexte de la demande4

2. Présentation du dossier – Pièces constitutives du dossier de demande.....4

3. Présentation de l’installation.....4

4. Identification des enjeux du site d’implantation6

A. Enjeux humains6

B. Enjeux matériels6

C. Synthèse des enjeux6

5. Caractéristiques de l’installation7

A. Caractéristiques générales d’un parc éolien7

B. Éléments constitutifs d’un aérogénérateur7

C. Principe de fonctionnement d’un aérogénérateur9

D. Emprise au sol9

E. Chemins d’accès9

F. Autres installations.....9

6. Identification des potentiels de dangers de l’installation 10

A. Potentiels de dangers liés aux produits.....10

B. Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l’installation10

C. Réduction des potentiels de dangers à la source.....10

C-1 : Choix de l’emplacement des installations.....10

C-2 : Choix des caractéristiques des éoliennes.....10

C-3 : Utilisation des meilleures techniques disponibles.....10

7. Analyse des retours d’expérience 10

A. Analyse de l’évolution des accidents en France10

B. Analyse des typologies d’accidents les plus fréquents.....11

C. Recensement des évènements initiateurs exclus de l’analyse des risques.....11

D. Recensement des agressions externes potentielles.....11

E. Effets dominos.....13

F. Mise en place des fonctions de sécurité13

8. Conclusion de l’analyse préliminaire des risques 13

9. Etude détaillée des risques..... 14

A. Tableaux de synthèse des scénarios étudiés.....15

B. Synthèse de l’analyse de l’acceptabilité des risques.....15

C. Cartographie des risques.....15

10. Conclusion 19



1. Contexte de la demande

Dans un contexte réglementaire favorable aux sources d'énergies renouvelables, la société IEL ENR 156, projette l'implantation d'un parc éolien permettant la production d'électricité à partir de l'énergie du vent, électricité destinée à être réinjectée sur le réseau public de distribution.

La commune de Moulins-sur-Orne est localisée en région Normandie dans le département de l'Orne (61). Elle fait partie de la Communauté de communes d'Argentan Intercom.

La commune de Moulins-sur-Orne est située à quelques kilomètres au nord-ouest d'Argentan, à 40 km au nord-d'Alençon et à 15 km au sud de Falaise. Elle est desservie par la route départementale D15 et D958.

Le projet éolien des Houdonnières consiste en une implantation de 3 éoliennes. Le modèle d'éolienne sélectionné est V150 du constructeur VESTAS.

Ainsi, le projet se composerait de 3 éoliennes d'une puissance unitaire maximale de 6 MW répondant aux caractéristiques techniques suivantes :

Hauteur de moyeu (H)	Hauteur totale en bout de pale (H2)	Diamètre de rotor (D)	Longueur de pale (R)	Largeur de mât (L)	Largeur de base de la pale (LB)
125	200	150	75	5	4,5

Tableau 1: Présentation des caractéristiques considérés de l'éolienne V150

Conformément à l'article R.511-9 du Code de l'environnement, les parcs éoliens sont soumis à autorisation environnementale au titre de la rubrique 2980 de la nomenclature des installations classées :

N° Rubrique	Désignation de la rubrique	Projet	Régime
2980-1	Installation terrestre de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs Comprenant au moins un aérogénérateur dont la hauteur du mât et de la nacelle au-dessus du sol est supérieure ou égale à 50 m	3 éoliennes dont la hauteur du mât et de la nacelle est supérieure à 50 m	A

Tableau 2: Rubrique ICPE 2980

2. Présentation du dossier – Pièces constitutives du dossier de demande

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.

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 énergies renouvelables. Dans la suite de l'étude, ce guide sera appelé « guide technique ». Les pièces constitutives du présent dossier de demande sont listées ci-dessous :

Pièces indépendantes
Etude de dangers
Résumé Non Technique de l'étude de dangers

Les informations contenues dans ce dossier sont résumées de manière « non technique » au travers du présent document à l'attention du grand public et compose le « résumé non technique de l'étude de dangers » conformément au I. de l'article D. 181-15-2 du Code de l'Environnement.

3. Présentation de l'installation

La zone d'étude de dangers (périmètre de 500m autour des éoliennes) se situe sur la commune de Moulins-sur-Orne

Le projet consiste en une implantation de 3 éoliennes d'une hauteur en bout de pale maximale de 200 m sur la commune de Moulins-sur-Orne. Leur puissance unitaire d'environ 6 MW confèrera au parc une puissance totale installée maximale d'environ 18 MW. Le turbinier sélectionné est VESTAS avec son modèle V150.

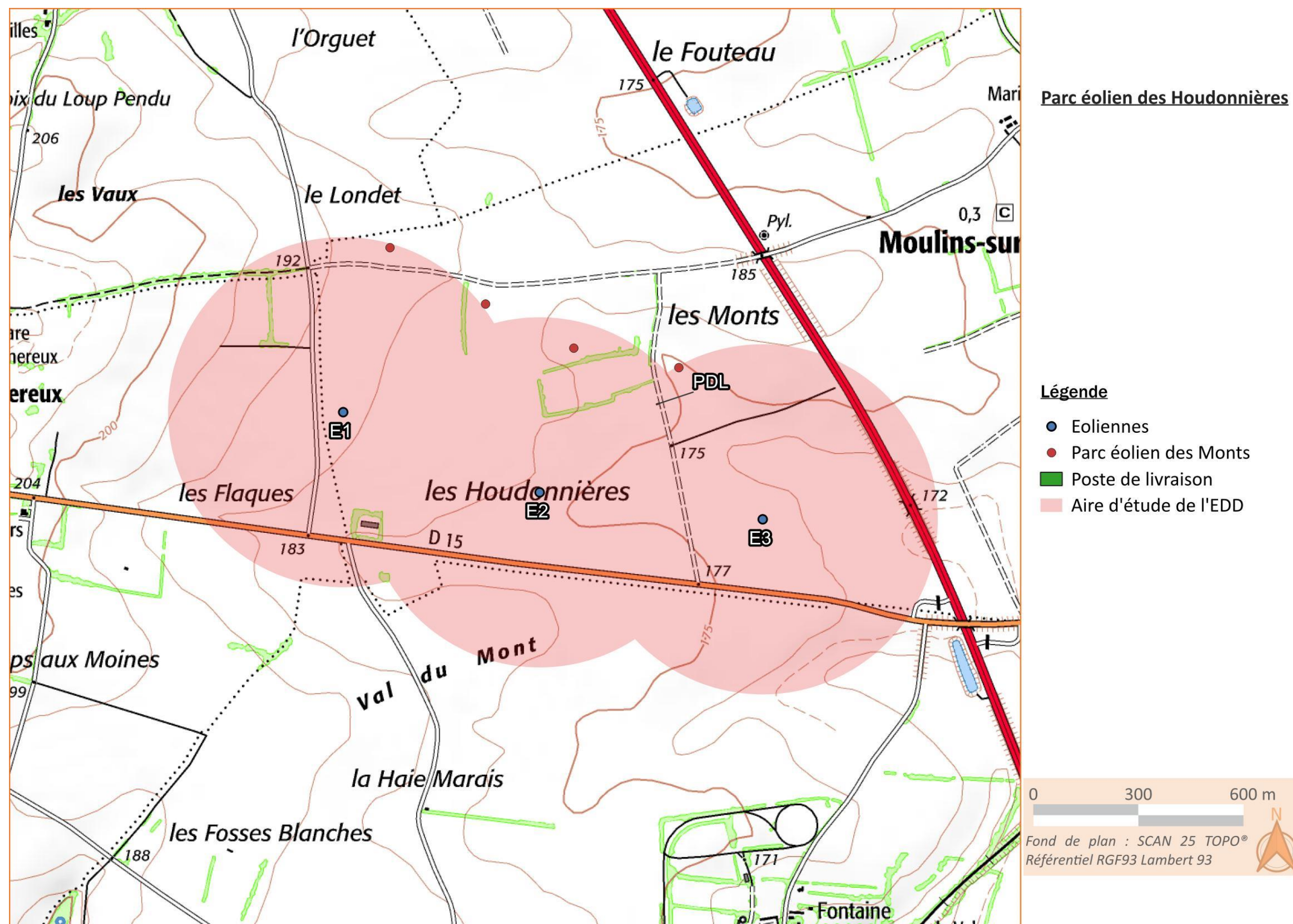
Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques en Lambert 93 des aérogénérateurs et du poste de livraison :

ID	X	Y	Z (m)	Parcelle	Adresse	Superficie (m²)
E1	471889	6854796	187	ZL 18	LES FLAQUES	64 178
E2	472450	6854567	176	ZL 18	LES FLAQUES	64 178
E3	473087	6854490	173	ZN 2	LE BISSONNET	61 884
PDL	472788	6854820	176	ZL 16	LES MOUDONNIERES	151 336

Tableau 3: Localisation des installations

La carte suivante localise le projet éolien des Houdonnières.





Carte 1 : Localisation du projet et aire d'étude de l'Etude De Dangers



4. Identification des enjeux du site d’implantation

A. ENJEUX HUMAINS

La commune de Moulins sur Orne dispose d’une carte communale (CC) datant d’avril 2011.

Les éoliennes présentent un **intérêt public et collectif** du fait de leur contribution à la satisfaction d’un besoin collectif par la production d’électricité. Le Conseil d’Etat s’est prononcé à plusieurs reprises à ce sujet en ce sens (exemple : 3 arrêts rendus le 13/07/2012 par la Haute Juridiction Administrative).

De plus, les éoliennes peuvent être considérées comme nécessaires à la mise en valeur des ressources naturelles puisqu’elles permettent de valoriser l’énergie mécanique du vent afin de générer de l’électricité renouvelable.

Les parcs éoliens sont assimilés à des équipements d’intérêt public et des ouvrages de transport et distribution d’énergie électrique.

La zone d’implantation potentielle a été définie à 500 mètres des lieux-dits habités.

L’habitation la plus proche du parc éolien est située au lieu-dit « Les Buissons » à Moulins-sur-Orne, à une distance de 1 020 m de E3.

La zone projetée pour l’implantation du parc éolien est une zone agricole exploitée.

Deux voies structurantes, l’A88 et la D15 sont recensées sur la zone d’étude de dangers. L’A88 est impacté uniquement par la zone d’étude de E3. On retrouve aussi l’entreprise « Bois Négoce Energie » dans la zone d’étude des éoliennes E1 et E2.

B. ENJEUX MATERIELS

De par le trafic journalier des voies de communication routière présentes dans la zone d’étude de dangers, deux voies sont considérées comme structurantes, l’autoroute A88 et la département D15.

Aucune infrastructure ferroviaire n’est présente dans l’aire d’étude. De même, aucune infrastructure fluviale n’est à recenser. Aucun aéroport ou aérodrome n’est présent autour du parc éolien.

Aucune servitude aéronautique civile et électrique ne sont applicables au projet.

Il n’a été recensé aucun établissement recevant du public dans la zone de 500 m autour des éoliennes du projet.

Aucun périmètre de captage d’eau ne se situe dans la zone d’étude de dangers.

Il n’existe aucun périmètre de transport d’hydrocarbures, canalisations de gaz ou autre ouvrage public à proximité ou dans la zone d’étude de dangers.

Les ICPE (sous le régime de l’autorisation et de l’enregistrement) recensées dans l’environnement immédiat du projet sont les éoliennes du Parc des Monts qui sont situées dans la zone d’étude de l’étude de dangers.

Le périmètre de l’étude de dangers comprend des champs et une entreprise « Bois Négoce Energie ».

C. SYNTHÈSE DES ENJEUX

Ci-dessous un tableau de synthèse des différentes structures qui seront prises en compte dans l’étude détaillée des risques, et les enjeux humains associés (méthode de comptage du nombre de personnes potentielles exposées) :

Typologie	Structures concernées dans l’aire d’étude	Méthode de comptage
Terrains non bâtis	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : forêts, surfaces agricoles	1 personne / 100 ha
	Terrains aménagés mais peu fréquentés : chemins, surfaces en eau	1 personne / 10 ha
Voies de circulation	Liaisons locales et chemins	1 personne / 10 ha
	A88 et D15 Voies structurantes (trafic >2000 véhicules/jour)	0,4 personne pour 100 véhicules/jour par kilomètre de voie impacté
Voies ferroviaires	Non concerné	
Voies navigables		
Chemins et voies piétonnes		
ICPE	Parc des Monts	/
Zones d'activité	Bois Négoce Energie	5 personnes pour le bâtiment (hypothèse haute)
Logements	Non concerné	
ERP		

Tableau 4 : Enjeux humains associés à l’environnement naturel et matériel dans un rayon de 500 m



5. Caractéristiques de l'installation

A. CARACTERISTIQUES GENERALES D'UN PARC EOLIEN

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.

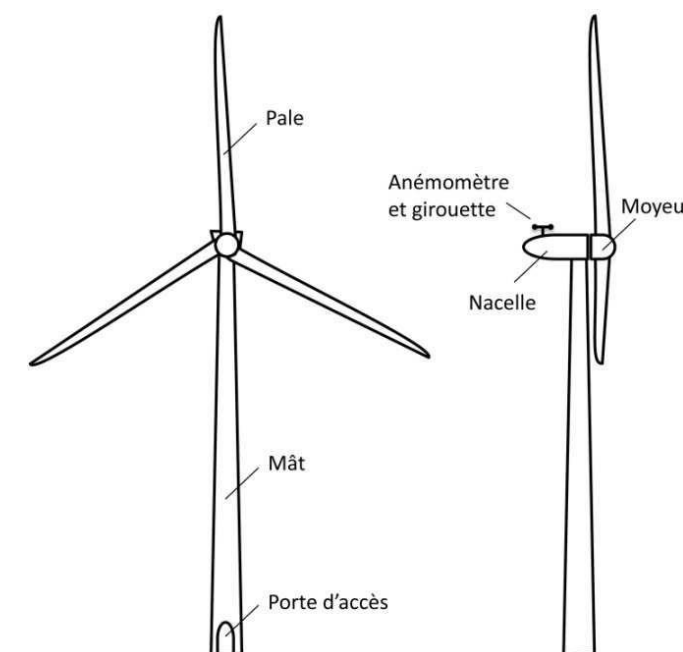
B. ELEMENTS CONSTITUTIFS D'UN AEROGENERATEUR

Au sens du 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 tronçons en acier ou d'anneaux de béton. Certains mâts peuvent d'être hybrides à savoir l'association de sections d'acier et d'anneaux béton. 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 ;
- 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.



Pour le parc éolien des Houdonnières, le modèle choisi est le plus adapté aux conditions du site, et assurera une performance optimale dans le respect des enjeux humains et matériels.

Ci-dessous un tableau récapitulatif des éléments constituant un aérogénérateur et les caractéristiques du modèle retenu :



Elément de l’installation	Fonction	Caractéristiques
Fondation	Ancrer et stabiliser l’éolienne dans le sol	Près de 3 mètres d’épaisseur pour un diamètre de l’ordre de 26 mètres environ
Mât	Supporter la nacelle et le rotor	Hauteur au moyeu de 125 m
Nacelle	Supporter le rotor Abriter le dispositif de conversion de l’énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité	- abrite les composants mécaniques hydrauliques, électriques et électroniques, nécessaires au fonctionnement de l’éolienne ; - système de refroidissement « CoolerTop » ; - sonde de température extérieure ; -système d’orientation constitué de plusieurs dispositifs motoréducteurs ; -dispositif de contrôle de rotation de la nacelle.
Rotor / pales	Capter l’énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	- Rotor de 150 mètres de diamètre
Générateur	Convertir l’énergie mécanique en énergie électrique	- type asynchrone ou synchrone ; - générateur triphasé, de type quadripolaire à rotor bobiné ; - avec alimentation électrique du stator au démarrage ; - délivre un niveau de tension de l’ordre de 700V dirigé vers le transformateur élévateur de tension.
Transformateur	Elever la tension de sortie de la génératrice avant l’acheminement du courant électrique par le réseau	- élévation du niveau de tension de l’ordre de 700 V jusqu’à 20 000 V.
Poste de livraison	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l’interface entre le réseau privé et le réseau public	Environ 9 mètres de longueur ; 2.5 mètres de largeur ; Environ 3.20 mètres hors tout de haut
Câbles souterrains	Acheminer le courant électrique vers le poste de livraison puis vers le réseau Enedis	Section de 95mm² à 200mm²

Tableau 5 : Les principaux éléments d’un parc éolien



C. PRINCIPE 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 détermine la direction du vent, le rotor se positionnera pour être continuellement face au vent.

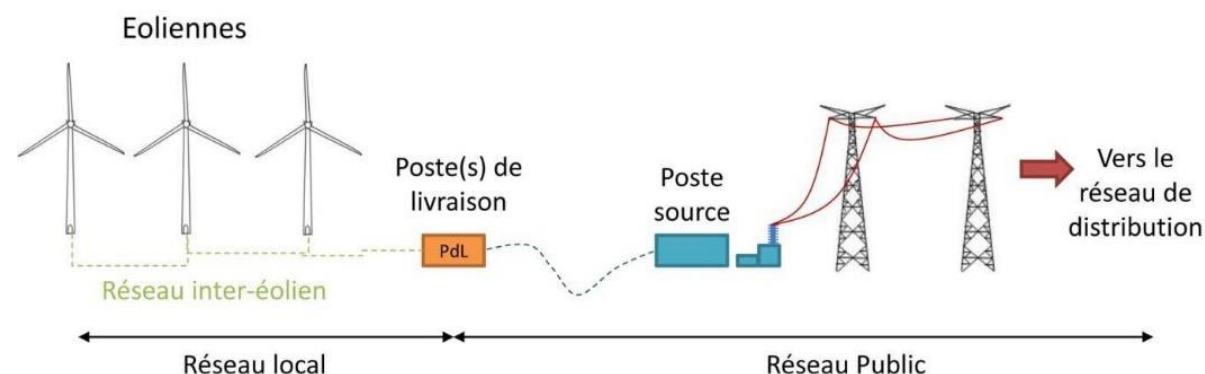
Les pales se mettent en mouvement lorsque l'anémomètre indique une vitesse de vent d'environ 10 km/h et c'est seulement à partir de 12 km/h que l'éolienne peut être couplée au réseau électrique. Le rotor et l'arbre dit « lent » transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit « rapide » tourne environ 100 fois plus vite que l'arbre lent. 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 4 MW par exemple, la production électrique atteint 4 000 kWh dès que le vent atteint environ 40 km/h. L'électricité produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence 50 Hz avec une tension de l'ordre de 700 V. La tension est ensuite élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur placé dans chaque éolienne. L'électricité produite est alors amenée à un poste de livraison électrique puis injectée dans le réseau électrique public.

Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre, atteint des vitesses de plus de 100 km/h (en moyenne, sur un intervalle donné et 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.

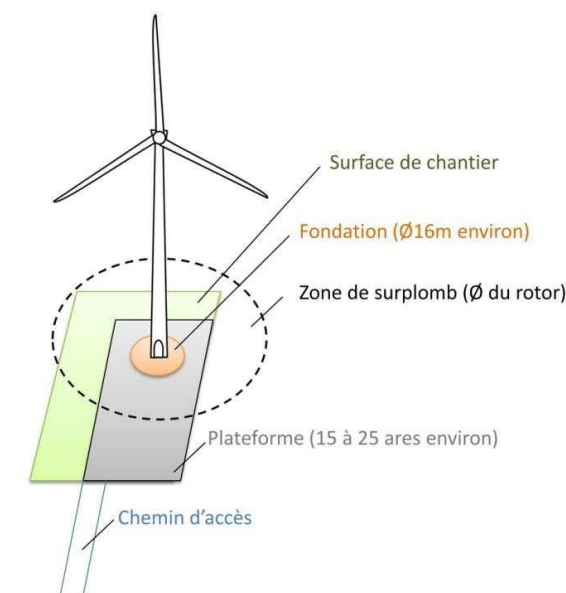


D. EMPRISE AU SOL

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.



(Les dimensions sont données à titre d'illustration pour une éolienne d'environ 150m de hauteur totale).

E. CHEMINS 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 ;
- Des chemins seront créés pour desservir les plateformes des éoliennes.

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).

F. AUTRES INSTALLATIONS

Aucune autre installation (parkings d'accès, aire d'accueil pour informer le public...) n'est prévue pour ce projet.



6. 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, seront traitées dans l'analyse de risques.

A. 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.

Toutefois, comme dans tout parc éolien, des produits seront utilisés pour le bon fonctionnement des installations, leur maintenance et leur entretien. Il s'agit notamment de :

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

La nature de ces produits ainsi que leur volume limité rendent le potentiel de danger négligeable, d'autant plus que des mesures sont prévues en cas de pollution et d'incendie (Cf. Fonctions de sécurité N°7 « *Protection et intervention incendie* » et N°8 « *Prévention et rétention des fuites* »). Il est de plus rappelé que, 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.

B. POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Les dangers liés au fonctionnement du projet éolien des Houdonnières 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).

C. REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE

C-1 : Choix de l'emplacement des installations

L'emplacement des installations a été défini selon plusieurs critères techniques, notamment de distances aux habitations, et en cohérence avec l'environnement du site compte tenu des infrastructures (présence seule de chemins communaux / d'exploitation). Au regard de l'orientation et de la taille de la zone d'implantation,

l'emplacement des installations a été optimisé afin de s'éloigner suffisamment des habitations et zones destinées à l'habitation.

C-2 : Choix des caractéristiques des éoliennes

Le choix des gabarits d'éoliennes s'est porté sur des éoliennes de hauteur de mât maximale de 125 m pour un rotor d'un diamètre de 150 m. La hauteur hors tout des éoliennes sera au maximum de 200 m.

Ces gabarits sont adaptés aux caractéristiques de vents locaux et permettent une bonne intégration sur le territoire, en respectant également les servitudes et contraintes de la zone d'implantation.

C-3 : Utilisation des meilleures techniques disponibles

La directive 2010/75/UE relative aux émissions industrielles, directive IED, a pour objectif de parvenir à un niveau élevé de protection de l'environnement grâce à une prévention et à une réduction intégrée de la pollution provenant des activités industrielles et agricoles.

La directive n°2010/75/UE du 24 novembre 2010 dite Directive IED (Industrial Emissions Directive) est destinée à s'appliquer à certaines catégories spécifiques d'ICPE soumises à Autorisation et le résultat de la fusion de la directive IPPC avec 6 autres directives européennes.

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

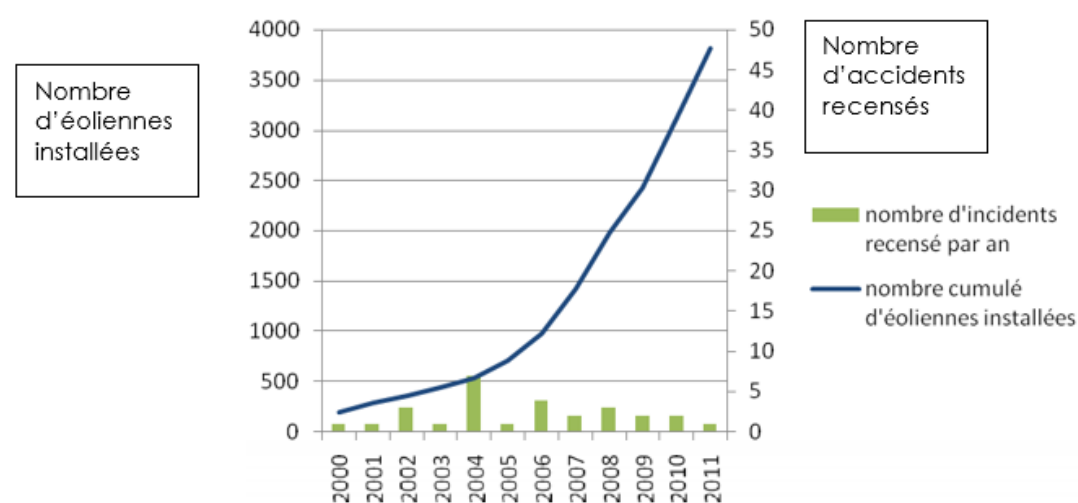
7. Analyse des retours d'expérience

L'analyse des retours d'expérience vise donc ici à faire émerger des typologies d'accident rencontrées tant au niveau national qu'international. Ces typologies apportent un éclairage sur les scénarios les plus rencontrés. L'analyse du retour d'expérience permet ainsi de dégager de grandes tendances, mais à une échelle détaillée, elle comporte de nombreuses incertitudes.

A. ANALYSE DE L'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. On note bien l'essor de la filière française à partir de 2005, la puissance installée ayant été multiplié par 18, alors que sur la même période le nombre d'accident n'a augmenté que dans une moindre mesure comme en témoigne le graphique ci-dessous :



On note bien l'essor de la filière française à partir de 2005, alors que le nombre d'accident reste relativement constant.

B. ANALYSE DES TYPOLOGIES D'ACCIDENTS LES PLUS FREQUENTS

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.

C. 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 suraccident 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.

D. RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES

Deux types d'agressions externes sont traditionnellement identifiés :

- Les agressions externes liées aux activités humaines ;
- Les agressions externes liées à des phénomènes naturels.

Le tableau ci-dessous synthétise les principales agressions identifiées dans le cadre du projet éolien des Houdonnières.



Infrastructure	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Distance par rapport au mât des éoliennes		
					E1	E2	E3
Voies de circulation	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	Chemins d'exploitation	Chemins d'exploitation	Chemins d'exploitation
Aérodrome	Transport aérien	Chute d'aéronef	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	2 000 m	NA	NA	NA
Ligne HTA	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	200 m	NA	NA	NA
Autres aérogénérateurs	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	490 m (Eolienne E1 du parc des Monts)	423 m (Eolienne E3 du parc des Monts)	495 m (Eolienne E4 du parc des Monts)

Tableau 6 : Les agressions externes liées aux activités humaines



Les agressions externes liées à des phénomènes naturels :

Agression externe	Intensité
Vents et tempête	L'intensité maximale des vents observée dans le secteur est susceptible d'atteindre environ 60 m/s L'emplacement n'est pas compris dans une zone affectée par des cyclones tropicaux.
Foudre	Le niveau kéraunique du département est inférieur à 25 jours d'orage par an soit moins que la normale française. Les aérogénérateurs choisis respectent la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010)
Remontées de nappes	Un risque de remontées de nappes est noté au droit des éoliennes. Une étude géotechnique en amont de la construction permettra le bon dimensionnement des fondations

Tableau 7 : Les agressions externes liées aux phénomènes naturels

E. 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 ». 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.

Aucune installation ICPE n’est présente à proximité (rayon de 100 m) du site d’étude du projet éolien des Houdonnières. C’est la raison pour laquelle, il est proposé de négliger les conséquences des effets dominos dans le cadre de la présente étude.

F. MISE EN PLACE DES FONCTIONS DE SECURITE

Dans le cadre de l’étude de dangers, les fonctions de sécurité identifiées et mises en œuvre sur les éoliennes du projet sont détaillées. Ces dernières permettent de réduire les risques potentiels sur l’installation :

- Fonction de sécurité n°1 : Prévenir la mise en mouvement de l’éolienne lors de la formation de glace ;
- Fonction de sécurité n°2 : Prévenir l’atteinte des personnes par la chute de glace ;
- Fonction de sécurité n°3 : Prévenir l’échauffement significatif des pièces mécaniques ;
- Fonction de sécurité n°4 : Prévenir la survitesse ;
- Fonction de sécurité n°5 : Prévenir les courts-circuits ;
- Fonction de sécurité n°6 : Prévenir les effets de la foudre ;
- Fonction de sécurité n°7 : Protection et intervention incendie ;
- Fonction de sécurité n°8 : Prévention et rétention des fuites ;
- Fonction de sécurité n°9 : Prévenir les défauts de stabilité de l’éolienne et les défauts d’assemblage (construction – exploitation) ;
- Fonction de sécurité n°10 : Prévenir les erreurs de maintenance ;

- Fonction de sécurité n°11 : Prévenir les risques de dégradation de l’état des équipements en cas de vents forts ;
- Fonction de sécurité n°12 : Prévenir les risques de dégradation des équipements lors des maintenances.

8. Conclusion de l’analyse préliminaire des risques

Dans le cadre de l’analyse préliminaire des risques génériques des parcs éoliens, cinq catégories de scénarios sont a priori exclues de l’étude détaillée, en raison de leur faible intensité :

Les cinq catégories de scénarios étudiées dans l’étude détaillée des risques seront les suivantes :

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

Ces scénarios regroupent plusieurs causes et séquences d’accident. En estimant la probabilité, gravité, cinétique et intensité de ces événements, il est possible de caractériser les risques pour toutes les séquences d’accidents.

Quelques petits milieux forestiers sont recensés aux abords des éoliennes, cependant, étants de petite taille et relativement distants, le risque de feu de forêt sera écarté dans l’analyse des risques d’incendie.

Nom du scénario exclu	Justification
Incendie de l’éolienne (effets thermiques)	En cas d’incendie de nacelle, et en raison de la hauteur des nacelles, les effets thermiques ressentis au sol seront mineurs. Par exemple, dans le cas d’un incendie de nacelle située à 50 mètres de hauteur, la valeur seuil de 3 kW/m² n’est pas atteinte. Dans le cas d’un incendie au niveau du mât, les effets sont également mineurs et l’arrêt du 26 Août 2011 encadre déjà largement la sécurité des installations. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l’étude détaillée des risques. Néanmoins, il peut être redouté que des chutes d’éléments (ou des projections) interviennent lors d’un incendie. Ces effets sont étudiés avec les projections et les chutes d’éléments. Aucun boisement ou milieu forestier ne sont recensés aux abords des éoliennes, le risque de feu de forêt sera donc écarté dans l’analyse des risques d’incendie.
Incendie du poste de livraison ou du transformateur	En cas d’incendie de ces éléments, les effets ressentis à l’extérieur des bâtiments (poste de livraison) seront mineurs ou inexistant du fait notamment de la structure en béton. De plus, la réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l’arrêt du 26 août 2011 et impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200) Notons que le poste de livraison est situé à plus 400 m de l’éolienne la plus proche (soit E2), écartant ce point dans l’analyse des risques d’effondrement et de chute de pale.
Chute et projection de glace	Lorsqu’un aérogénérateur est implanté sur un site où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C, il peut être considéré que le risque de chute ou de projection de glace est nul. Des éléments de preuves doivent être apportés pour identifier les implantations où de telles conditions climatiques sont applicables.



Nom du scénario exclu	Justification
Infiltration d'huile dans le sol	En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérées dans le sol restent mineurs. Ce scénario peut ne pas être détaillé dans le chapitre de l'étude détaillée des risques sauf en cas d'implantation dans un périmètre de protection rapprochée d'une nappe phréatique.

Tableau 8 : Récapitulatif des scénarios exclus

9. Etude détaillée des risques

L'étude détaillée des risques vise à caractériser les scénarios retenus à l'issue de l'analyse préliminaire des risques en termes de probabilité, cinétique, intensité et gravité. Son objectif est donc de préciser le risque généré par l'installation et d'évaluer les mesures de maîtrise des risques mises en œuvre. L'étude détaillée permet de vérifier l'acceptabilité des risques potentiels générés par l'installation.

- La cinétique : La cinétique d'un accident est la vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle, de l'événement initiateur aux conséquences sur les éléments vulnérables.
- L'intensité : ce paramètre traduit l'ampleur du risque au sein de la zone concernée, pour l'éolien il s'agit du rapport entre la surface de la zone d'impact (c'est-à-dire la surface de la zone touchée en cas de chute ou projection d'un élément) et la surface de la zone d'effet (c'est-à-dire la surface totale de la zone potentiellement concernée par le risque). Suivant ce degré d'exposition, l'intensité est considérée comme modéré (<1%), forte (entre 1 à 5%) ou très forte (>5%).
- La gravité : les seuils de gravité sont déterminés en fonction du nombre équivalent de personnes permanentes dans chacune des zones d'effet et de l'intensité définie précédemment. Ces calculs et seuils s'appuient sur des grilles définies par la circulaire du 10 mai 2010 qui fixe le nombre de personne permanentes par type de milieu concerné.
- La probabilité : elle définit la possibilité de survenue de l'accident. Dans le cadre de l'étude de dangers des parcs éoliens, la probabilité de chaque événement accidentel identifié pour une éolienne est déterminée en fonction : de la bibliographie relative à l'évaluation des risques pour des éoliennes, du retour d'expérience français et des définitions qualitatives de l'arrêté du 29 Septembre 2005.

Le tableau ci-dessous résume les différents niveaux de probabilité utilisé :

Niveaux	Echelle qualitative	Echelle quantitative (probabilité annuelle)
A	Courant 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	Probable S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations.	$10^{-3} < P \leq 10^{-2}$
C	Improbable Événement 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	Rare S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité.	$10^{-5} < P \leq 10^{-4}$
E	Extrêmement rare Possible mais non rencontré au niveau mondial. N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles.	$\leq 10^{-5}$

Tableau 9 : Synthèse des niveaux de probabilité

- L'acceptabilité : pour chaque scénario est associée une classe de probabilité qui permettra de définir l'acceptabilité des installations quant à l'exposition aux personnes et la gravité de chaque phénomène retenu comme danger potentiel. La matrice de criticité ci-dessous, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010 sera utilisée :

Gravité	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Déastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux					
Modéré					

Tableau 10 : Matrice de l'acceptabilité des risques vierge

Légende de la matrice :

Niveau de risque	Couleur	Acceptabilité
Risque très faible		acceptable
Risque faible		acceptable
Risque important		non acceptable



A. TABLEAUX DE SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS ETUDIÉS

Les tableaux suivants récapitulent, pour chaque événement redouté central retenu, les paramètres de risques : la cinétique, l’intensité, la gravité et la probabilité. Les tableaux regrouperont les éoliennes qui ont le même profil de risque.

Scénario	Zone d’effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité	Acceptabilité
Effondrement de l’éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale soit 200 m	Rapide	exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes)	Modérée	Acceptable
Chute d’élément de l’éolienne	Zone de survol (75 m)	Rapide	exposition modérée	C	Modérée	Acceptable
Chute de glace	Zone de survol (7 5m)	Rapide	exposition modérée	A	Modérée	Acceptable
Projection de pale ou fragment de pale	500 m autour de l’éolienne	Rapide	exposition modérée	D (éoliennes récentes)	Importante	Acceptable
Projection de morceaux de glace	1,5 x (H + 2R) autour des éoliennes soit 412,5 m	Rapide	exposition modérée	B	Modérée	Acceptable

Tableau 11 : Synthèse des scénarios étudiés

B. SYNTHÈSE DE L’ANALYSE DE L’ACCEPTABILITE DES RISQUES

Enfin, la dernière étape de l’étude détaillée des risques consiste à rappeler l’acceptabilité des accidents potentiels pour chacun des phénomènes dangereux étudiés.

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					
Catastrophique					
Important		Projection de pale ou fragment de pale : E1, E2 et E3			
Sérieux					
Modéré		Effondrement d’éolienne : E1, E2 et E3	Chute d’éléments : E1, E2 et E3	Projection de glace : E1, E2 et E3	Chute de glace : E1, E2 et E3

Tableau 12 : Matrice de l’acceptabilité des risques avec les phénomènes dangereux étudiés

Légende de la matrice :

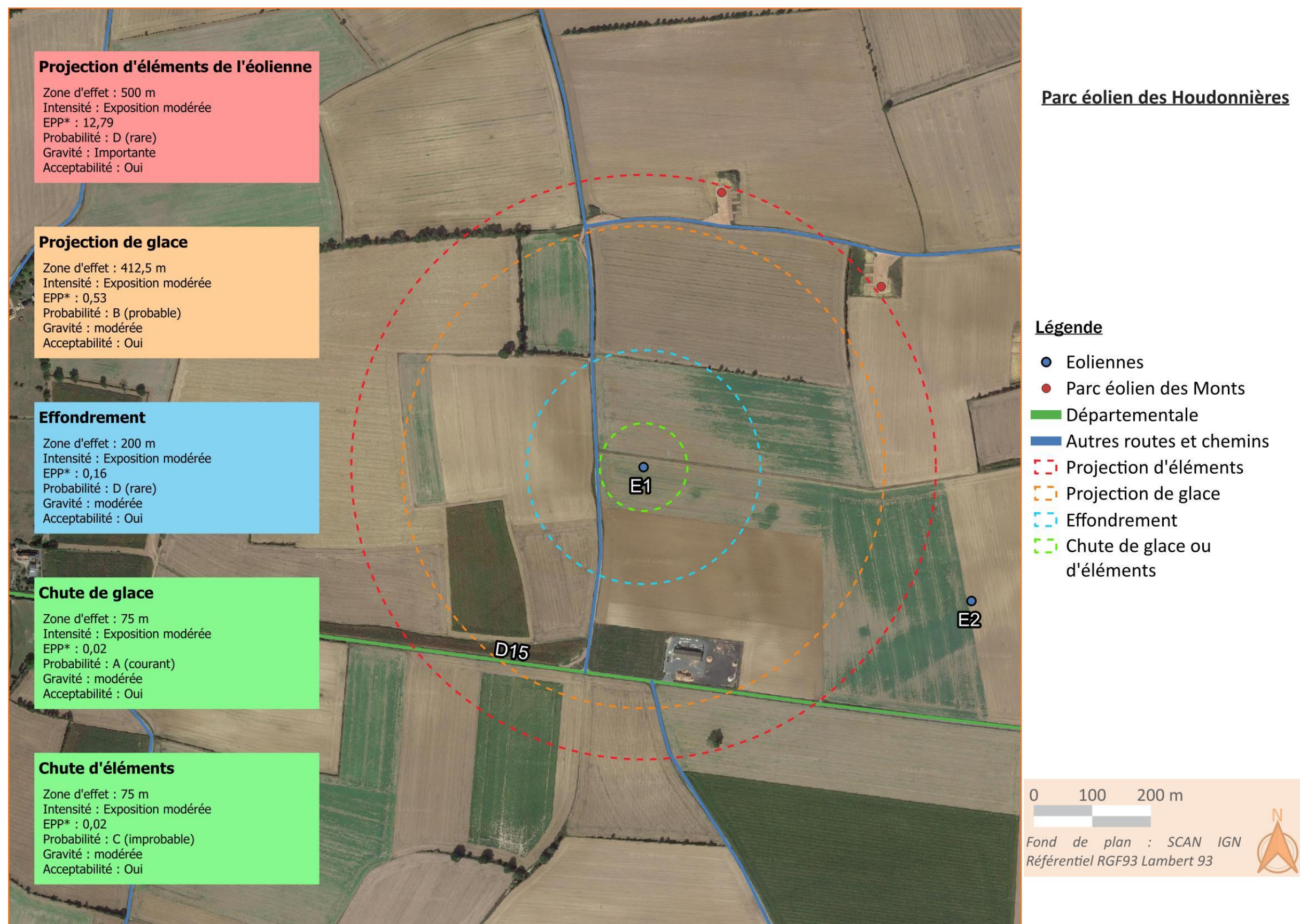
Niveau de risque	Couleur	Acceptabilité
Risque très faible	acceptable	acceptable
Risque faible	acceptable	acceptable
Risque important	non acceptable	non acceptable

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

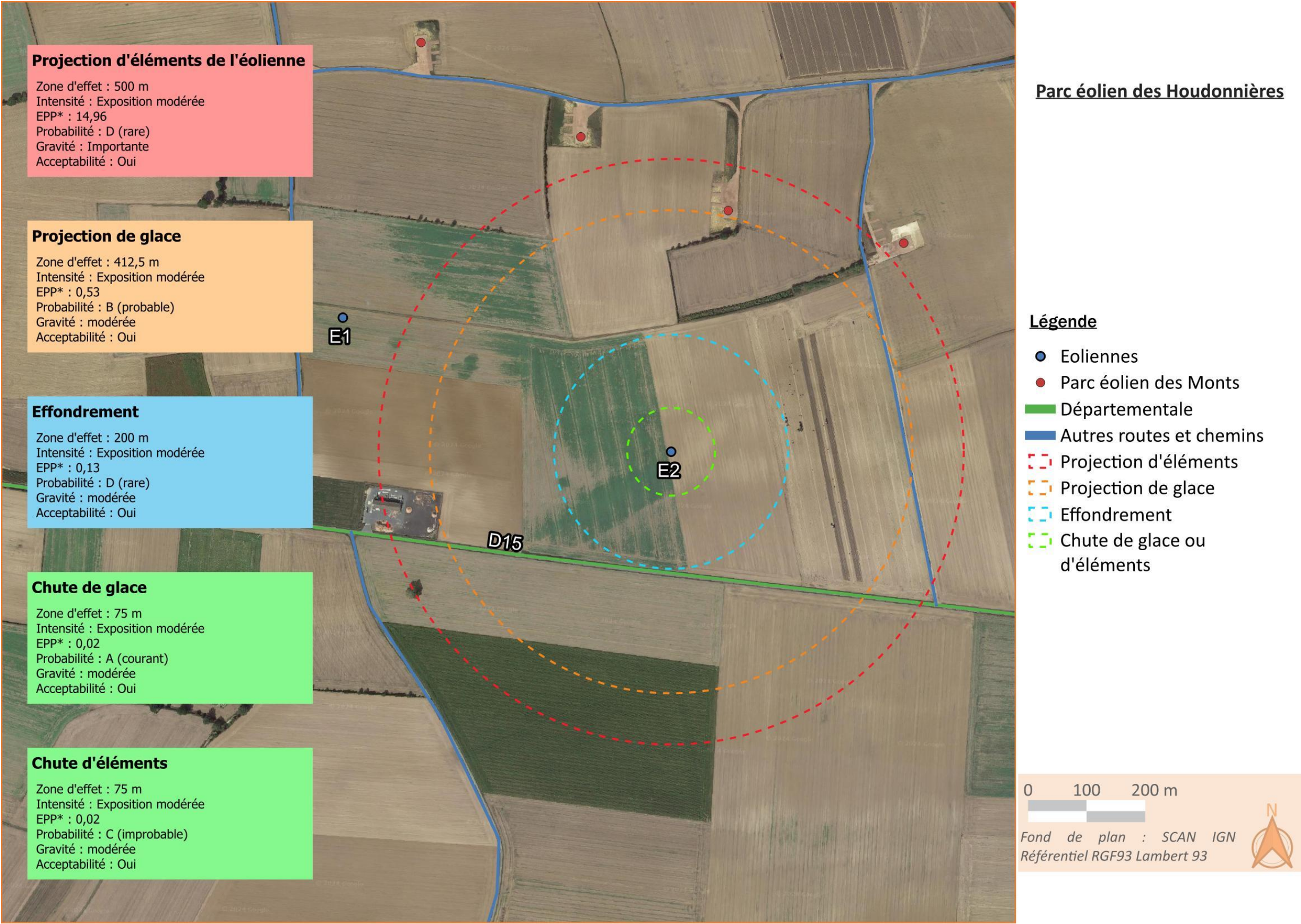
- aucun accident n’est recensé comme inacceptable au terme de l’analyse des risques ;
- aucun accident n’est recensé comme inacceptable au terme de l’analyse des risques, mais certains possèdent un risque faible. Pour ces accidents, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans l’étude de dangers sont mises en place.

C. CARTOGRAPHIE DES RISQUES

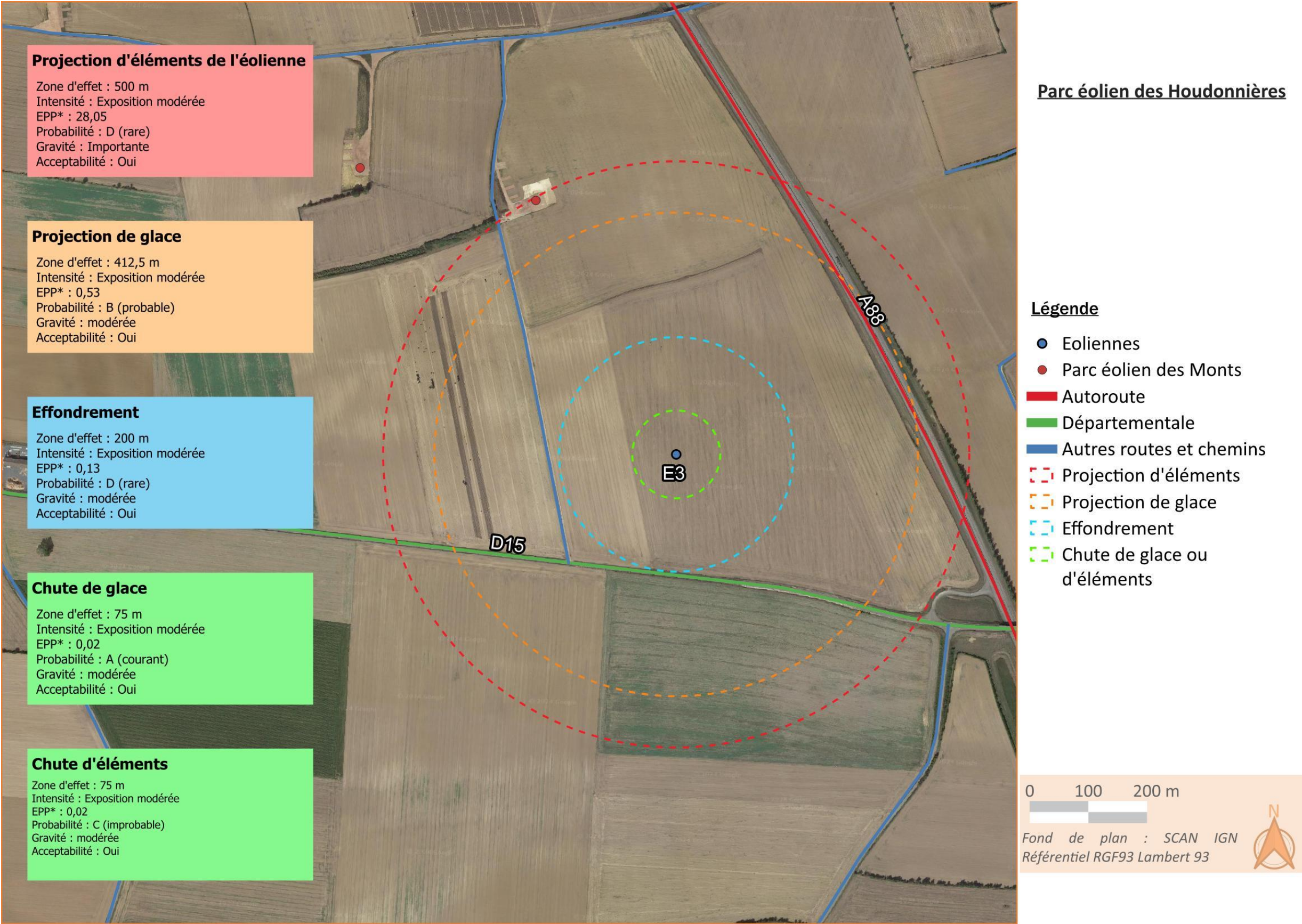
La cartographie des risques a été réalisée. Elle indique les différents périmètres de risques ainsi que les enjeux vulnérables identifiés. La carte des risques pour chaque éolienne est présentée ci-après.



Carte 2 : Synthèse des risques de l'éolienne E1



Carte 3 : Synthèse des risques de l'éolienne E2



Carte 4 : Synthèse des risques de l'éolienne E3



10. Conclusion

L'étude de dangers du projet éolien des Houdonnières s'est attachée à recenser les diverses infrastructures et activités présentes dans l'environnement des éoliennes sur le site, et à prendre compte de l'ensemble des démarches réalisées pour concevoir le projet, analyser les dangers inhérents et présenter les mesures de sécurité prises.

D'un point de vue global, le projet éolien des Houdonnières affiche un environnement principalement agricole dont le choix technique (potentiel vent, distances aux habitations, servitudes, etc.) apparaît comme adéquat pour le développement éolien. Ainsi, les différentes activités et infrastructures présentes dans la zone d'étude des 500 mètres autour des installations éoliennes, ont fait l'objet d'une attention particulière afin de déterminer le niveau de risque pour chaque installation. La surface d'agriculture, les fréquentations des routes et chemins agricoles, de même que les bâtiments agricoles, ont été répertoriés et comptabilisés pour permettre d'affiner l'intensité et la gravité par type d'accident, développées dans l'analyse des risques.

Par ailleurs, l'étude des accidents ayant eu lieu en Europe et dans le monde indique que les probabilités d'accidents liés au fonctionnement d'un parc éolien sont très faibles et qu'ils prennent leur origine le plus souvent dans des défauts de conception de fondations, des modifications du modèle initial du constructeur, ou une mauvaise utilisation du système de sécurité visant à éviter la survitesse de rotation du rotor. Les accidents sont de plus souvent liés à des conditions climatiques particulières.

De plus, 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.

Aussi, 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.

La conception du parc éolien s'appuie sur un ensemble de mesures préventives afin de prévenir tous les risques potentiels. Ces mesures s'appliquent en amont du projet en choisissant d'installer des éoliennes neuves et de se conformer à toutes les exigences du constructeur, garantissant un niveau très élevé de sûreté. La phase de chantier intègre également un ensemble de procédures qui visent à réaliser les travaux conformément aux plans établis, à relever toute défaillance, à assurer la sécurité des personnes et des tiers sur le chantier.

Comme prévu par la loi, le maître d'ouvrage nommera un coordinateur de sécurité qui rédigera un plan de coordination lors de la phase de planification des travaux. Ce plan prévoira la mise en place de l'ensemble des infrastructures liées à la sécurité, à la santé et à l'hygiène du personnel. Sa réalisation sera le fruit d'une collaboration entre l'ensemble des intervenants du chantier.

L'accès au chantier sera interdit au public et une signalisation correspondante sera convenue et mise en œuvre.

La mise en place des mesures préventives doit éviter que des accidents se produisent sur le parc. Les maintenances préventives, organisées en moyenne à intervalles de 6 mois, permettent de maintenir un état de fonctionnement correct des éoliennes et de détecter d'éventuels défauts ou usures prématurées. Ces interventions, ainsi que les maintenances correctives, sont encadrées par un plan de prévention des risques.

Enfin, le centre de conduite et d'exploitation du turbinier permet de procéder à des manœuvres télécommandées en cas d'accident, grâce aux outils de surveillance à distance et en temps réel (SCADA, alarmes, caméras, ...) afin de renforcer la sûreté des installations pendant leur exploitation.

Le projet éolien des Houdonnières permet donc 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.



PARTIE 5 - PIÈCE 2 : ÉTUDE DE DANGERS



PROJET ÉOLIEN DES HOUDONNIÈRES

MOULINS SUR ORNE

Orne (61)



FICHE SIGNALITIQUE

PORTEUR DU PROJET	Raison sociale :	IEL ENR 156
	Adresse du siège social :	41 Ter Boulevard Carnot 22000 SAINT-BRIEUC
	Téléphone :	02.30.96.02.21
PROJET	Nom du projet :	projet éolien des Houdonnières
	Localisation du site :	Moulins sur Orne
	Nombre d'éoliennes :	3
DOCUMENT	Titre du rapport :	PARTIE 5 – PIÈCE 2 - ÉTUDE DE DANGERS



SOMMAIRE

SECTION 1 INTRODUCTION	5
1.1 Contexte	5
1.2 Guide technique	5
1.3 Contexte réglementaire.....	5
1.3.1 Application du régime des installations classées aux parcs éoliens	5
1.3.2 Réglementation relative à l'étude de dangers	6
1.3.3 Démarche générale de l'étude de dangers	7
SECTION 2 CONTEXTE DE L'ÉTUDE DE DANGERS	8
2.1 Objectifs de l'étude de dangers.....	8
2.2 Contexte législatif et réglementaire	8
2.3 Nomenclature des installations classées.....	8
2.4 Information générale concernant l'installation.....	9
2.4.1 Renseignements administratifs.....	9
2.4.2 Localisation du site	10
2.4.3 Définition de l'aire d'étude	11
SECTION 3 DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION	12
3.1 Environnement humain.....	12
3.1.1 Zones habitées	12
3.1.2 Etablissements Recevant du Public (ERP).....	12
3.1.3 Installations Classées pour la Protection de l'Environnement ICPE	13
3.1.4 Autres activités industriels.....	13
3.1.5 Méthodologie de comptage	13
3.1.6 Conclusion.....	13
3.2 L'environnement naturel	14
3.2.1 La climat du département de l'Orne.....	14
3.2.2 Les températures	14
3.2.3 Les précipitations.....	14
3.2.4 Le vent.....	15
3.2.5 L'activité orageuse.....	16
3.2.6 L'ensoleillement	16
3.3 Les risques naturels	17
3.3.1 Le risque sismique	17
3.3.2 Les mouvements de terrain	17
3.3.3 Les cavités souterraines	19
3.3.4 Les inondations.....	20
3.3.5 Le risque de feux de forêts ou de landes	21
3.3.6 Synthèse des risques naturels	21
3.4 Les risques technologiques	22
3.4.1 Généralités sur le transport des matières dangereuses	22
3.4.2 Le risque de transport de matières dangereuses	22
3.4.3 Les risques SEVESO dans le département.....	22
3.4.4 Les risques ICPE	23
3.4.5 Les installations nucléaires de base.....	23
3.4.6 Les barrages hydroélectriques	23
3.5 Environnement matériel.....	23
3.5.1 Les voies de communication routières	23
3.5.2 Le réseau de transport aérien.....	25

3.5.3 Le réseau de transport ferroviaire.....	25
3.5.4 Le réseau de transport fluvial.....	25
3.6 Les réseaux publics et privés.....	25
3.6.1 Réseaux de transport de l'électricité ENEDIS et RTE	25
3.6.2 Réseaux de transport de matières dangereuses (TMD).....	25
3.6.3 Réseaux de communication et électriques	25
3.7 Enjeux humains associés à l'environnement naturel et matériel du secteur d'étude	26
3.8 Synthèse sur l'environnement de l'installation.....	26
3.8.1 Plans d'ensemble de l'installation	26
SECTION 4 DESCRIPTION DE L'INSTALLATION	31
4.1 Caractéristiques de l'installation.....	31
4.1.1 Caractéristiques générales d'un parc éolien	31
4.2 Fonctionnement de l'installation	33
4.2.1 Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur.....	33
4.2.2 Principaux éléments constitutifs de l'installation.....	33
4.2.3 Sécurité de l'installation.....	34
4.2.4 Alertes, procédures et moyens de secours	36
4.2.5 Respect des principales normes applicables à l'installation	37
4.2.6 Le poste de livraison (PDL)	40
4.3 Opérations de maintenance de l'installation	41
4.3.2 Stockage et flux de produits dangereux	44
4.4 Fonctionnement des réseaux de l'installation	44
4.4.1 Raccordement électrique.....	44
4.4.2 Autres réseaux.....	45
SECTION 5 IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION	46
5.1 Potentiels de dangers liés aux produits	46
5.2 Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation.....	46
5.2.1 Réduction des potentiels de dangers à la source	46
5.3 Analyse des retours d'expérience	47
5.3.1 Inventaire des accidents et incidents en France	47
5.3.2 Inventaire des accidents et incidents à l'international.....	55
5.3.3 Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience	55
5.3.4 Limites de l'utilisation de l'accidentologie.....	56
SECTION 6 ANALYSE DES RISQUES	57
6.1 Analyse préliminaire des risques	57
6.1.1 Objectif de l'analyse préliminaire des risques	57
6.1.2 Recensement des agressions externes potentielles.....	57
6.1.3 Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques.....	57
6.1.4 Effets dominos.....	59
6.1.5 Mise en place des mesures de sécurité.....	59
6.1.6 Conclusion de l'analyse préliminaire des risques	64
SECTION 7 ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES.....	65
7.1 Rappel des définitions.....	65
7.1.1 Cinétique	65
7.1.2 Intensité.....	65
7.1.3 Gravité	66
7.1.4 Probabilité	66
7.1.5 Acceptabilité.....	67



7.2 Caractérisation des scénarios retenus.....67

7.2.1 Effondrement de l'éolienne67

7.2.2 Chute de glace69

7.2.3 Chute d'éléments de l'éolienne70

7.2.4 Projection de pale ou de fragment de pale71

7.2.5 Projection de morceaux de glace.....73

7.2.6 Synthèses de l'étude détaillée des risques74

7.3 Conclusion83

Annexe 1 – Méthode de comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d'un accident à proximité d'une éolienne.....85

Annexe 2 – Tableau de l'accidentologie française86

Annexe 3 – Scénarios génériques issus de l'analyse préliminaire des risques.....89

Annexe 4 – Probabilité d'atteinte et Risque individuel91

Annexe 5 –Glossaire92

Annexe 6 – Bibliographie et références utilisées94

Annexe 7 – Réponses des questionnaires de réseau.....95

Annexe 8 – NHS, Formations et Plan de prévention104



SECTION 1 INTRODUCTION

1.1 Contexte

A la suite des accords du protocole de Kyoto et conformément à la directive européenne 2001/77/CE relative à la promotion de l'électricité produite à partir de sources d'énergies renouvelables, la France s'est engagée à augmenter la part des énergies renouvelables dans la production d'électricité au niveau national.

En particulier, la loi n°2005-781 du 13 juillet 2005 fixant les orientations de la politique énergétique (loi POPE) a donné un cap à suivre pour les décennies suivantes. Cette loi s'était construite autour de quatre grands objectifs à long terme :

- l'indépendance énergétique du pays ;
- l'assurance de prix compétitifs de l'énergie ;
- la garantie de la cohésion sociale et territoriale par l'accès de tous à l'énergie ;
- la préservation de la santé, notamment en luttant contre l'aggravation de l'effet de serre.

Les objectifs par filière ont été déclinés dans des arrêtés de programmation pluriannuelle des investissements de production d'électricité (arrêtés PPE). L'énergie éolienne représente une des technologies les plus prometteuses pour atteindre les objectifs fixés par la France. Ainsi, **l'arrêté du 21 avril 2020 a fixé des objectifs ambitieux pour l'éolien** :

- 24 100 MW terrestres et 2 400 MW en mer en 2023,
- 33 200 MW (option basse) terrestres et 5 200 MW en mer en 2030.

La publication de ces objectifs, dans un contexte mondial favorable au développement des énergies renouvelables, a donc permis un développement technologique spectaculaire. Alors que, dans les années 1980, une éolienne permettait d'alimenter environ 10 personnes en électricité, une éolienne de nouvelle génération fournit en moyenne, de l'électricité pour 2 000 personnes hors chauffage (source : Syndicat des Énergies Renouvelables - Fédération Énergie Éolienne, Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie).

En termes de puissance installée, la France comptait fin 2023 une production de 22,4 GW éoliens.

L'augmentation de la capacité installée a pour conséquence directe une augmentation de la production d'électricité d'origine éolienne : ainsi la production de l'année 2023 s'élevait à 49 TWh¹ contre 38 TWh en 2022. **Le taux de couverture de la consommation française par la production éolienne est de 10% en 2023** contre 7,9% en 2020.

La région des Hauts-de-France est le territoire le mieux doté en puissance éolienne avec un peu plus de 6 GW fin 2023. En deuxième place, la région Grand-Est totalise 4,7 GW. Ces deux premières régions représentent environ 49 % du parc total national. En région Normandie, la puissance éolienne totale installée en 2023 était de 1 064 MW.

Si les éoliennes ont évolué en taille et en puissance dans le monde entier, leur technologie actuelle est également sensiblement différente des premières éoliennes installées. Les technologies sont aujourd'hui plus sûres et plus fiables grâce à de nombreuses évolutions technologiques telles que :

- les freins manuels (sur le moyeu) de rotor qui ont été remplacés par des systèmes de régulation aérodynamiques (pitch), évitant l'emballement et assurant des vitesses de rotation nominales constantes ;
- l'évolution des matériaux des pales vers des fibres composites ;
- le développement de nouveaux systèmes de communication par fibre optique, satellites, etc. qui ont permis d'améliorer la supervision des sites et la prise de commande à distance ;
- l'installation de nouveaux systèmes de sécurité (détection de glace, vibrations, arrêt automatiques, etc.).

Ainsi, les premiers incidents qui ont été rencontrés (bris de pales, incendies, effondrements, etc.) ont amené les constructeurs à améliorer sans cesse leurs aérogénérateurs. Grâce à ces évolutions, et le retour d'expérience le montre bien, les incidents sont aujourd'hui très rares et concernent en majorité des éoliennes d'ancienne génération.

Il convient aussi de noter qu'à ce jour, en France et dans le monde, aucun accident n'a entraîné la mort d'une personne tierce (promeneurs, riverains) du fait de l'effondrement d'éoliennes, de bris de pales ou de projections de fragments de pales.

La loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement (loi Grenelle II) réaffirme tout d'abord la nécessité du développement de la filière éolienne pour atteindre les objectifs nationaux fixés dans les PPI. En particulier, l'article 90 fixe l'objectif d'installer au moins 500 aérogénérateurs par an en France.

Cette loi prévoit d'autre part de soumettre les éoliennes au régime d'autorisation au titre de la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Conformément à cette nouvelle réglementation, les exploitants sont notamment amenés à formaliser leur savoir-faire en matière de maîtrise des risques dans une étude de dangers.

1.2 Guide technique

Le guide technique pour l'étude de dangers des parcs éoliens a été réalisé par un groupe de travail constitué de l'Institut National de l'Environnement industriel et des RISques (INERIS) et de professionnels du Syndicat des Énergies Renouvelables (SER) : porteurs de projets, exploitants de parcs éoliens et constructeurs d'éoliennes. L'INERIS a validé la méthodologie établie dans le guide, au regard de la réglementation en vigueur et des pratiques actuelles en matière d'étude de dangers dans les autres installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Ce guide a par ailleurs été reconnu comme correspondant aux exigences de la réglementation en matière d'évaluation des risques par Monsieur Laurent Michel, directeur général de la Prévention des Risques.

Ce guide technique présente les méthodes et les outils nécessaires à la réalisation de l'étude de dangers d'une installation éolienne terrestre constituée d'aérogénérateurs à axe horizontal, dans le cadre de la demande d'autorisation d'exploiter requise pour les ICPE soumises à autorisation, dont font partie les parcs éoliens depuis l'entrée en application de la loi Grenelle II. Il s'agit d'un document de type nouveau dans son approche, qui a pour vocation d'accompagner les différents acteurs de l'éolien (porteurs de projets, exploitants, services de l'État, associations, etc.) dans la démarche d'évaluation des risques potentiels liés à un parc éolien. Compte tenu de la technologie mise en œuvre dans les parcs éoliens, il apparaissait possible et souhaitable de traiter cette analyse de manière générique, afin de pouvoir transcrire les résultats présentés dans ce guide à l'ensemble des parcs éoliens installés en France.

Nous nous appuyons alors sur ce guide technique pour réaliser l'étude de dangers du projet éolien des Houdonnières.

1.3 Contexte réglementaire

1.3.1 Application du régime des installations classées aux parcs éoliens

En application de la loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, dite loi Grenelle II, les éoliennes sont désormais soumises au régime des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE).

¹ Observatoire de l'éolien - 2024



En effet, l'article 90 de ladite loi précise que « les installations terrestres de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent constituant des unités de production telles que définies au 3° de l'article 10 de la loi n°2000-108 du 10 février 2000 relative à la modernisation et au développement du service public de l'électricité, et dont la hauteur des mâts dépasse 50 mètres sont soumises à autorisation au titre de l'article L. 511-2, au plus tard un an à compter de la date de publication de la loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 précitée. »

Le décret n°2011-984 du 23 août 2011, modifiant l'article R. 511-9 du Code de l'environnement, crée la rubrique 2980 pour les installations de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs. Il prévoit deux régimes d'installations classées pour les parcs éoliens terrestres :

- Le régime d'autorisation pour les installations comprenant au moins une éolienne dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m et pour les installations comprenant uniquement des éoliennes dont le mât a une hauteur comprise entre 12 et 50 m et dont la puissance totale est supérieure ou égale à 20 MW.
- Le régime de déclaration pour les installations comprenant uniquement des éoliennes dont le mât a une hauteur comprise entre 12 et 50 m et dont la puissance totale est inférieure à 20 MW.

La réglementation prévoit que, dans le cadre d'une demande d'autorisation d'exploiter, l'exploitant doit réaliser une étude de dangers.

Enfin, 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 prévoit un certain nombre de dispositions par rapport à l'implantation, la construction, l'exploitation et la prévention des risques. Ces prescriptions nationales sont applicables à tous les nouveaux parcs éoliens et, pour partie, aux installations existantes. Elles devront être prises en compte dans le cadre de l'étude de dangers.

1.3.2 Réglementation relative à l'étude de dangers

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.

Article L. 512-1 du Code de l'environnement :

Sont soumises à autorisation préfectorale les installations qui présentent de graves dangers ou inconvénients pour les intérêts visés à l'article L. 511-1. L'autorisation ne peut être accordée que si ces dangers ou inconvénients peuvent être prévenus par des mesures que spécifie l'arrêté préfectoral. Le demandeur fournit une étude de dangers qui précise les risques auxquels l'installation peut exposer, directement ou indirectement, les intérêts visés 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.

La délivrance de l'autorisation, pour ces installations, peut être subordonnée notamment à leur éloignement des habitations, immeubles habituellement occupés par des tiers, établissements recevant du public, cours d'eau, voies de communication, captages d'eau, ou des zones destinées à l'habitation par des documents d'urbanisme opposables aux tiers. Elle prend en compte les capacités techniques et financières dont dispose le demandeur,

à même de lui permettre de conduire son projet dans le respect des intérêts visés à l'article L. 511-1 et d'être en mesure de satisfaire aux obligations de l'article L. 512-6-1 lors de la cessation d'activité.

Les intérêts visés à l'article L. 511-1 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 [10] 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 le 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, 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 R. 512-9 du Code de l'environnement.

Article R. 512-9 du Code de l'environnement :

I. - L'étude de dangers mentionnée à l'article R. 512-6 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. 211-1 et L. 511-1.

II. - Cette étude précise, notamment, la nature et l'organisation des moyens de secours dont le demandeur 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. 515-8, 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, la cinétique et les zones d'effets des accidents potentiels, ainsi qu'une cartographie 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.



III. - Dans le cas des installations figurant sur la liste prévue à l'article L. 515-8, l'étude de dangers est réexaminée et, si nécessaire, mise à jour au moins tous les cinq ans, sans préjudice de l'application des dispositions de l'article R. 512-31. Cette étude, mise à jour, est transmise au préfet.

Enfin, d'autres textes législatifs et réglementaires, concernant les installations classées soumises à autorisation, s'appliquent aux études de dangers, notamment en ce qui concerne les objectifs et la méthodologie à mettre en œuvre : Loi n°2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages

- Décret n°2005-1170 du 13 septembre 2005 modifiant le décret n°77-1133 du 21 septembre 1977 pris pour application de la loi n°76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement

- Arrêté du 10 mai 2000 relatif à la prévention des accidents majeurs impliquant des substances ou des préparations dangereuses présentes dans certaines catégories d'installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation

- Arrêté du 29 septembre 2005 modifiant l'arrêté du 10 mai 2000 relatif à la prévention des accidents majeurs impliquant des substances ou des préparations dangereuses présentes dans certaines catégories d'installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation

- 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.

1.3.3 Démarche générale de l'étude de dangers

Différentes étapes sont nécessaires dans le cadre de la démarche d'analyse des risques qui doit être mise en œuvre lors de l'élaboration de l'étude de dangers des parcs éoliens, conformément à la réglementation en vigueur et aux recommandations de l'inspection des installations classées. Ces étapes sont énumérées ici dans l'ordre dans lequel elles sont présentées ensuite au sein de l'étude de dangers du projet éolien des Houdonnières :

- Identifier les enjeux pour permettre une bonne caractérisation des conséquences des accidents (présence et vulnérabilité de maisons, infrastructures, etc.). Cette étape s'appuie sur une description et caractérisation de l'environnement.

- Connaître les équipements étudiés pour permettre une bonne compréhension des dangers potentiels qu'ils génèrent. Cette étape s'appuie sur une description des installations et de leur fonctionnement.

- Identifier les potentiels de danger. Cette étape s'appuie sur une identification des éléments techniques et la recherche de leurs dangers. Suit une étape de réduction / justification des potentiels.

- Connaître les accidents qui se sont produits sur le même type d'installation pour en tirer des enseignements (séquences des événements, possibilité de prévenir ces accidents, etc.). Cette étape s'appuie sur un retour d'expérience (des accidents et incidents représentatifs).

- Analyser les risques inhérents aux installations étudiées en vue d'identifier les scénarios d'accidents possibles (qui se sont produits et qui pourraient se produire). Cette étape utilise notamment les outils d'analyses de risques classiques (tableaux d'Analyse Préliminaire des Risques par exemple).

- Caractériser et classer les différents phénomènes et accidents en termes de probabilités, cinétique, intensité et gravité. C'est l'étape détaillée des risques, avec mise en œuvre des outils de quantification en probabilité et en intensité / gravité.

- Réduire le risque si nécessaire. Cette étape s'appuie sur des critères d'acceptabilité du risque : si le risque est jugé inacceptable, des évolutions et mesures d'amélioration sont proposées par l'exploitant.

- Représenter le risque. Cette étape s'appuie sur une représentation cartographique.

- Résumer l'étude de dangers. Cette étape s'appuie sur un résumé non technique de l'étude des dangers.

Le graphique ci-après synthétise ces différentes étapes et leurs objectifs : cette chronologie forme une trame qui articule la rédaction du présent document.

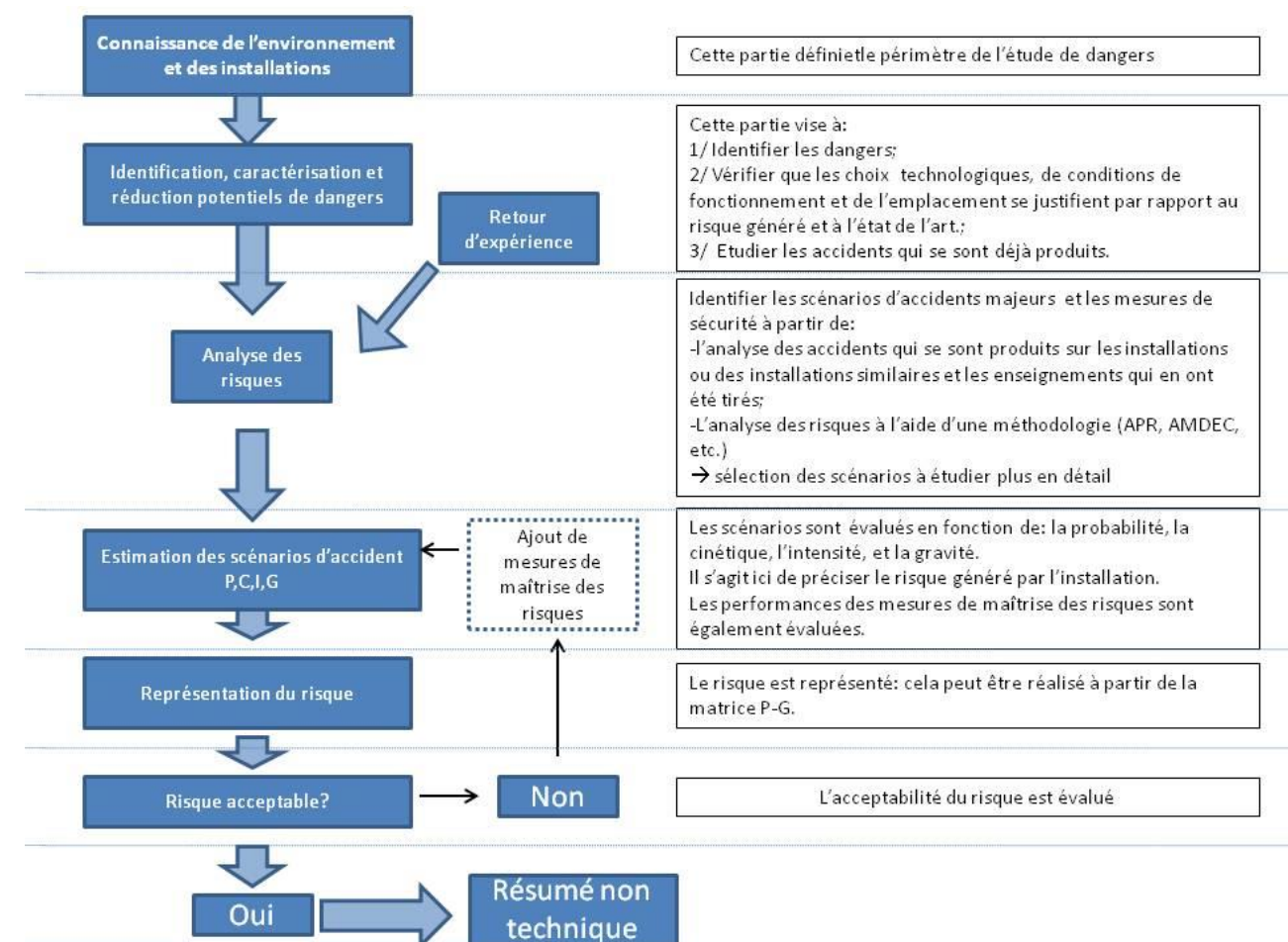


Figure 1: Synthèse des différentes étapes et objectifs

Si la démarche de réduction du risque est considérée comme acceptable, une représentation cartographique et un résumé non-technique sont réalisés.

Les définitions des termes utilisés dans le présent document sont présentées dans le glossaire en **Annexes**. Elles sont notamment issues des arrêtés et circulaires consacrés aux études de dangers et aux installations classées en général.



SECTION 2 CONTEXTE DE L'ÉTUDE DE DANGERS

2.1 Objectifs de l'étude de dangers

La présente étude de dangers (EDD) a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par IEL ENR 156 pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du projet éolien des Houdonnières, 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 du projet éolien des Houdonnières. 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 projet éolien des Houdonnières, 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 à l'intérieur de l'entreprise 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.

2.2 Contexte législatif et réglementaire

Les objectifs et le contenu de l'étude de dangers sont définis dans la partie du Code de l'environnement relative aux installations classées. Selon l'article L. 512-1, 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.

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 fournit un cadre méthodologique pour les évaluations des scénarios d'accidents majeurs. Il 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 d'un parc d'aérogénérateurs s'intéressera prioritairement aux dommages sur les personnes. Pour les parcs éoliens, les atteintes à l'environnement, 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 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 R. 512-9 du Code de l'environnement :

- description de l'environnement et du voisinage
- description des installations et de leur fonctionnement
- identification et caractérisation des potentiels de danger
- estimation des conséquences de la concrétisation des dangers
- réduction des potentiels de danger
- enseignements tirés du retour d'expérience (des accidents et incidents représentatifs)
- analyse préliminaire des risques
- étude détaillée de réduction des risques
- quantification et hiérarchisation des différents scénarios en termes de gravité, de probabilité et de cinétique de développement en tenant compte de l'efficacité des mesures de prévention et de protection
- représentation cartographique
- résumé non technique de l'étude des dangers.

De même, 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 précise le contenu attendu de l'étude de dangers et apporte des éléments d'appréciation des dangers pour les installations classées soumises à autorisation.

2.3 Nomenclature des installations classées

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 2980-1 de la nomenclature des installations classées :

A. – Nomenclature des installations classées			
N°	DÉSIGNATION DE LA RUBRIQUE	A, E, D, S, C (1)	RAYON (2)
2980	Installation terrestre de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs : 1. Comprenant au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m.....	A	6
	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 : a) Supérieure ou égale à 20 MW..... b) Inférieure à 20 MW	A D	6
(1) A : autorisation, E : enregistrement, D : déclaration, S : servitude d'utilité publique, C : soumis au contrôle périodique prévu par l'article L. 512-11 du code de l'environnement. (2) Rayon d'affichage en kilomètres.			

Figure 2: Nomenclature des installations classées

Le projet éolien des Houdonnières comprenant au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m, est soumis 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 environnementale d'exploiter.



2.4 Information générale concernant l'installation

2.4.1 Renseignements administratifs

Pour le projet éolien des Houdonnières, la demande d'autorisation environnementale a été introduite au nom de :

IEL ENR 156

SIRET : 978 239 549 00014

NAF : 3511Z-production d'électricité

41 Ter Boulevard Carnot

22000 SAINT-BRIEUC

Tél. : 02.30.96.02.21

Fax : 02 96 01 99 69

IEL ENR 156 est une filiale détenue par la société Initiatives & Énergies Locales (IEL).



Les implantations d'éoliennes sont des projets de grande ampleur, dont les impacts sur leur environnement doivent être soigneusement étudiés. La démarche d'Initiatives & Energies Locales (IEL) a toujours été de mener à bien les projets de centrales éoliennes dans un contexte de transparence et de concertation, avec les acteurs fonciers, les riverains, les élus des collectivités locales ainsi qu'avec les services de l'Etat.



Basée à Saint Briec, Initiatives & Energies Locales (I.E.L) est un groupe indépendant spécialisé dans le développement, l'installation et l'exploitation de projets éoliens terrestres, de solaires photovoltaïques, et de méthanisation. Fondé en janvier 2004, IEL emploie 90 personnes et poursuit sa croissance maîtrisée. Depuis 2007, IEL conçoit, installe et assure la maintenance de centrales solaires intégrées au bâti pour une clientèle d'industriels, d'exploitants agricoles, de collectivités. IEL via sa filiale IEL Etudes & Installations est ainsi devenu l'un des principaux acteurs du Grand Ouest pour le solaire photovoltaïque et bénéficie d'une expertise reconnue dans ce domaine. Depuis 2008, IEL se positionne en tant que producteur d'électricité via sa filiale IEL Exploitation. Les salariés d'IEL Exploitation sont formés à l'habilitation électrique en basse et haute tension de types B1/H1(V)-B2-BR-BE/HE (Essais. Mesure. Vérification) -BC-HC.

IEL est membre du syndicat France Energie Eolienne.



Dans le domaine photovoltaïque, IEL réalise depuis fin 2006 des prestations clés en main (dimensionnement, fourniture, pose, raccordement, mise en service, maintenance) pour l'installation de centrales solaires intégrées au bâti. A ce jour plus de 400 000 mètres carrés de panneaux solaires (soit environ 55 MWc) ont été installés dans

le Grand Ouest. Concernant les projets de centrales solaires au sol, 67 MWc sont actuellement en exploitation (14 centrales), 25 MWc sont prêts à construire et plus de 100 MWc est en cours de développement.

Dans le domaine éolien, IEL développe des parcs éoliens depuis début 2004 soit depuis maintenant plus de 20 ans. A ce jour 182,3 MW (soit 23 parcs) développés par le groupe IEL ont été construits et sont en production :

Parc	Département	Puissance	Mise en service	Turbiniér
Grand-Fougeray	35	2,4 MW	2007	Win Wind
Pléchâtel	35	4,8 MW	2008	Win Wind
Guéhenno	56	3,6 MW	2007	Win Wind
Frénouville	14	12 MW	2009	Enercon
Gaprée	61	2,4 MW	2009	Win Wind
Plouisy	22	6,9 MW	2009	Enercon
Lamballe	22	9,2 MW	2011	Enercon
Tassillé	72	8 MW	2016	Vestas
Saint-Thégonnec	29	4 MW	2016	Enercon
Fontenai-sur-Orne, Tanques, Sarceaux	61	10 MW	2017	Vestas
Nieul-sur-l'Autise	85	16 MW	2018	Vestas
Xanton-Chassenon	85	6 MW	2018	Vestas
Lazenay, Poisieux	18	21,5 MW	2019	Nordex
Lamballe II	22	4,7 MW	2019	Enercon
Plestan II	22	6,6 MW	2021	Vestas
La Chapelle-Baloue	23	8 MW	2021	Vestas
Kergrist-Moëlou	22	6,6 MW	2021	Vestas
Moisdon-la-Rivière	44	8,8 MW	2021	Vestas
Ploumagoar	22	6,6 MW	2021	Vestas
Xanton-Chassenon II	85	4 MW	2022	Vestas
Moulin-sur-Orne	61	8 MW	2023	Vestas
Derval	44	4,4	2023	Vestas
Plouégat-Moysan - Guerlesquin	29	3,2 MW	2023	Enercon

Tableau 1 : liste des parcs éoliens développés par le Groupe IEL actuellement en exploitation



A ce jour, le groupe IEL représente plus de 430MW éolien avec :

- Puissance éolienne en exploitation : 182,3 MW
- Puissance éolienne autorisée à construire : 45MW
- Puissance éolienne en cours d’instruction : 53MW
- Puissance éolienne en cours de développement : 150MW

Ces informations sur l'expérience d'IEL, société-mère de la société IEL ENR 156 tant en nombre de projets développés que de méthodologie de projets témoignent de sa capacité technique.

2.4.2 Localisation du site

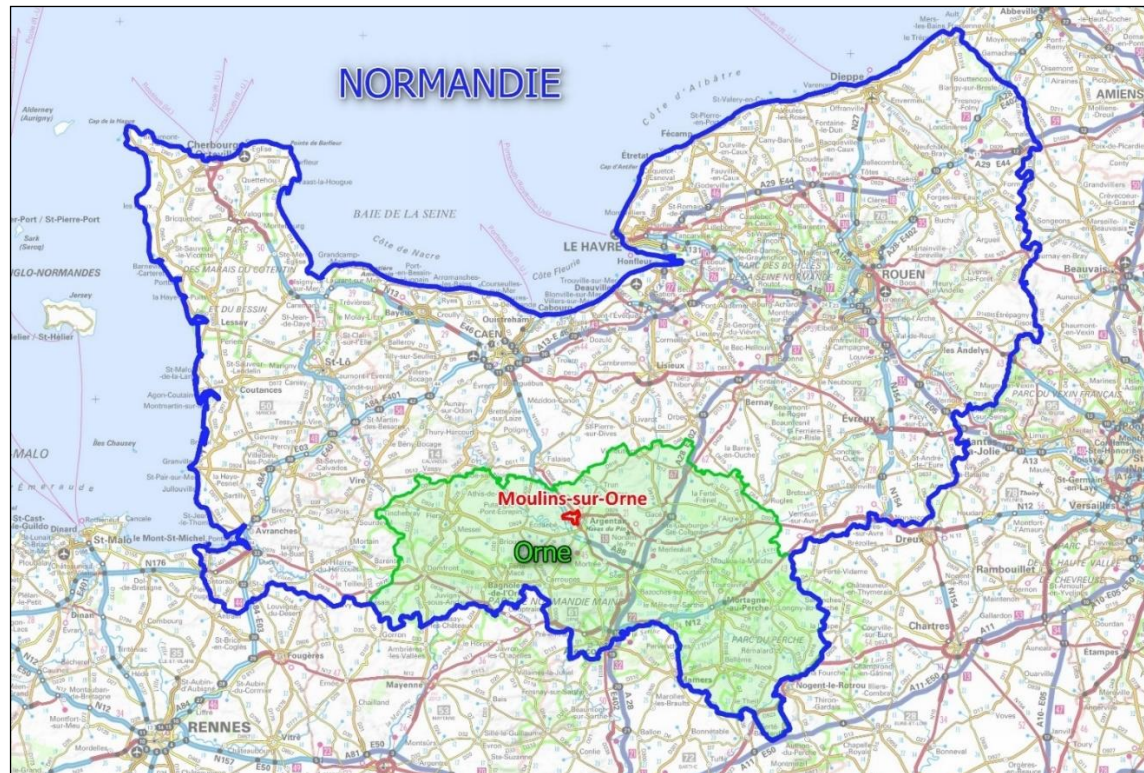
La commune de Moulins-sur-Orne est localisée en région Normandie dans le département de l’Orne (61). Elle fait partie de la Communauté de communes d’Argentan Intercom.

La commune de Moulins-sur-Orne est située à quelques kilomètres au nord-ouest d’Argentan, à 40 km au nord-d’Alençon et à 15 km au sud de Falaise. Elle est desservie par la route départementale D15 et D958.

Les cartes qui suivent localisent la commune de Moulins-sur-Orne à différentes échelles.



Carte 1 : Localisation à l'échelle de la France



Carte 2 : Localisation l'échelle de la région Normandie et du département de l'Orne



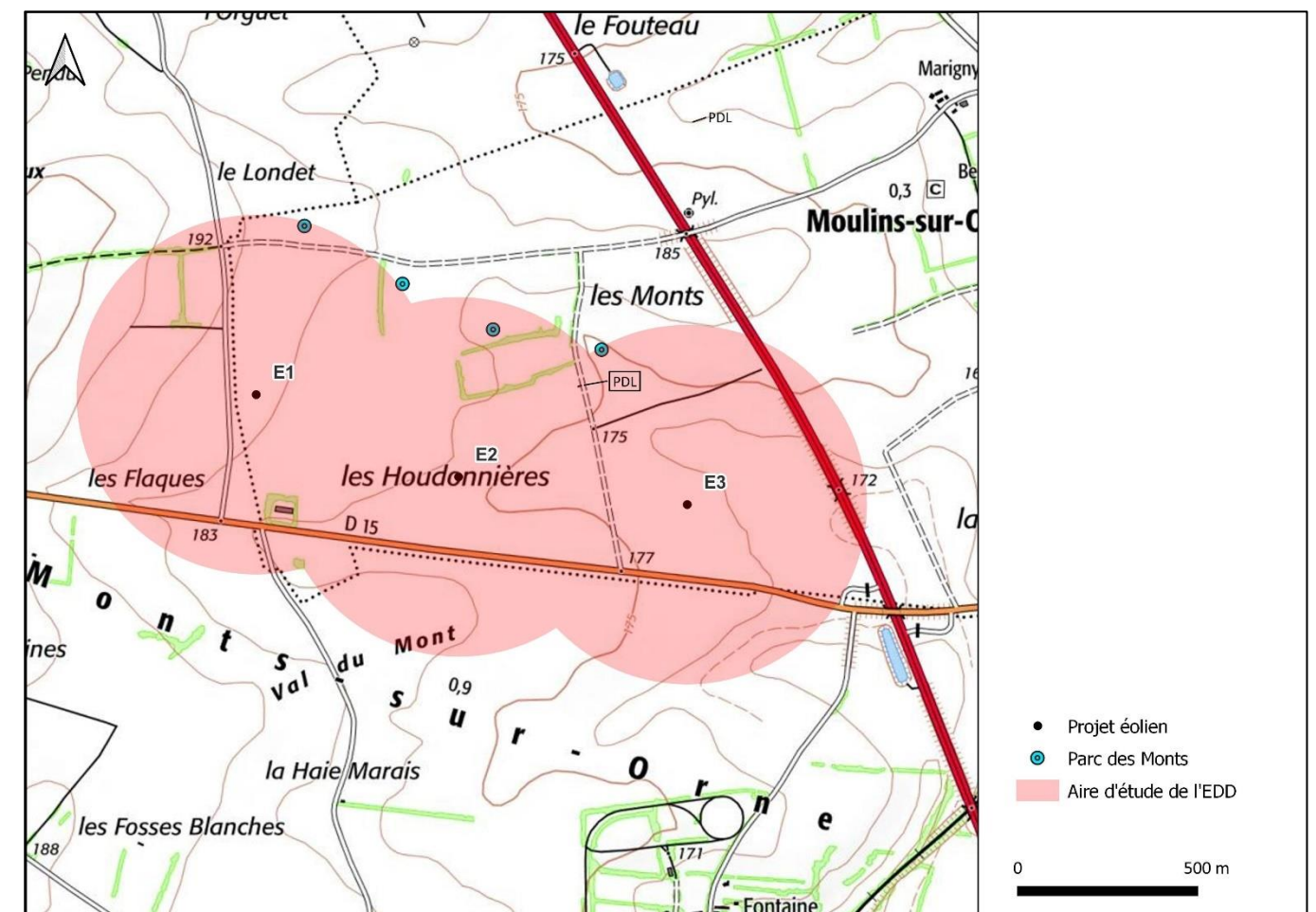
Carte 3 : Localisation de la commune au sein de la Communauté de communes

2.4.3 Définition de l'aire d'étude

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.

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



Carte 4: Présentation du projet et de l'aire d'étude de l'EDD



SECTION 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

L'étude de dangers doit s'intéresser aux populations situées dans la zone sur laquelle porte l'étude ou à proximité. Elle doit indiquer notamment les informations suivantes :

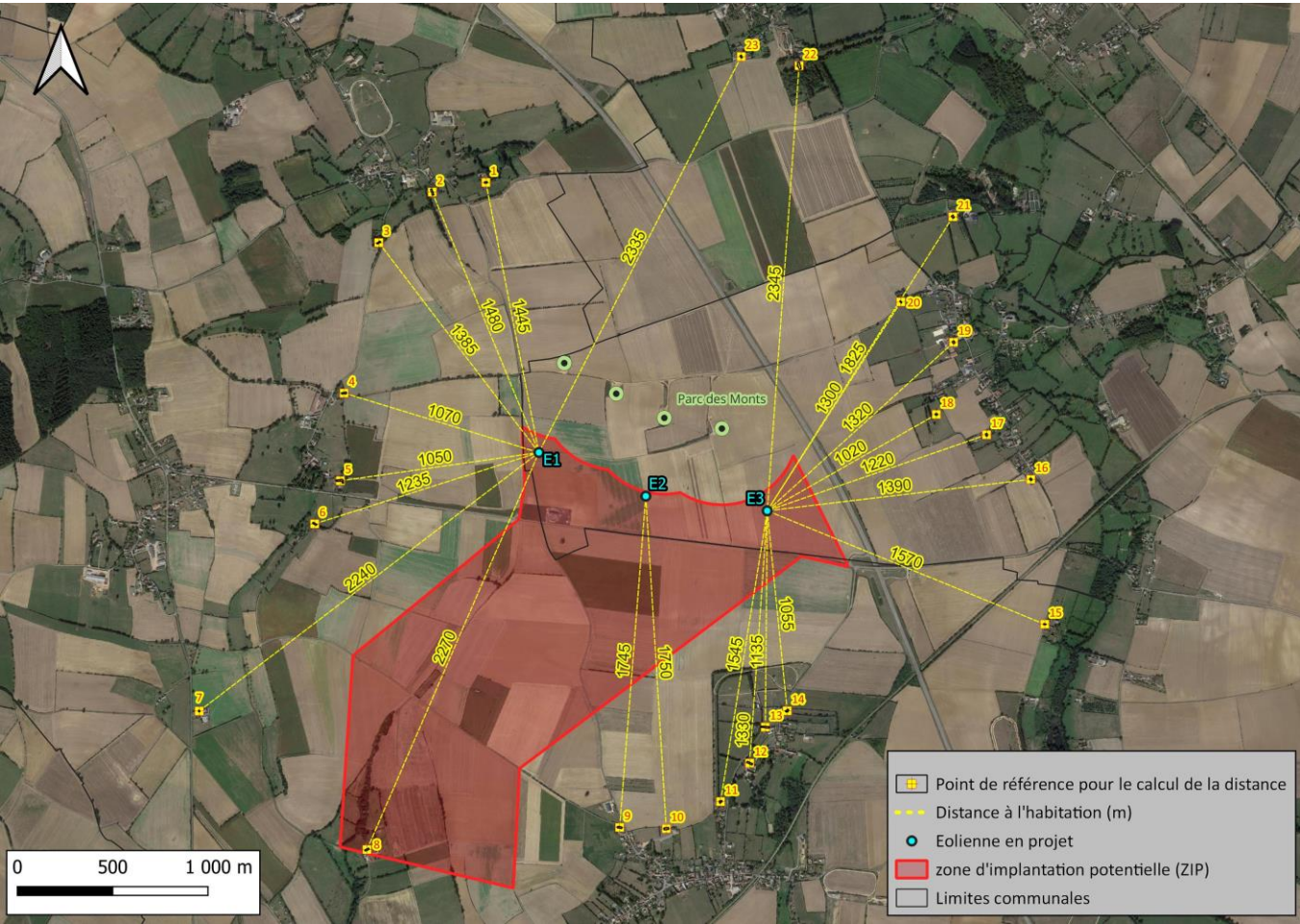
- la distance aux habitations les plus proches ;
- le nombre approximatif de personnes habitant dans les hameaux les plus proches. Nous avons pris en compte une moyenne de 3 personnes par habitation soit 306 personnes.

3.1.1 Zones habitées

Les habitations les plus proches des éoliennes sont listées ci-après. Les distances sont données en mètres. En page suivante, une carte localise les habitations les plus proches autour des éoliennes.

Numéro	Nom du hameau	Eolienne la plus proche	Distance (m)
1	Les Jardins	E1	1445
2	La Salle	E1	1480
3	Rue des Tailles	E1	1385
4	La Mare de Pommereux	E1	1070
5	Pommereux Est	E1	1050
6	Les Personneries	E1	1235
7	La Couture	E1	2240
8	La Commune	E1	2270
9	Rue de la Croix	E2	1745
10	Salle des fêtes	E2	1750
11	Rue Follin	E3	1545
12	Château de Goulet	E3	1330
13	Fontaine	E3	1135
14	Fontaine Nord	E3	1055
15	La Motte	E3	1570
16	Les Marteaux Sud	E3	1390
17	Les Marteaux	E3	1220
18	Les Buissons	E3	1020
19	Bellaunay	E3	1320
20	Marigny	E3	1300
21	La Darriole	E3	1825
22	Château de Cuy	E3	2345
23	La Butte de Harley	E1	2335

Tableau 2 : Distance des éoliennes du projet éolien aux habitations les plus proches



Carte 5 : Localisation des habitations les plus proches des éoliennes

L'habitation la plus proche d'une éolienne se situe aux Buissons sur la commune de Moulins sur Orne à une distance de 1020 m de l'éolienne E3.

L'arrêté du 26 aout 2011 et la règle des 500 mètres sont respectés.

3.1.2 Etablissements Recevant du Public (ERP)

Le terme établissement recevant du public (ERP), défini à l'article R123-2 du Code de la construction et de l'habitation, désigne en droit français les lieux publics ou privés accueillant des clients ou des utilisateurs autres que les employés (salariés ou fonctionnaires) qui sont, eux, protégés par les règles relatives à la santé et sécurité au travail. Cela regroupe un très grand nombre d'établissements tels que les cinémas, théâtres, magasins (de l'échoppe à la grande surface), bibliothèques, écoles, universités, hôtels, restaurants, hôpitaux, gares et qu'il s'agisse de structures fixes ou provisoires (chapiteau, structures gonflables). D'après le guide technique pour l'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens, le porteur du projet doit recenser l'ensemble des ERP dans les limites de la zone d'étude. Or, il n'a été recensé aucun établissement recevant du public dans la zone de 500m autour de chaque éolienne.

Aucun ERP ne se situe dans le périmètre de l'EDD, soit 500m autour des éoliennes



3.1.3 Installations Classées pour la Protection de l'Environnement ICPE

Le site ICPE le plus proche est situé à environ 420 mètres de l'éolienne E2 : il s'agit d'un parc éolien en exploitation implanté sur la commune de Moulins-sur-Orne et situé au nord du projet. Cette installation, nommée parc éolien des Monts, est exploitée par le groupe IEL.



Carte 6 : ICPE à proximité

L'installation classée pour la protection de l'environnement la plus proche du projet éolien des Houdonnières correspond à une éolienne du parc en fonctionnement nommé Parc des Monts.

3.1.4 Autres activités industriels

Dans l'aire d'étude de l'EDD, on retrouve l'entreprise "Bois Négoce Energie". Celle-ci est située à 290 m de l'éolienne E1 et le nombre maximal de salarié pouvant être présent sur le site est de 5 personnes.

3.1.5 Méthodologie de comptage

La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur préconisé par la trame type de l'étude de dangers est présentée en annexe 1 de ce présent document. Elle se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers :

- Pour les terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts), le nombre de personnes permanentes exposées est de 1 personne pour 100 ha.

- Pour les terrains aménagés et potentiellement fréquentés (parcs, jardins publics, terrains de sport...), la capacité du terrain est à minima 10 personnes à l'hectare.
- Les routes communales non structurantes et les chemins ruraux c'est-à-dire où la circulation journalière est inférieure à 2 000 véhicules, sont considérées comme des terrains aménagés et peu fréquentés. Le nombre de personnes permanentes exposées est de 1 personne pour 10 ha.
- Les chemins d'accès et chemins d'exploitation sont considérés comme des terrains aménagés et peu fréquentés. Le nombre de personnes permanentes exposées est de 1 personne pour 10 ha.
- Les routes structurantes telles que les routes nationales, on compte 0,4 personne permanente par kilomètre exposé par tranche de 100 véhicules par jour.

Afin de calculer leur surface concernée par les différents aléas, nous prendrons pour le projet éolien des Houdonnières la valeur de :

- 10m de large pour les voies communales non structurantes et les chemins ruraux
- 10m de large pour les chemins d'accès et d'exploitation

Concernant l'entreprise « Bois Négoce Energie », il y aurait actuellement 3 employés sur le site d'après nos informations. Afin de tenir compte d'une évolution du personnel, 5 employés seront considérés sur l'emprise. De plus, en l'absence de données sur le temps de présence, une présence 24h/24h est pris en compte. Par conséquent de manière majorante, il est retenu 5 personnes exposées sur l'emprise de « Bois Négoce Energie ».

3.1.6 Conclusion

Le recensement de l'environnement humain fait apparaître les conclusions suivantes :

- L'habitation la plus proche d'une éolienne est située à 1020 mètres,
- Aucun ERP ne se situe dans le périmètre de l'étude de dangers,
- L'installation classée ICPE la plus proche est située à Moulins-sur-Orne: il s'agit d'une éolienne du parc en fonctionnement nommé Parc des Monts exploité par le groupe IEL, située à 420m de l'éolienne E2.



3.2 L'environnement naturel

3.2.1 La climat du département de l'Orne

Le département de l'Orne est d'une manière générale caractérisé par un climat océanique à tendance continentale, humide et tempérée.

3.2.2 Les températures

La moyenne des températures du mois le plus chaud : 18,7°C (juillet), celle du mois le plus froid : 4,7°C (janvier). Sur l'année, les températures moyennes sont de 11,3°C.

Le tableau ci-après compile les données d'Alençon depuis 1991.

	janv.	fev.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	dec.	Toute la période
Tempé. Maxi	17,7	20,1	23,6	28,9	31	37	39,8	38,5	34,3	28,5	21	16,5	39,8
Tempé. Maxi moyennes	7,4	8,6	12	15,2	18,6	21,9	24,3	24,4	20,9	16	10,9	7,8	15,7
Tempé. Moy moyennes	4,7	5,2	7,7	10,1	13,4	16,6	18,7	18,7	15,5	12	7,8	5	11,3
Tempé. Mini moyennes	2,1	1,7	3,4	5	8,3	11,3	13	13	10,2	7,9	4,7	2,3	6,9
Tempé. Mini	-17,4	-18	-9,4	-5,2	-2,6	0,3	3	0	0	-6	-10,6	-17	-18

Tableau 3 : Statistiques de températures dans l'Orne depuis 1991 (infoclimat.fr)

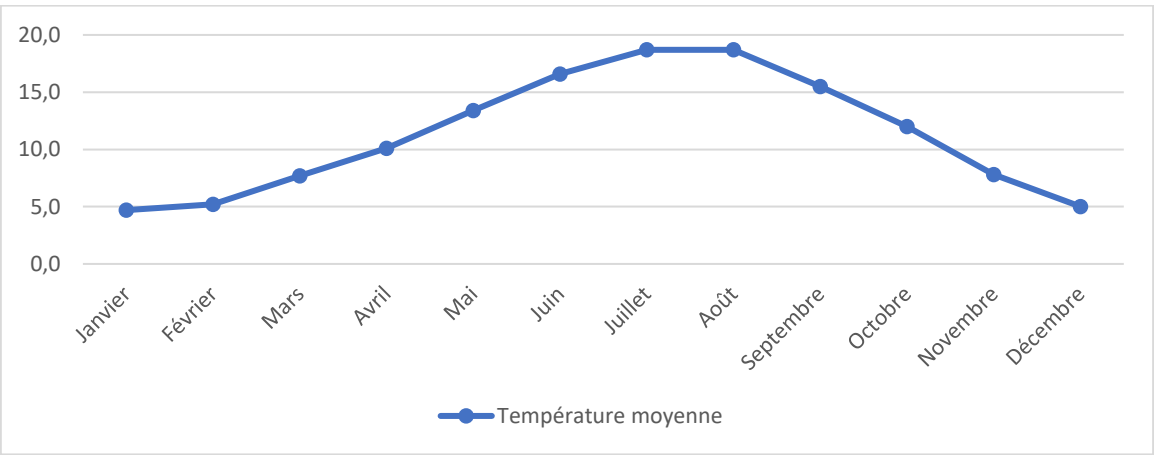
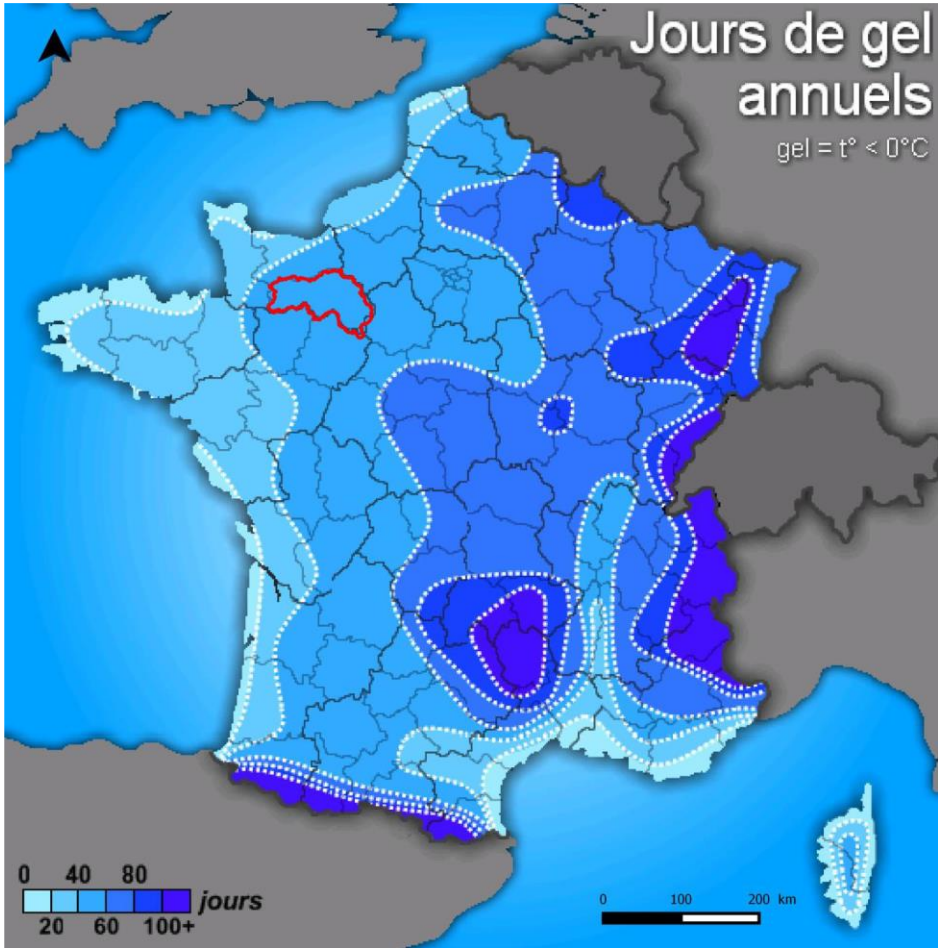


Tableau 4 : Courbe des températures mensuelles moyennes (Alençon)

Par ailleurs, la carte qui suit localise le département de l'Orne et affiche un nombre de jours de gel dans l'année inférieur à 60 jours.



Carte 7 : Carte de France du nombre de jours de gel

3.2.3 Les précipitations

- Hauteur moyenne annuelle de précipitations 744 mm/an ;
- Répartition régulière tout au long de l'année, avec des cumuls mensuels compris entre 51 mm en aout et 88 mm en décembre.

Le tableau suivant compile les statistiques de pluviométrie à Alençon depuis 1991.

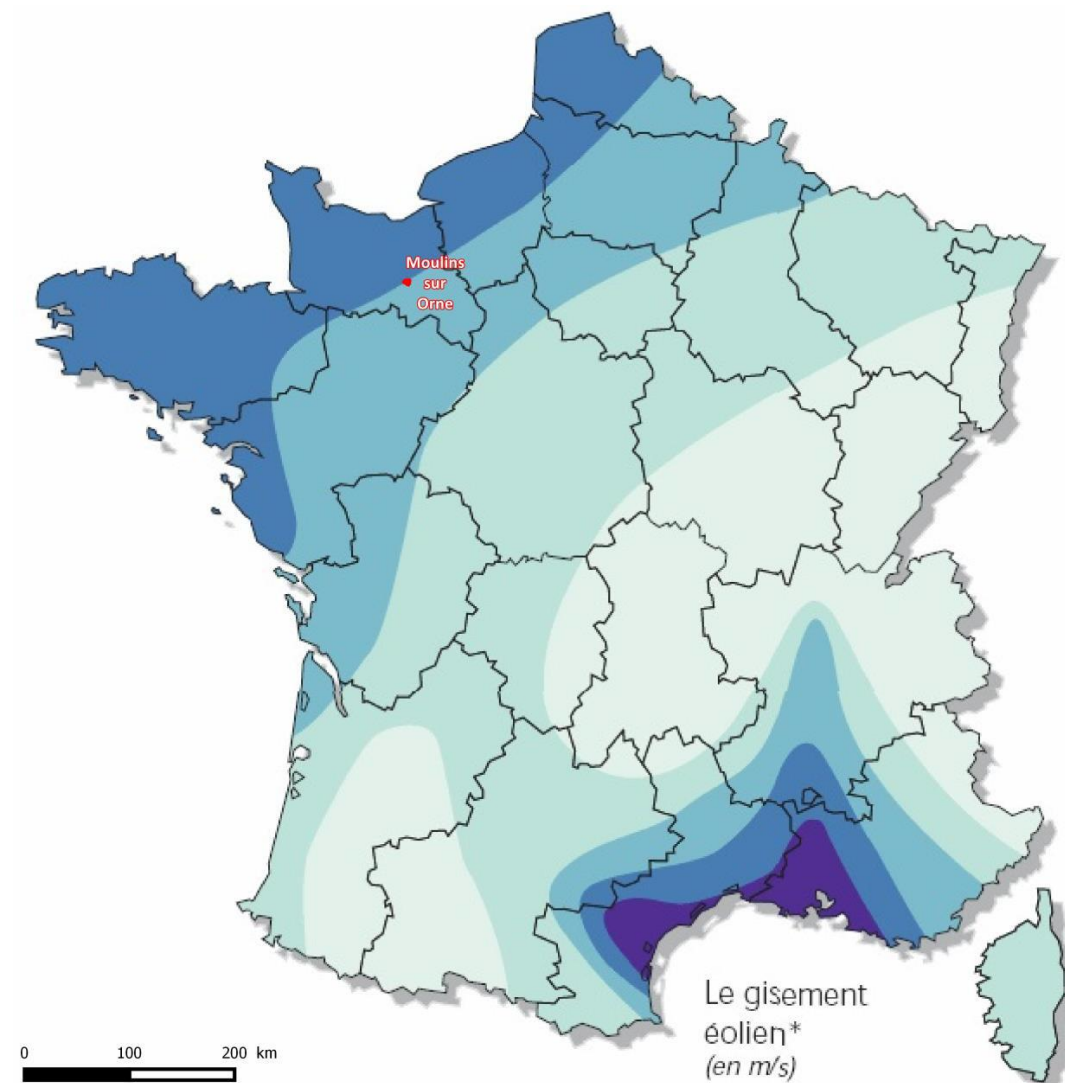
	janv.	fev.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	dec.	Toute la période
Cumul moyen	74,8	56,6	52,8	49,7	62	55,4	50,8	51,4	54,5	72	75,9	87,8	743,7
Max en 24h	39,6	31,6	30	55	43	70	53,8	51,2	67,2	58,7	50,7	34	70
Max en 5j	93	57,6	58,8	65,1	74,6	120,2	61,7	59,8	95,2	93	61,2	80,6	120,2

Tableau 5 : Statistiques de pluviométrie dans l'Orne depuis 1991 (infoclimat.fr)



3.2.4 Le vent

La Normandie dispose d'un gisement de vent permettant l'installation de parcs éoliens dans des conditions de production satisfaisantes. La carte qui suit, éditée par l'ADEME, fait état du gisement éolien à 50 m d'altitude pour la France métropolitaine. La carte indique que la zone d'étude se situe à la frontière de la zone 3 et 4, le secteur d'étude présente une typologie « rase campagne, obstacle épart ». Au regard de ces éléments, le potentiel éolien se situe entre 5,5 et 7,5 m/s à 50 m d'altitude. Le secteur retenu bénéficie donc de conditions favorables au développement de projets éoliens.

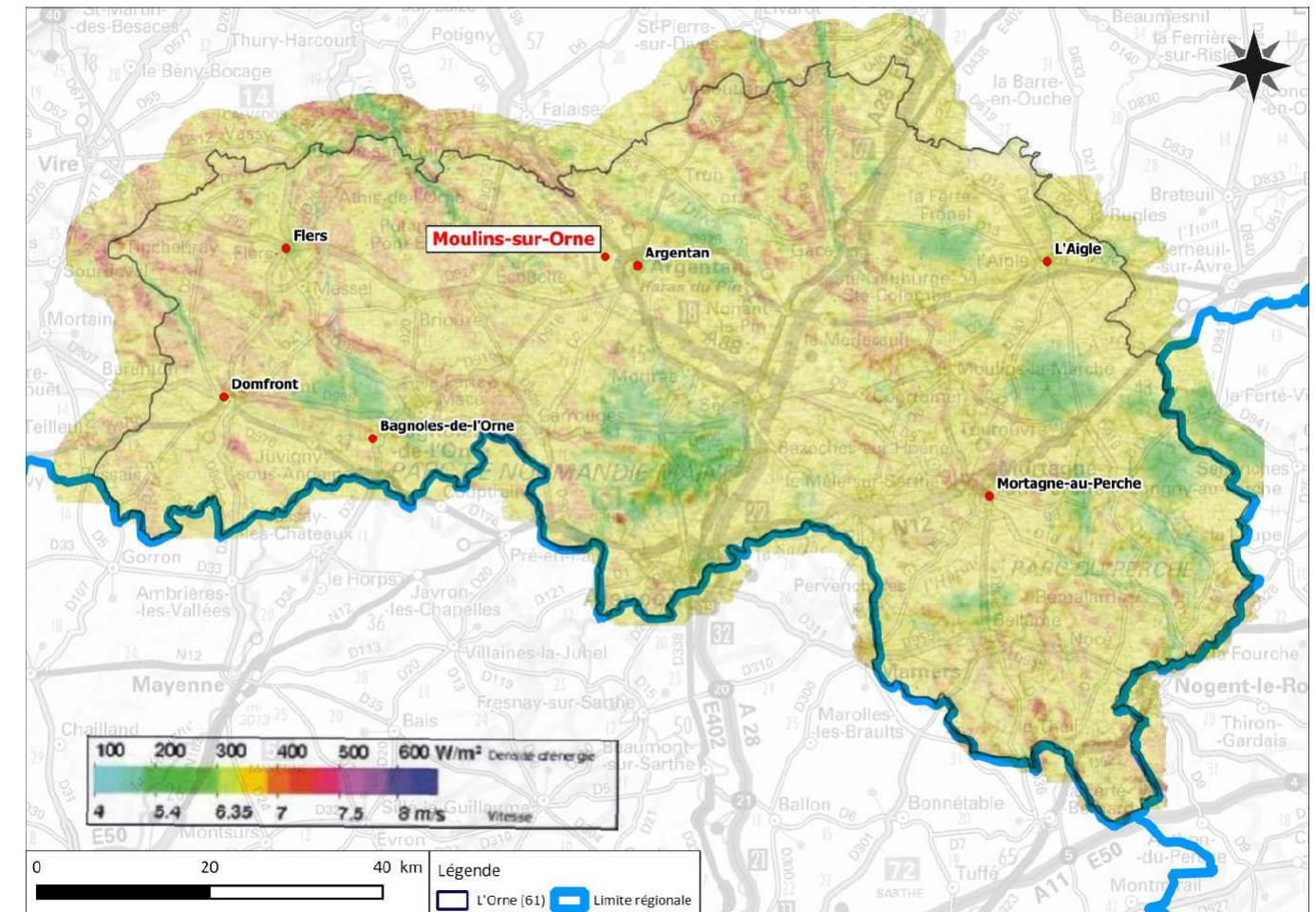


Bocage dense, bois, banlieue	Rase campagne, obstacles épars	Prairies plates, quelques buissons	Lacs, mer	Crêtes**, collines	
<3,5	<4,5	<5,0	<5,5	<7,0	Zone 1
3,5 - 4,5	4,5 - 5,5	5,0 - 6,0	5,5 - 7,0	7,0 - 8,5	Zone 2
4,5 - 5,0	5,5 - 6,5	6,0 - 7,0	7,0 - 8,0	8,5 - 10,0	Zone 3
5,0 - 6,0	6,5 - 7,5	7,0 - 8,5	8,0 - 9,0	10,0 - 11,5	Zone 4
>6,0	>7,5	>8,5	>9,0	>11,5	Zone 5

* Vitesse du vent à 50 mètres au-dessus du sol en fonction de la topographie.
** Les zones montagneuses nécessitent une étude de gisement spécifique.

Carte 8 : Gisement éolien sur le territoire national fourni par l'ADEME

Une carte à l'échelle départementale a été éditée dans le cadre de la charte éolienne de l'Orne. La commune de Moulins-sur-Orne a une vitesse moyenne de vent située entre 6,5 et 7 m/s, mesurées à 60 m d'altitude.



Carte 9 : Rose des vents de la station de Bourges entre 2001 et 2010

Source : Charte éolienne de l'Orne, dernière mise à jour le 25/10/2007

En complément, les données ci-après présentent les statistiques de vent enregistrées à Alençon depuis 1991.

	janv.	fev.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	dec.	Toute la période
Rafale maximale	111,6	133,2	129,6	104,4	87	161,1	90	118,5	183,3	115,2	118,8	165,6	183,3
Pression minimale	972,9	957,1	978	982,7	984,8	994,2	992,5	991,9	978,9	975,3	968,4	962,9	957,1
Pression maximale	1047,7	1043,7	1046,3	1037,5	1036,9	1035,3	1033,2	1032,6	1038,1	1037,3	1040,8	1045,9	1047,7

Tableau 6 : Statistiques de vent dans l'Orne depuis 1991 (infoclimat.fr)

Enfin, les données de vent au droit du parc éolien en exploitation des Monts montrent les vents dominants enregistrés depuis la mise en service à savoir mars 2023. A ce jour, le secteur de vent principal est le sud-ouest avec quelques périodes nord-ouest et nord.

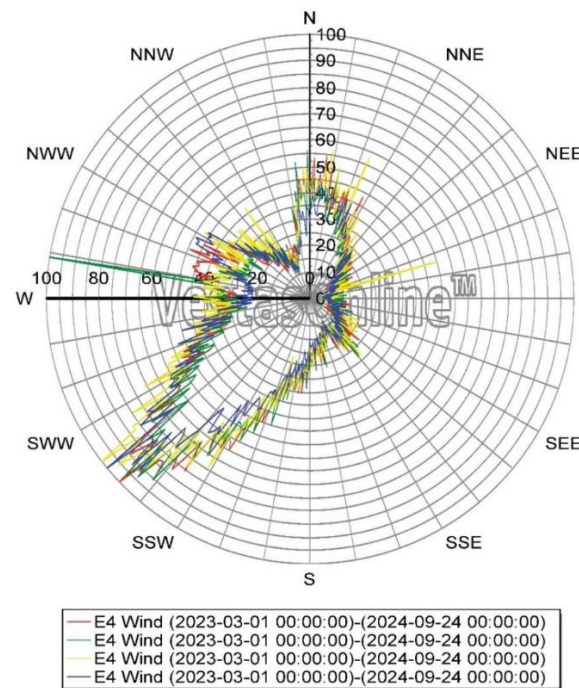
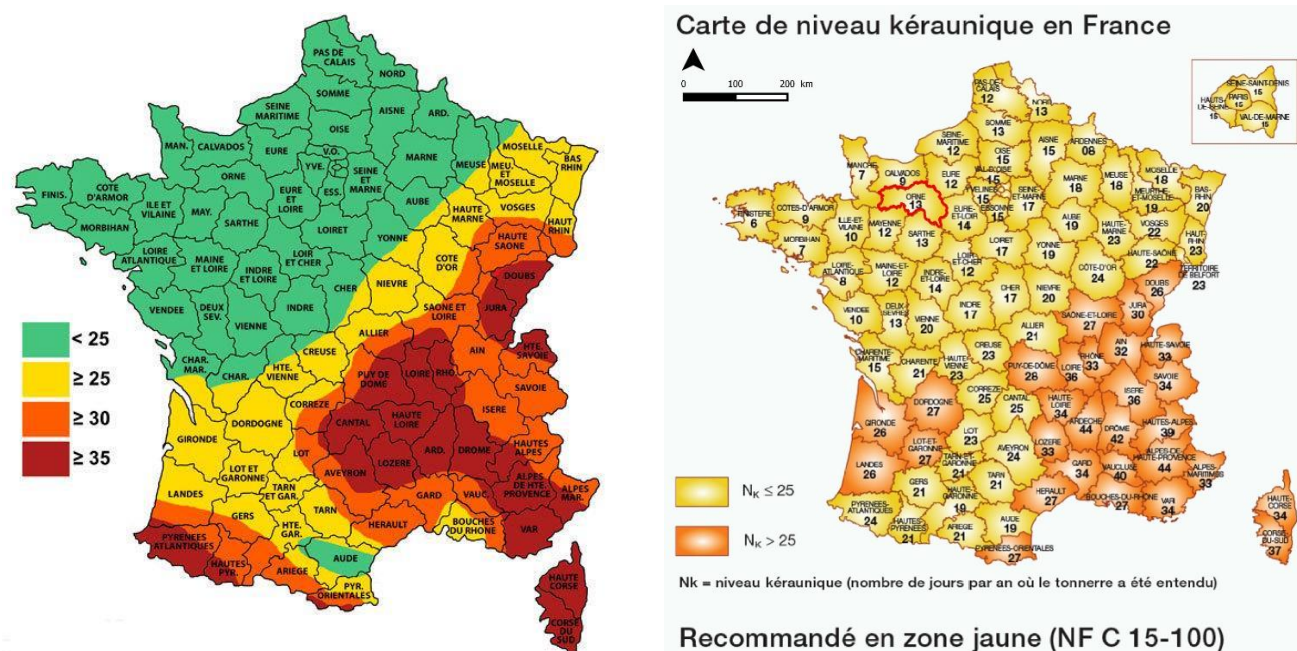


Figure 3 : Rose des vents enregistrée au niveau des éoliennes du parc des Monts (Mars 2023 à Septembre 2024)

3.2.5 L'activité orageuse

Il est souvent fait référence au niveau kéraunique (Nk) pour juger de l'activité orageuse d'un secteur. Le niveau kéraunique correspond ainsi au nombre de jours par an où l'on entend gronder le tonnerre. L'Orne se situe dans une zone ayant un niveau de risque kéraunique <25 Nk. Le niveau kéraunique du département de l'Orne est de 13 jours par an. Les figures confirment le caractère **faible** du niveau de foudroiement.

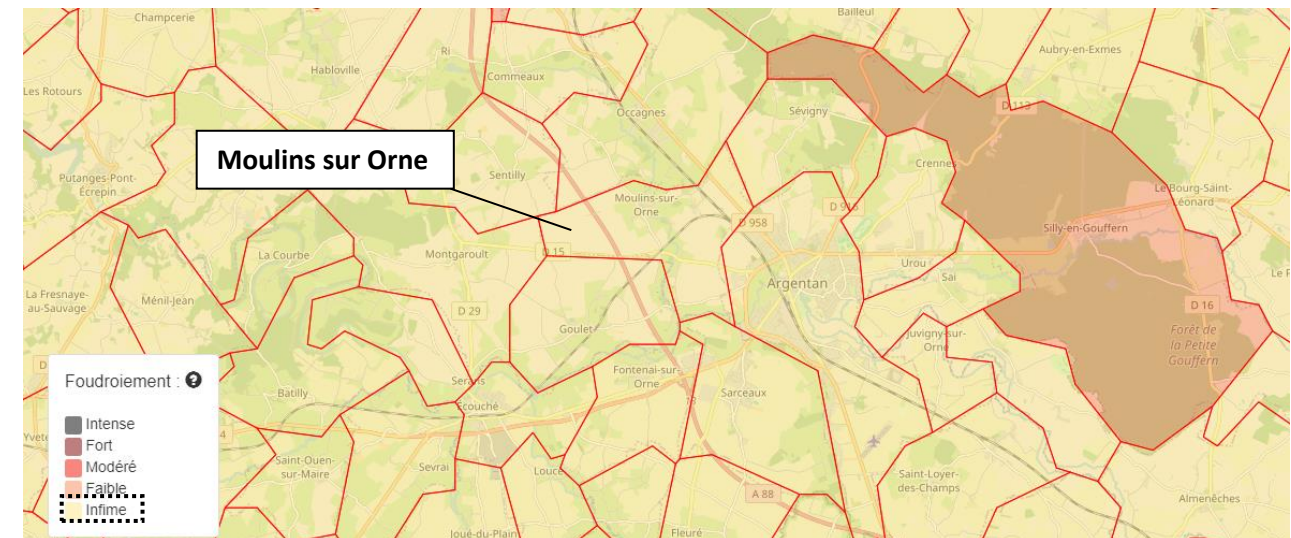


Carte 10 : Carte de France du niveau kéraunique et Carte de France du niveau kéraunique par dépt.

Sources : Acroterre.fr et Paratonnerres-radioactifs.fr

Pour juger de manière plus efficace l'activité orageuse un indicateur précis a été développé. La densité de foudroiement Ng exprime la valeur annuelle moyenne du nombre d'impacts de foudre par km². En France, les valeurs de la densité de foudroiement sont déterminées par le réseau Météorage avec le Nsg (ground strike point

density). Depuis 2017, avec la norme IEC 62858 le Nsg est la valeur de référence, qui indique le plus fidèlement possible la réalité en termes de foudroiement au sol. Le département de l'Orne présente une densité de foudroiement définie comme « infime ». Le risque lié à la foudre donc faible mais non négligeable.



Carte 11 : Densité de foudroiement

Source : www.meteorage.com

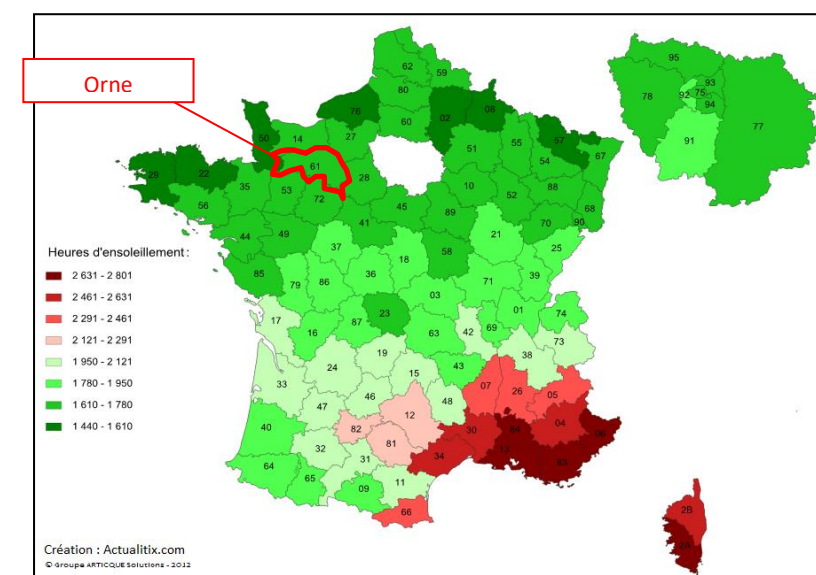
3.2.6 L'ensoleillement

L'ensoleillement de l'Orne est relativement faible et se situe entre 1610 et 1780 heures dans l'année soit une moyenne de 1695 heures. Ci-dessous les données représentent les durées d'ensoleillement mesurées à Alençon depuis 1991.

	janv.	fev.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	dec.	Année
Ensoleillement (heures)	60,4	89,2	134	173,6	198	214,7	222,3	213,6	173,7	111,9	72,6	63,1	1727

Tableau 7 : Ensoleillement du département de l'Orne

Source : infoclimat.fr



Carte 12: Carte de France de l'ensoleillement moyen (Source : actualitix.com via Météo France – Données 2011)



3.3 Les risques naturels

3.3.1 Le risque sismique

L'aire d'étude de dangers se situe en zone d'aléa 2 (aléa faible) dans le zonage sismique de la France approuvé par l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal ».

Le décret n°2010-1254 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention du risque sismique, permet la classification des ouvrages et des bâtiments et de nommer et hiérarchiser les zones de sismicité du territoire.

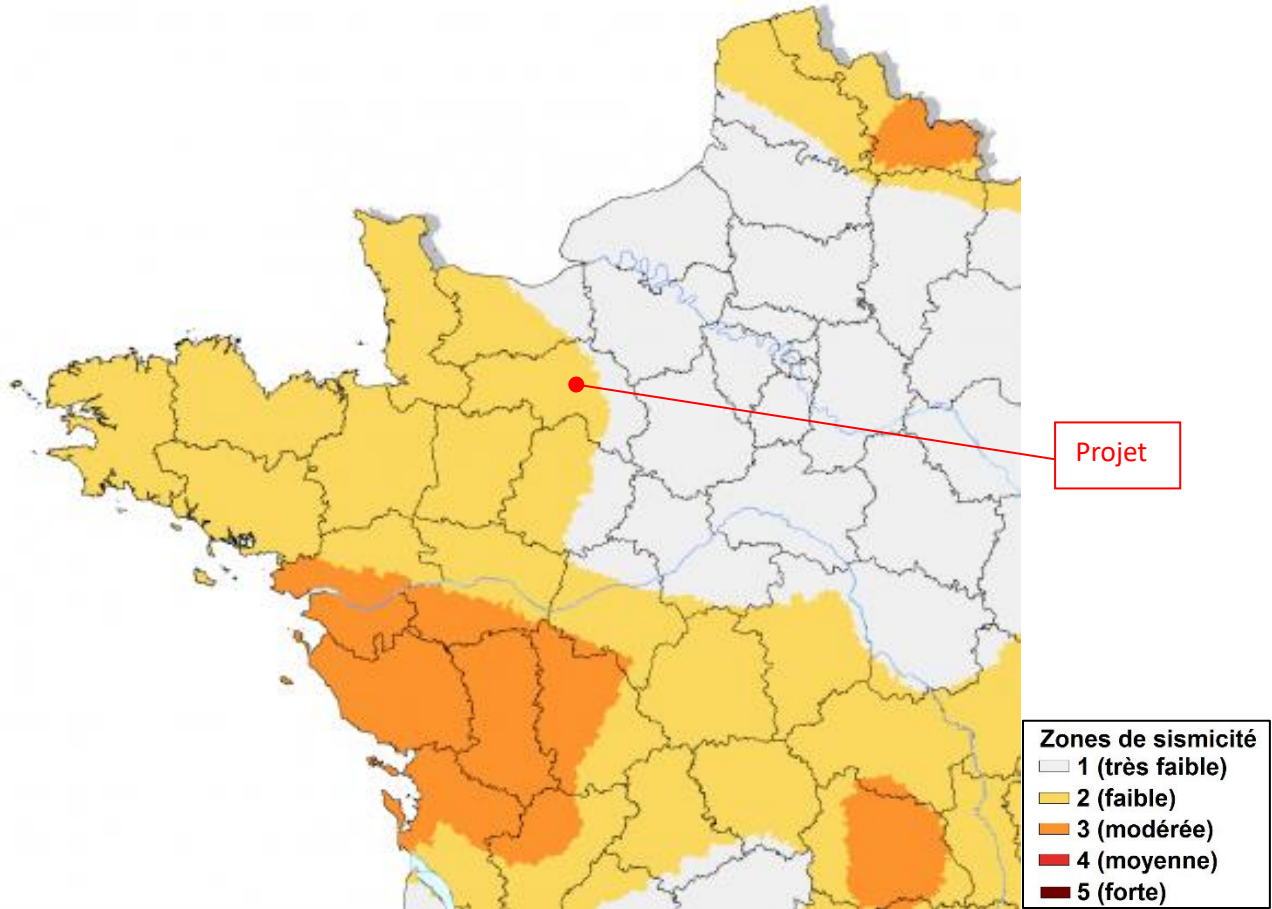
Au sens de cet article, une éolienne doit être considérée comme un ouvrage courant dit à risque normal au sens du risque sismique (bâtiments, équipements, et installations pour lesquels les conséquences d'un séisme demeurent circonscrites à leurs occupants et à leur voisinage immédiat).

Date	Choc	Localisation épicentrale	Région ou pays de l'épicentre	Intensité épicentrale
7 Juillet 1983		PAYS DE GORRON (LANDIVY)	MAINE	4,5
7 Juin 1970		PAYS DE FOUGERES	BRETAGNE	4
4 Mars 1965		CRAONNAIS ET SEGREEN (LE LION-D'ANGERS)	ANJOU	5,5
18 Février 1962		BOCAGE NORMAND (LANDISACQ)	NORMANDIE	5
2 Janvier 1959		CORNOUAILLE (MELGVEN)	BRETAGNE	7
7 Juin 1931		MER DU NORD (DOGGER BANK)	GRANDE-BRETAGNE	
26 Août 1930		COLLINES NORMANDES (LA FERRIERE-AUX-ETANGS)	NORMANDIE	5
20 Novembre 1927	R	BOCAGE NORMAND (FLERS)	NORMANDIE	
19 Novembre 1927	R	BOCAGE NORMAND (FLERS)	NORMANDIE	
19 Novembre 1927		BOCAGE NORMAND (FLERS)	NORMANDIE	6
17 Février 1927		JERSEY	ILES ANGLO-NORMANDES	5
30 Juillet 1926		JERSEY	ILES ANGLO-NORMANDES	6,5
10 Janvier 1921		BASSIN DE LAVAL (ST-JEAN-SUR-MAYENNE)	MAINE	5
Juin 1914		COLLINES NORMANDES (PRE-EN-PAIL)	MAINE	
23 Mars 1913		COLLINES NORMANDES (PRE-EN-PAIL)	MAINE	

Tableau 8 : Les séismes ayant touché l'Orne au XXème siècle

Source : <http://www.sisfrance.net>

En près d'un siècle, l'Orne a connu une quinzaine de séismes. Les magnitudes (énergie dissipée au foyer sous formes d'ondes sismiques) les plus fortes ont été comprises entre 6 et 7 à l'épicentre. Le dernier, dont l'épicentre est situé à Landivy (Maine), date de 1983. Son intensité sur l'échelle MSK a atteint une magnitude de 4,5.



Carte 13 : Zonage sismique de la France

Les bâtiments sont classés en 4 catégories, la classe I correspondant à des bâtiments à risque faible, la classe IV à fort risque. Les éoliennes sont des bâtiments appartenant à la catégorie III (« bâtiments dont la hauteur dépasse 28 mètres ») et doivent, en zone de sismicité 2, respecter les normes de l'Eurocode 8 relatives à la conception et au dimensionnement des structures pour leur résistance aux séismes. Il en va de même pour le futur poste de livraison qui répond également à la classe III étant donné sa vocation industrielle et son appartenance à un centre de production d'énergie. Les règles Eurocode 8, les annexes nationales liées et les préconisations de l'article 4 de l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal », devront être respectées pour les éoliennes et le poste de livraison

Le risque sismique comme potentiel de dangers est ainsi considéré comme faible pour le **projet éolien des Houdonnières**. Ce risque ne sera pas retenu comme événement initiateur dans l'analyse de risques présentée dans la suite de l'étude.

3.3.2 Les mouvements de terrain

Les mouvements de terrain regroupent un ensemble de déplacements, plus ou moins brutaux, du sol et du sous-sol, d'origine naturelle ou anthropique. Les volumes en jeu sont compris entre quelques mètres cubes et plusieurs millions de mètres cubes. Il est fonction de la nature et de la disposition des couches géologiques. Il est dû à des processus lents de dissolution ou d'érosion favorisés par l'action de l'eau et de l'homme.



Les différents mouvements susceptibles d'intervenir sont les suivants :

- Glissement de terrain : déplacement de terrains meubles ou rocheux le long d'une surface de rupture ;
- Chutes de blocs et éboulements : phénomènes rapides ou événementiels mobilisant des éléments rocheux ;
- Effondrements : rupture du toit d'une cavité souterraine d'origine naturelle (karts, gouffres, grottes, etc.) ou anthropique (carrières, marnières, etc.) ;
- Les tassements par retrait-gonflement des argiles : variations de la quantité d'eau produisant des gonflements (période humide) et des tassements (période sèche), pouvant avoir des conséquences importantes ;
- Les coulées de boue : glissements de terrain liquide, souvent provoqués par des pluies torrentielles ;
- L'érosion des berges : phénomène régressif d'ablation de matériaux, dû à l'action d'un écoulement d'eau turbulent.

3.3.2.1 Le risque lié au retrait-gonflement des sols argileux

Le retrait-gonflement des argiles affecte certains sols compressibles qui peuvent se tasser sous l'effet de surcharges (constructions, remblais) ou en cas d'assèchement du sol comme le montre la figure suivante.

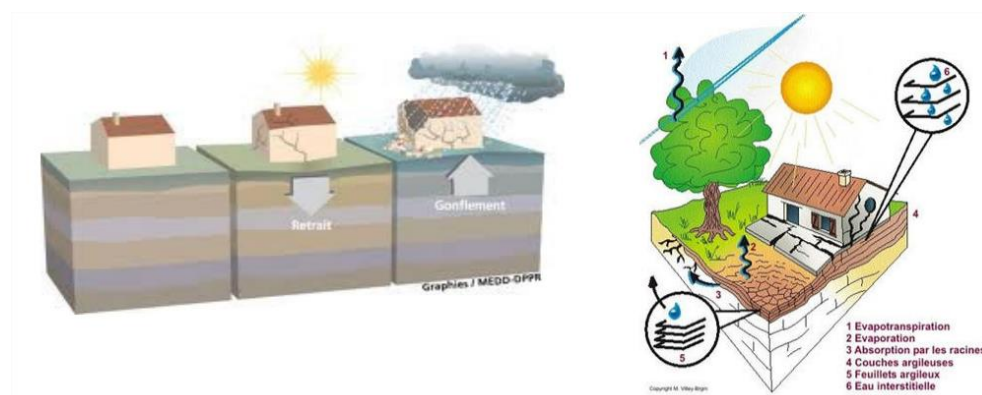
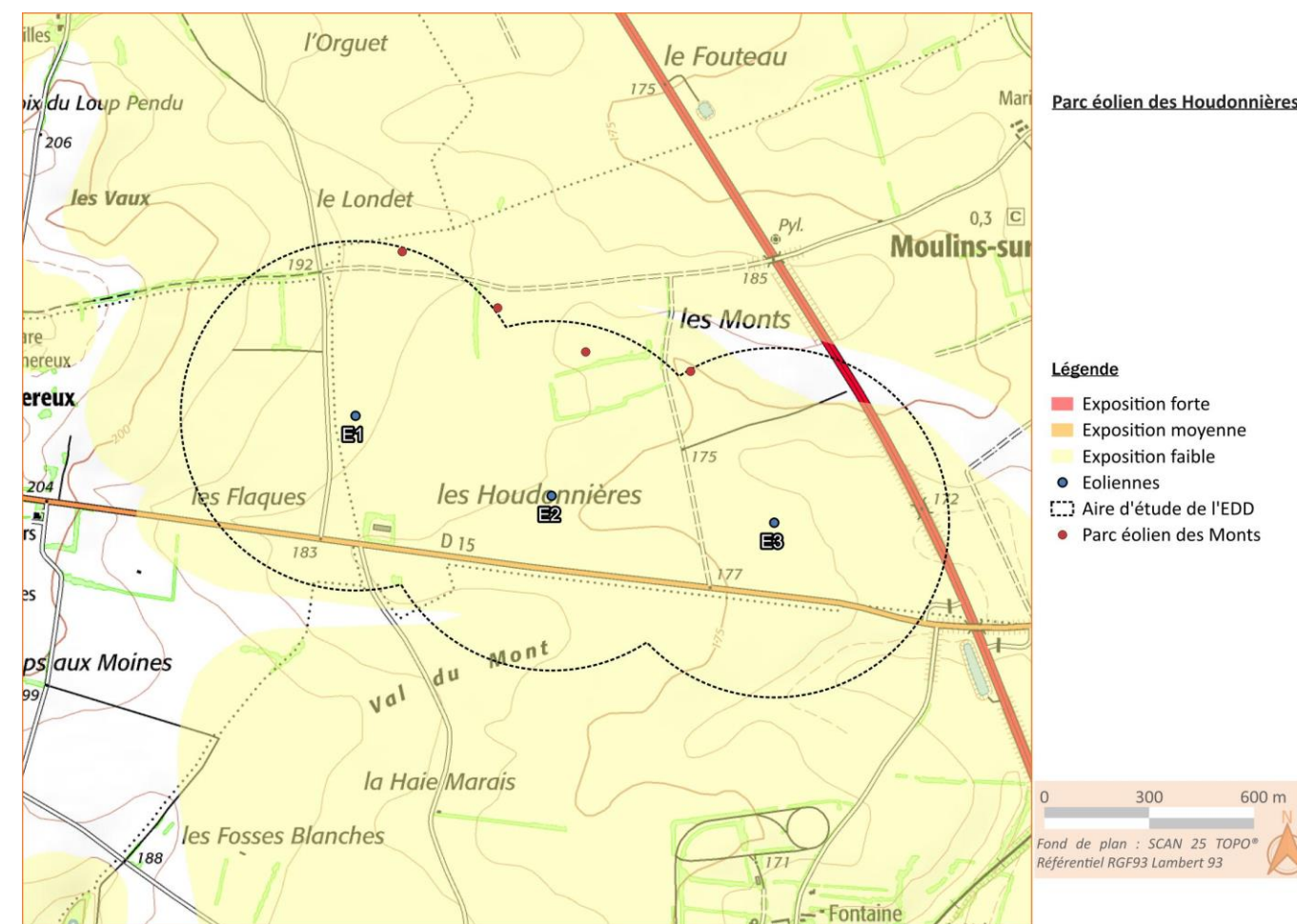


Figure 4: Visualisation du retrait-gonflement des argiles

La consultation du portail « Géorisques » (site d'information sur les risques majeurs) fait état de risques de mouvements de terrain « retrait-gonflement des argiles » sur Moulins-sur-Orne et les communes voisines. Il s'agit de mouvements de terrain consécutifs aux tassements différentiels résultant de la teneur en eau des sols :

- lorsque la teneur en eau augmente, le sol devient souple et son volume augmente. On parle alors de « gonflement des argiles » ;
- un déficit en eau provoquera un assèchement du sol, qui devient dur et cassant. On assiste alors à un phénomène inverse de rétractation ou « retrait des argiles ».

Les trois éoliennes du projet sont localisées en **aléa faible** pour le phénomène de retrait-gonflement des argiles.



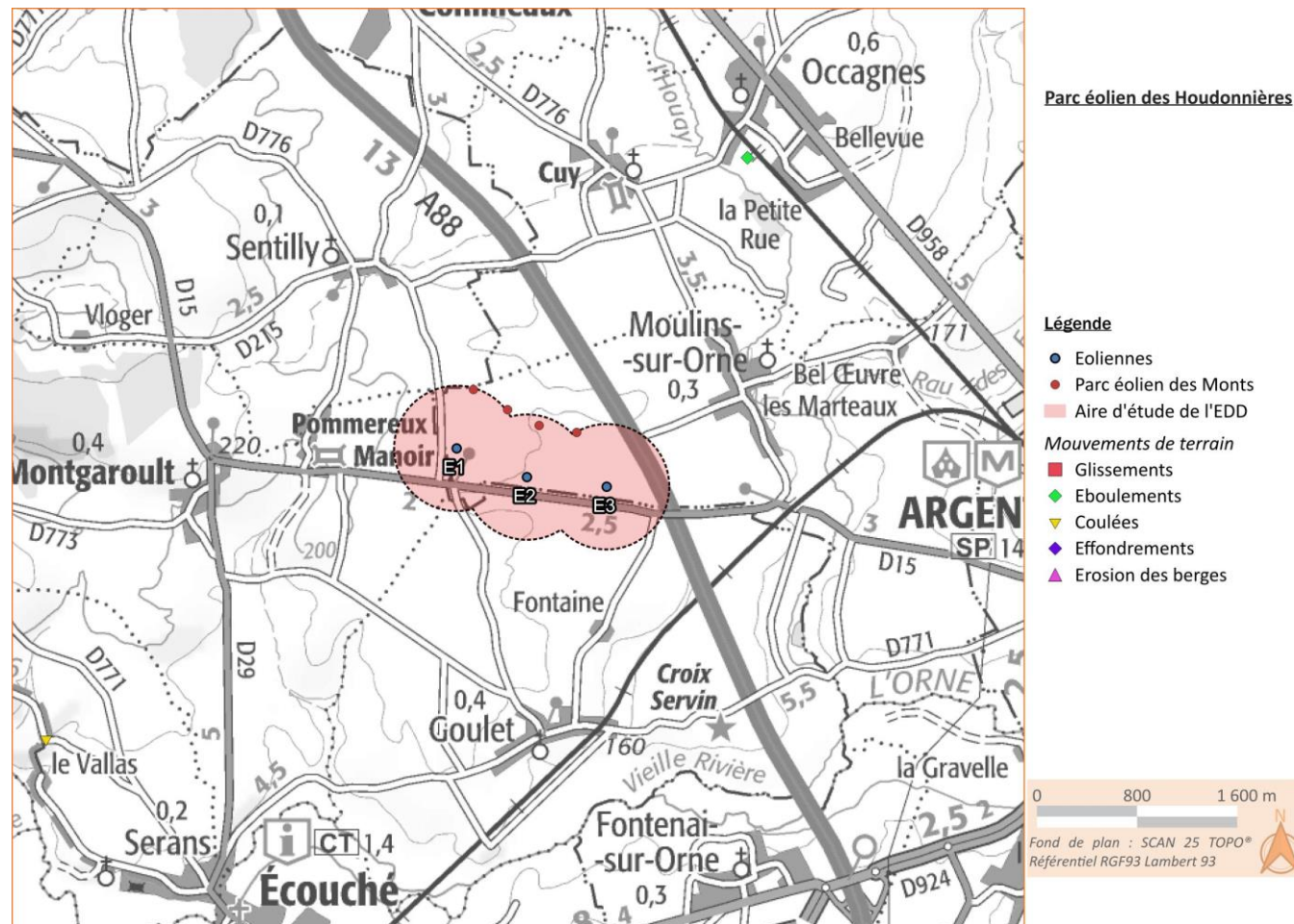
Carte 14 : Aléa retrait-gonflement des argiles

Au vu de la carte ci-dessus, les éoliennes du projet sont concernées par un aléa faible au risque de retrait-gonflement des argiles. La norme IEC61400-1 intitulée « 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, les fondations seront conformes à la norme IEC61400-1.



3.3.2.2 Le risque lié aux autres mouvements de terrain

Selon le BRGM, **aucun risque de mouvement de terrain n'a été recensé dans l'aire d'étude de dangers**. Le mouvement de terrain le plus proche recensé est un éboulement sur la commune d'Occagnes à environ 2,8km de l'éolienne la plus proche.



Carte 15 : Aléa mouvement de terrain

Ce risque ne sera pas retenu comme évènement initiateur dans l'analyse de risques présentée dans la suite de l'étude.

3.3.3 Les cavités souterraines

La présence de cavités souterraines est la cause essentielle d'apparition des désordres de surface. Les carrières naturelles ou artificielles peuvent s'effondrer et provoquer une dépression en surface, généralement de forme circulaire. La figure qui suit présente le phénomène.

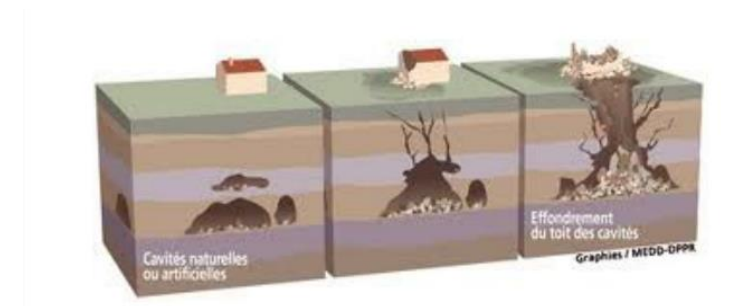
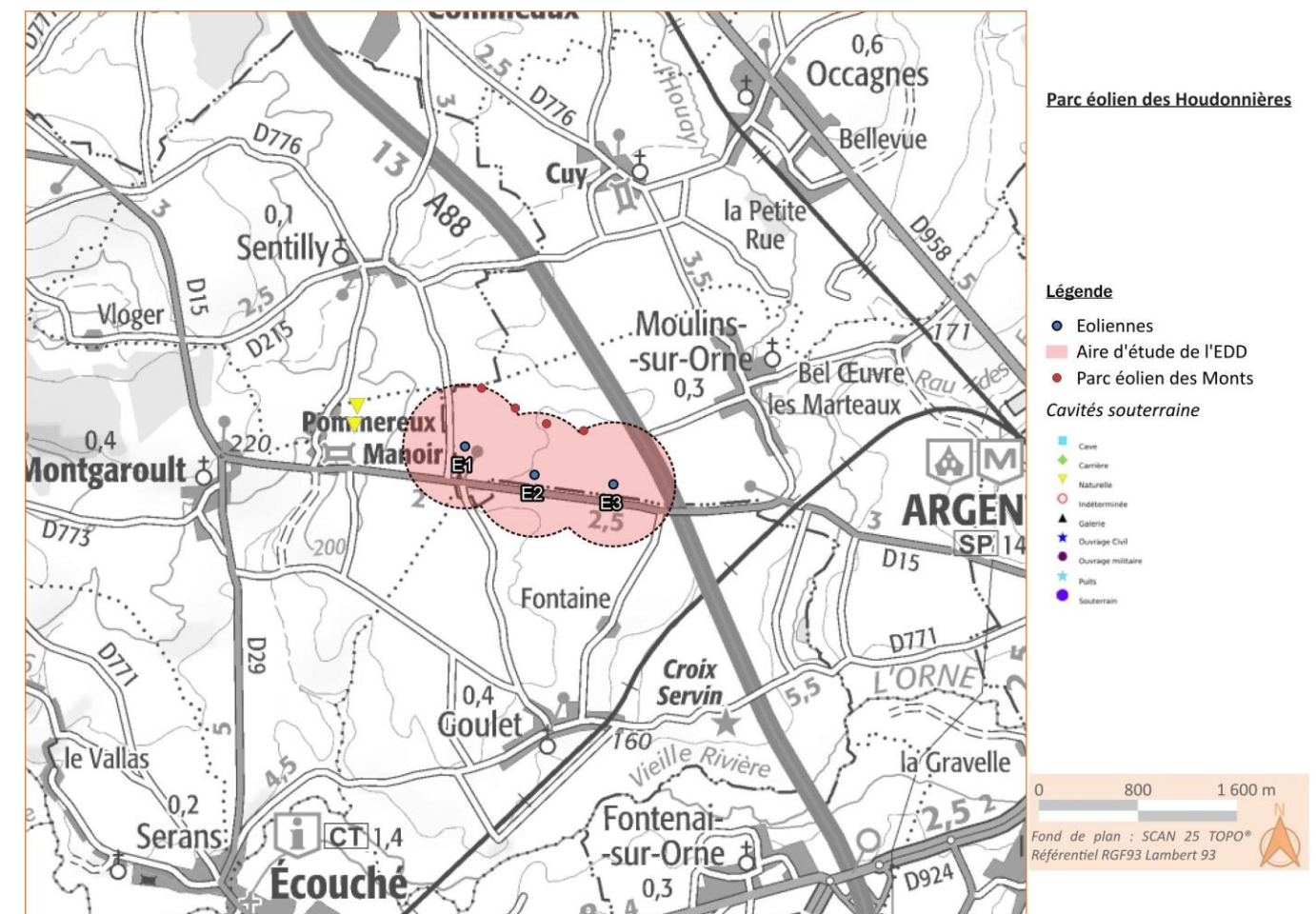


Figure 5 : Effondrements de cavités souterraines

Les vides souterrains sont quasi exclusivement consécutifs aux travaux de l'homme (carrières, ouvrages civils, ouvrages militaires, ...). Les inventaires les plus proches de l'aire d'étude de dangers indiquent des cavités naturelles à l'Est de la commune à environ 400m de la limite de la zone d'étude. **Aucune cavité souterraine n'est recensée dans l'aire d'étude de l'EDD.**



Carte 16 : Cavités souterraines

Ce risque ne sera pas retenu comme évènement initiateur dans l'analyse de risques présentée dans la suite de l'étude.



3.3.4 Les inondations

Le département peut être concerné par plusieurs types d'inondations :

- Les inondations de plaine

La rivière sort de son lit mineur lentement et peut inonder la plaine pendant une période dépassant rarement 72 heures. La rivière occupe alors son lit moyen et éventuellement son lit majeur. Les nombreux cours d'eau qui parcourent le département peuvent être à l'origine de débordements plus ou moins importants et sont très localisés.

- Les crues des rivières par ruissellements et coulées de boues

Lorsque des précipitations intenses tombent sur tout un bassin versant, les eaux ruissellent et se concentrent rapidement dans le cours d'eau, d'où des crues brutales et violentes. Le lit du cours d'eau est en général rapidement colmaté par le dépôt de sédiments et des bois morts, lesquels peuvent former des barrages, appelés embâcles aggravant les débordements.

- Le ruissellement pluvial en zone urbaine

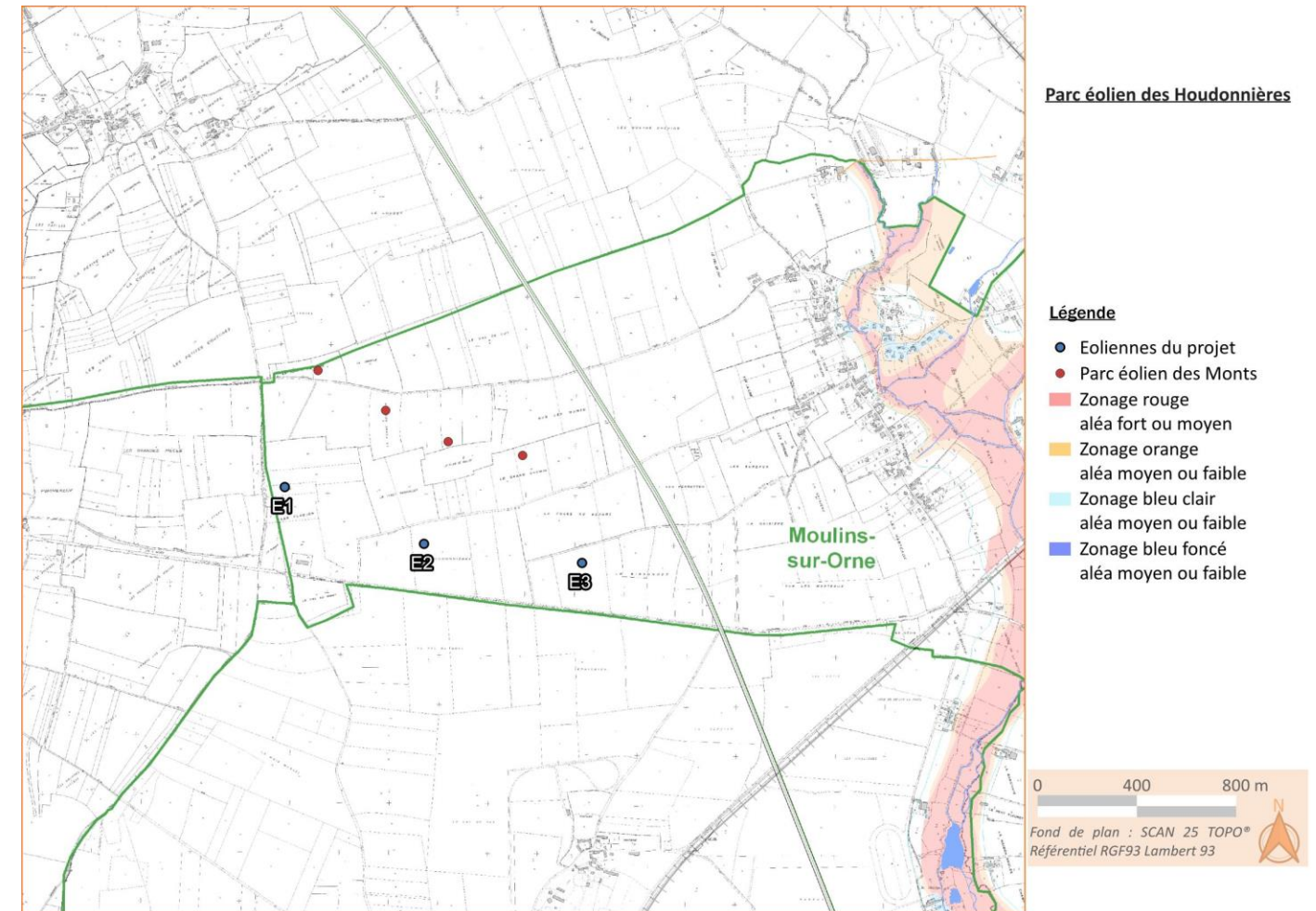
L'imperméabilisation du sol par les aménagements (bâtiments, voiries, parkings, etc.) et par les pratiques culturelles limite l'infiltration des précipitations et accentue le ruissellement. Ceci occasionne souvent la saturation et le refoulement du réseau d'assainissement des eaux pluviales, dont la capacité est souvent insuffisante. Il en résulte des écoulements plus ou moins importants et souvent rapides dans les rues.

3.3.4.1 Les inondations terrestres

3.3.4.1.1 Le risque d'inondation par débordement de cours d'eau

Le département de l'Orne est essentiellement concerné par des inondations de plaine, lentes et puissantes qui surviennent entre décembre et mars. Des inondations localisées par ruissellement peuvent également se produire occasionnellement. Certaines d'entre elles peuvent générer des crues éclairs potentiellement dangereux.

La commune de Moulins-sur-Orne est impactée par le plan de prévention des risques d'inondation « PPRI Orne Amont » d'après le DDRM du département. **Le projet éolien des Houdonnières n'est pas concerné par ce risque** car quand bien même le projet est situé sur une commune concernée par le risque, celui-ci est situé à environ 900m de l'emprise de la zone inondable de l'Houay.



Carte 17 : Extrait PPRI Orne Amont

Ce risque ne sera pas retenu comme évènement initiateur dans l'analyse de risques présentée dans la suite de l'étude.

3.3.4.1.2 Le risque d'inondation par remontée de nappe

La cartographie établie par le BRGM par rapport au risque d'inondation par remontée de la nappe, a été réalisée à partir d'une modélisation des niveaux de nappe en fonction du MNT (Modèle Numérique de Terrain) de l'IGN (Institut Géographique National) et de l'altitude du fond des thalwegs au droit des rivières permanentes et temporaires repérées sur les cartes IGN. Cette modélisation comporte une forte marge d'erreur tant au niveau du MNT que de l'identification du réseau pérenne et temporaire des cours d'eau. Elle sert de prélocalisation des zones sensibles qui doivent par la suite être vérifiées sur le terrain.

La directive du parlement européen relative à l'évaluation et la gestion des risques inondation et sa transposition en droit français prévoient une mise à jour de la cartographie d'enveloppe approchée des inondations potentielles par remontée de nappe, support de l'évaluation préliminaire des risques d'inondation. Dans cette optique, le BRGM a dû améliorer, valider et fiabiliser la méthode de cartographie de la sensibilité des territoires au « risque d'inondation par remontée de nappe » à l'échelle nationale.

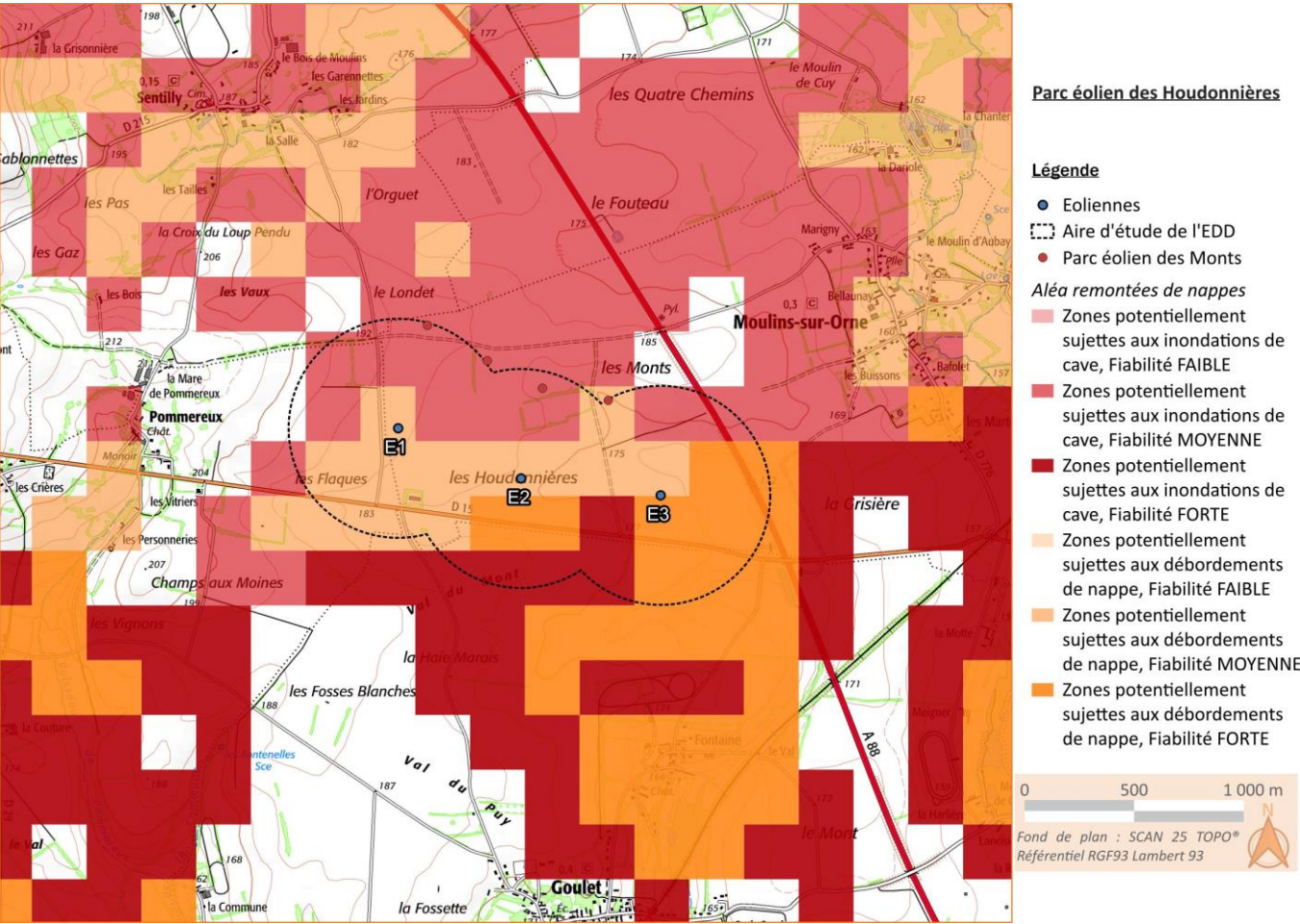
Malgré les diverses comparaisons et corrections apportées, la réalisation de cette cartographie reste un exercice délicat qui « in fine » comporte de fortes incertitudes et des erreurs, notamment dues à une accumulation d'informations manquantes, incomplètes ou imprécises, à l'ordre de grandeur des valeurs recherchées, et à la complexité des milieux mis en jeu. Le rendu cartographique n'a pas été possible avec une unité de base inférieure à une maille carrée de 250 mètres. Cette cartographie n'est exploitable qu'à une échelle inférieure au 1/100 000^{ème}.



Une estimation de la fiabilité des résultats a ensuite été réalisée en s'appuyant sur différents critères. La fiabilité globale de la cartographie est ainsi indexée à chaque point de la grille au pas de 250 m.

Comme le montre la carte ci-dessous l'aire d'étude de dangers se situe pour l'essentiel sur des terrains qui présentent un risque de débordement de nappes avec une fiabilité moyenne ou fortes.

Les emplacements des éoliennes du projet éolien des Houdonnières sont concernés par le risque de remontées de nappe avec une fiabilité moyenne.



Carte 18 : Carte des zones potentielles sujettes aux remontées de nappe

Au vu de la carte ci-dessus, les éoliennes du projet sont concernées par le risque d'inondations de nappes jugé moyen. La norme IEC61400-1 intitulée « 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, les fondations seront conformes à la norme IEC61400-1.

3.3.5 Le risque de feux de forêts ou de landes

Généralement, la période de l'année la plus propice au feu de forêt est l'été, car aux effets conjugués de la sécheresse et d'une faible teneur en eau des sols, viennent s'ajouter les travaux en forêt.

On parle de feu de forêt lorsqu'un feu concerne :

- une surface minimale d'un hectare d'un seul tenant ;
- une partie au moins des étages arbustifs et/ou arborés (parties hautes) détruite.

Les feux se produisent préférentiellement pendant l'été mais plus d'un tiers ont lieu en dehors de cette période. La sécheresse de la végétation et de l'atmosphère accompagnée d'une faible teneur en eau des sols sont favorables aux incendies y compris en hiver.

Le DDRM61 ne recense aucune commune à risque concernant les feux de forêt ou de landes

Le risque de propagation de feu de forêt sur le projet éolien des Houdonnières n'est ainsi pas retenu comme évènement initiateur dans l'analyse de risques présentée dans la suite de l'étude.

3.3.6 Synthèse des risques naturels

Les aléas naturels les plus fréquemment rencontrés en France Métropolitaine ont été détaillés dans les points précédents. Ces potentiels de dangers sont synthétisés dans tableau suivant, accompagnés de l'estimation du risque et des mesures prises ou envisagées sur le projet éolien des Houdonnières.

Tableau 9 : Synthèse des principaux potentiels de dangers liés aux phénomènes naturels

Aléa	Type d'aléa sur le secteur	Conséquences envisageables	Sensibilité identifiée	Mesures internes prises par l'exploitant	Agresseur retenu comme évènement initiateur dans l'APR
Géotechnique	Zone n° 2 Risque faible	Domages sur les structures en contact avec le sol	Faible	Construction selon les règles de l'art	NON
Foudre	Densité de foudroiement NSG : <1 nsg/km²/an	Effets directs : départ de feu Effets indirects : Surtensions des équipements électriques	Faible	Construction dans les règles de l'art	NON
Inondation	Zone du projet concerné par un risque de remontées de nappe	Montée des eaux dans le mât des éoliennes. Pertes d'une partie des équipements.	Moyenne	Respect de la norme IEC61400-1.	NON
Feu de forêt	Site d'étude éloigné des espaces boisés	Effets directs : départ de feu Effets indirects : montée en température	Aucune	Absence de risque au droit des éoliennes : absence de mesure	NON
Tempêtes	Précipitations réparties sur l'année Episodes climatiques extrêmes rares Vents pouvant être notables	Domages sur les structures	Faible	Construction selon les règles de l'art Arrêt automatique des éoliennes si dépassement du seuil fixé par le constructeur (en moyenne, 100 km/h sur un intervalle donné)	NON



3.4 Les risques technologiques

3.4.1 Généralités sur le transport des matières dangereuses

Le transport de matières dangereuses s'applique au déplacement de substances, qui, de par leurs propriétés physico-chimiques ou de par la nature même des réactions qu'elles sont susceptibles de mettre en œuvre, peuvent présenter un danger grave pour les populations, les biens ou l'environnement.

- Les différentes modalités de transport de matières dangereuses se distinguent en fonction de la nature des risques qu'elles induisent ;
- Le transport routier est le plus exposé au risque. Il concerne environ 75 % du tonnage total du TMD et les causes d'accidents sont multiples : état du véhicule (freins, pneumatiques, attelages), faute de conduite du chauffeur ou d'un tiers (fatigue, négligences, inattention, ébriété, vitesse), et conditions météorologiques (intempéries, grêle, brouillard, verglas, neige) ;
- Le transport ferroviaire rassemble 17 % du tonnage total du TMD. C'est un moyen de transport, affranchi de la plupart des conditions climatiques, et encadré dans une organisation contrôlée (personnels formés et soumis à un ensemble de dispositifs et procédures sécurisés) ;
- Le transport maritime ou fluvial regroupe, quant à lui, environ 4 % du tonnage total du TMD. Les risques de ce type de transport concernent spécifiquement les postes de chargement et de déchargement des navires, ainsi que les effets induits par les erreurs de navigation. Il en résulte des risques de pollution des milieux par déversement de substances nocives. Les tonnages impliqués sont là encore très importants ;
- Le transport par canalisation (oléoducs, gazoducs) correspond à 4 % du tonnage total du TMD et apparaît comme un moyen sûr en raison des protections des installations fixes (conception et sécurisation des canalisations). Les risques résident essentiellement dans la rupture ou la fuite d'une conduite ;
- Le transport aérien constitue une part infime du tonnage du TMD.

Les conséquences d'un accident de transport de matières dangereuses peuvent être :

- L'incendie, provoqué par un choc, un échauffement, une fuite, etc. dont le flux thermique ou les dégagements gazeux occasionnent brûlure et asphyxie (parfois sur un large périmètre) ;
- L'explosion, flux mécanique qui se propage sous forme de détonation ou de déflagration. Des risques de traumatismes, direct ou par onde de choc, peuvent en résulter ;
- La radioactivité correspond principalement à une exposition interne à des radioéléments ayant contaminé le milieu ;

La dispersion dans l'air (nuage toxique ou radioactif), dans l'eau ou le sol, de produits toxiques, au gré des vents ou de la configuration des lieux (pente, géologie...).

Cette dispersion peut entraîner :

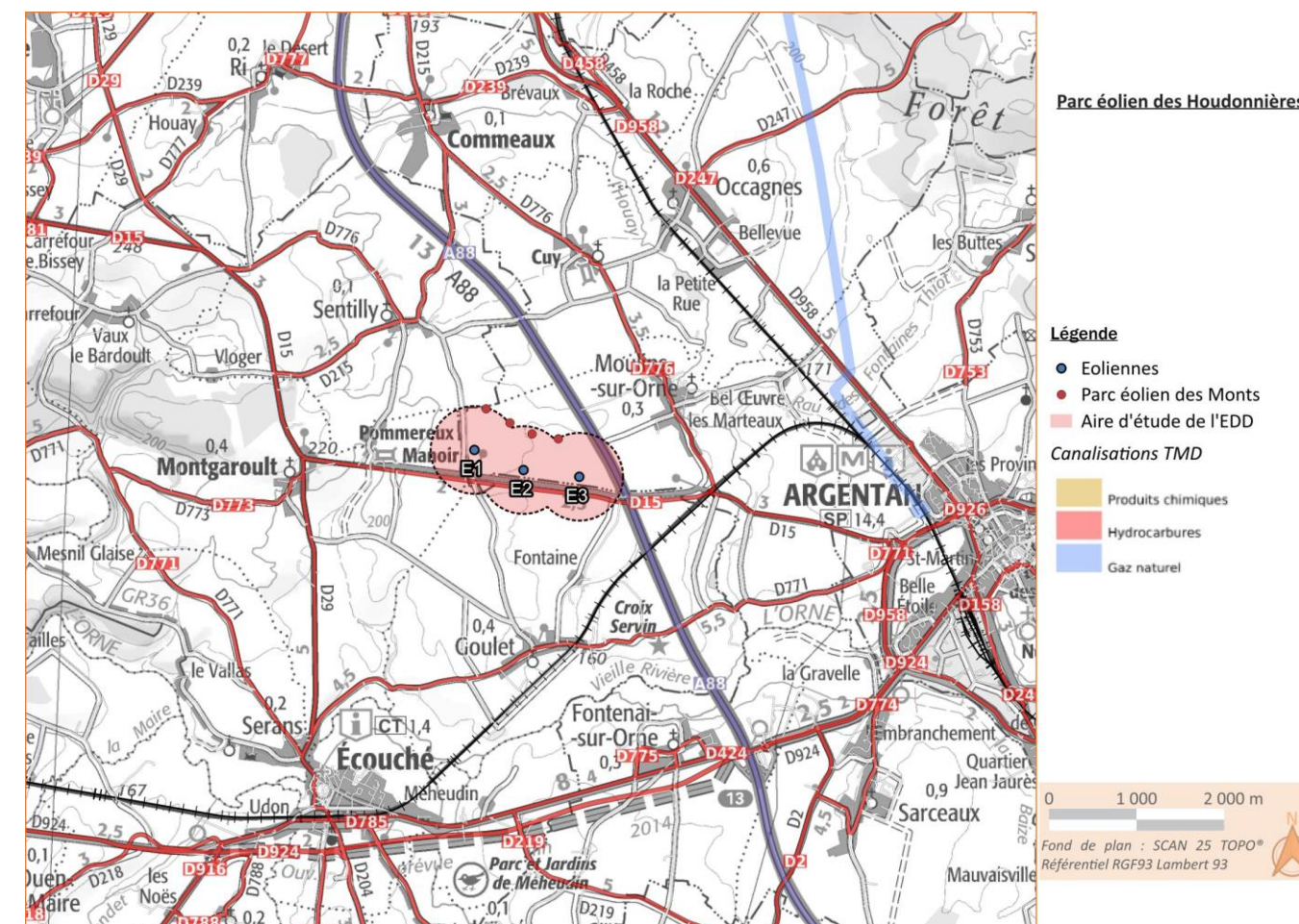
- Des risques d'intoxication par inhalation, ingestion ou contact ;
- Des risques d'irradiation par exposition à des radioéléments ayant été libérés ;
- Des risques pour l'environnement (écosystème animal ou végétal) du fait de la pollution ou de la contamination du milieu.

En toute hypothèse, un périmètre de sécurité est établi autour du site de l'accident.

3.4.2 Le risque de transport de matières dangereuses

La commune de Moulins sur Orne est soumise au risque transport de matières dangereuses (TMD). En effet, elle est traversée par une canalisation de gaz naturel haute pression comme le montre la carte qui suit.

Dans le DDRM de l'Orne, il est indiqué que la commune n'est pas concernée par le risque lié à la présence de TMD. En revanche, il est listé les voies concernées par le risque TMD par véhicule. Parmi ces axes, on retrouve dans l'aire d'étude de l'EDD l'A88 qui se situe à environ 380m en partant de la bande d'arrêt d'urgence jusqu'à la base de l'éolienne E3.





soumises à autorisation (ICPE). Un risque industriel majeur est un événement tel qu’une émission, un incendie ou une explosion d’importance majeure résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l’exploitation, entraînant pour la santé humaine ou pour l’environnement, à l’intérieur ou à l’extérieur de l’établissement, un danger grave, immédiat ou différé et faisant intervenir une ou plusieurs substances ou préparations dangereuses.

Dans le département de l’Orne, il existe

Nom de l’établissement	Nom de l’établissement	Statut Seveso
ANTARGAZ	LE MERLERAULT	Seuil Haut
PCAS	RIVES D ANDAINE	Seuil Haut
DISTRICO	SARCEAUX	Seuil Haut
BUHLER FONTAINE CONDITIONNEMENT	REMALARD EN PERCHE	Seuil Bas

Tableau 10 : Sites SEVESO dans le département de l’Orne

Source : (DREAL)

Deux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) ont été approuvés dans le département de l’Orne, l’un pour PCAS et l’autre pour ANTARGAZ.

Le site SEVESO le plus proche concerne la société DISTRICO à Sarceaux, à environ 4 km de l’aire d’étude.

Le projet éolien des Houdonnières n’est pas concerné par le risque Seveso.

Le risque lié à la présence de sites SEVESO sur le projet éolien des Houdonnières n’est ainsi pas retenu comme évènement initiateur dans l’analyse de risques présentée dans la suite de l’étude.

3.4.4 Les risques ICPE

Comme présenté au paragraphe 3.1.3, la seule installation ICPE présente dans la zone d’étude est le parc éolien des Monts exploité par le groupe IEL. Celui-ci est distant de plus de 400 m du projet éolien des Houdonnières et par conséquent, ne présente pas de risque pour le projet.

3.4.5 Les installations nucléaires de base

Il n’existe aucune installation nucléaire de base dans le département de l’Orne ou dans le périmètre éloigné. La centrale nucléaire en exploitation la plus proche est celle de Saint Laurent Nouan (Loire et Cher), cette dernière étant située à environ 130 km du projet éolien.

La commune de Moulins-sur-Orne et le projet éolien des Houdonnières ne sont pas concernés par l’activité nucléaire.

Le risque lié à la présence d’installations nucléaires de base sur le projet éolien des Houdonnières n’est ainsi pas retenu comme évènement initiateur dans l’analyse de risques présentée dans la suite de l’étude.

3.4.6 Les barrages hydroélectriques

Certains barrages sont soumis à la réglementation dite « des grands barrages » (plus de 20m de hauteur et plus de 15 millions de m³) et doivent faire l’objet d’un Plan Particulier d’Intervention (P.P.I.). Ce P.P.I vise à protéger les populations, les biens et l’environnement, afin de faire face aux risques particuliers liés à l’existence d’une installation industrielle (tel qu’un barrage hydroélectrique). Celui-ci définit les moyens de secours mis en œuvre et

leurs modalités de gestion en cas d’accident dont les conséquences dépassent l’enceinte de l’installation à risques concernée. Ces modalités couvrent les phases de mise en vigilance, d’alerte et d’intervention mais aussi les exercices de sécurité civile réalisés périodiquement pour une bonne appropriation du dispositif.

Les communes ayant un barrage sur leur territoire sont par voie de conséquence concernées par un risque de rupture. Outre ces communes, il convient de noter que nombre d’autres communes seraient victimes de l’onde de submersion en cas de rupture de l’ouvrage.

La commune soumise au risque de rupture de barrage la plus proche de Moulins sur Orne est Saint Christophe le Jajolet, à environ 20 km.

La commune de Moulins-sur-Orne n’est pas concernée par le risque de rupture de barrage

Le risque lié aux ruptures de barrages sur le projet éolien des Houdonnières n’est ainsi pas retenu comme évènement initiateur dans l’analyse de risques présentée dans la suite de l’étude.

3.5 Environnement matériel

3.5.1 Les voies de communication routières

La zone de l’étude de dangers est traversée par l’autoroute A88, la départementale D15 ainsi que par des chemins agricoles.

Le site éolien est bordé à l’Est par l’A88 sur un axe nord/sud. Sur la portion de route entre Caen et Argentan, la fréquentation moyenne était estimée à environ 7000 véhicules par jour selon les chiffres du département de l’Orne².

Le site est aussi bordé au sud pour la départementale D15 dont le trafic a été mesuré à 2336 véhicules par jour lors du comptage 2022 effectué par le département de l’Orne. Le trafic sera arrondi à 2500 véhicules/jour dans le reste de l’étude de danger.

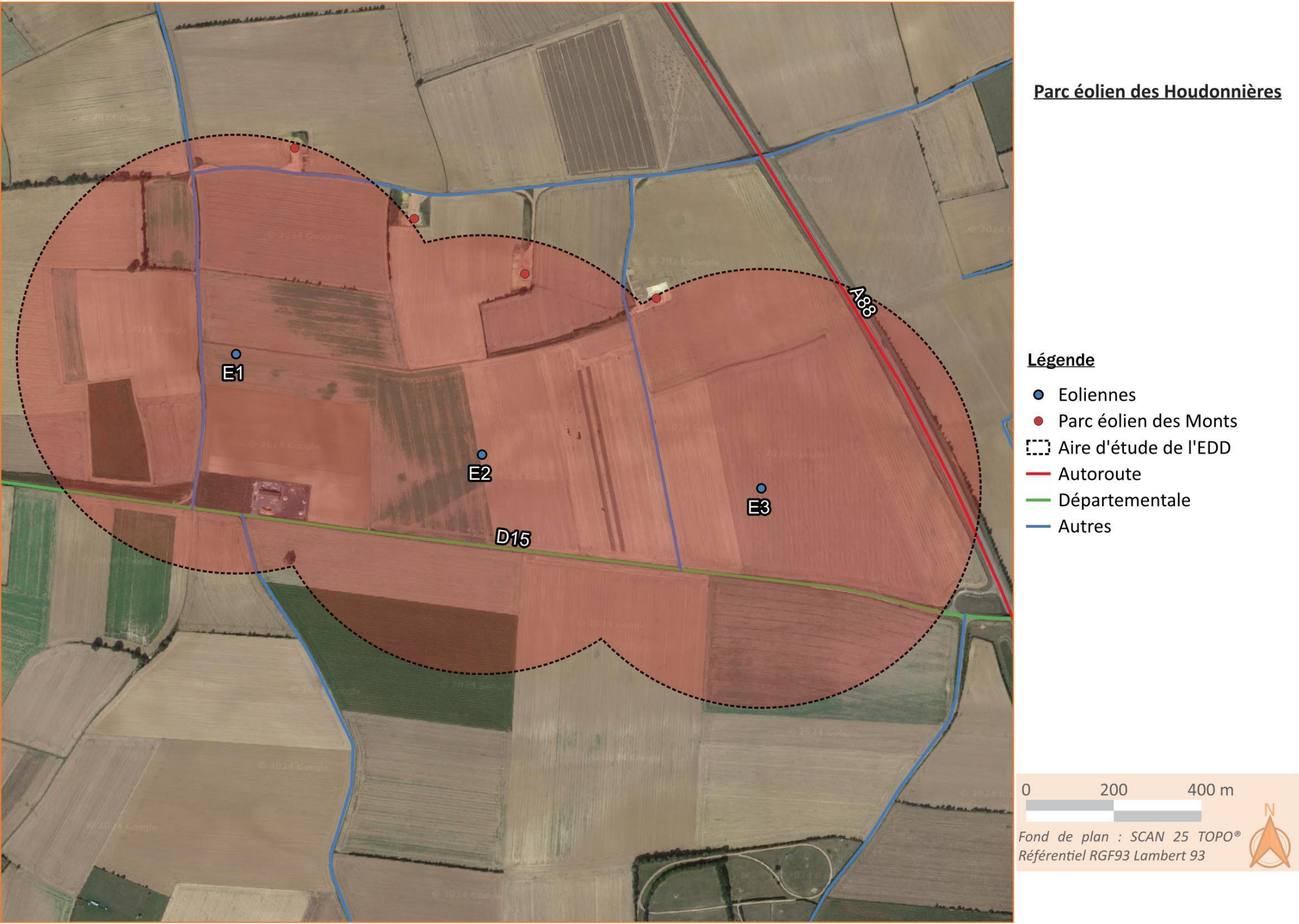
D’autres voies chemins d’exploitation sont également présents. Ces derniers permettent de desservir les différentes parcelles agricoles ainsi que les éoliennes existantes Ce sont donc principalement des engins agricoles et des professionnels qui empruntent ces chemins.

Type d’infrastructure	Fréquentation	Distance à l’éolienne la plus proche
Autoroute A88	7000 véhicules par jour (Structurante)	380 m
D15	2500 véhicules par jour (Structurante)	205 m
Chemins d’exploitation	Considérés comme des zones aménagées peu fréquentées (1 personne pour 10 hectares)	80 m

Tableau 11 : Fréquentation des principales voies de communication

Les voies de circulation ne doivent être considérées que si elles sont empruntées par un nombre significatif de personnes. En effet, les voies de circulation non structurantes (< 2000 véhicule/jour) **sont déjà comptées dans la catégorie des routes communales et chemins ruraux, 10m de large**

² <https://www.orne.fr/sites/default/files/2023-06/ot-2023-05.pdf>



Carte 20 : zone d'étude EDD et voies de communication

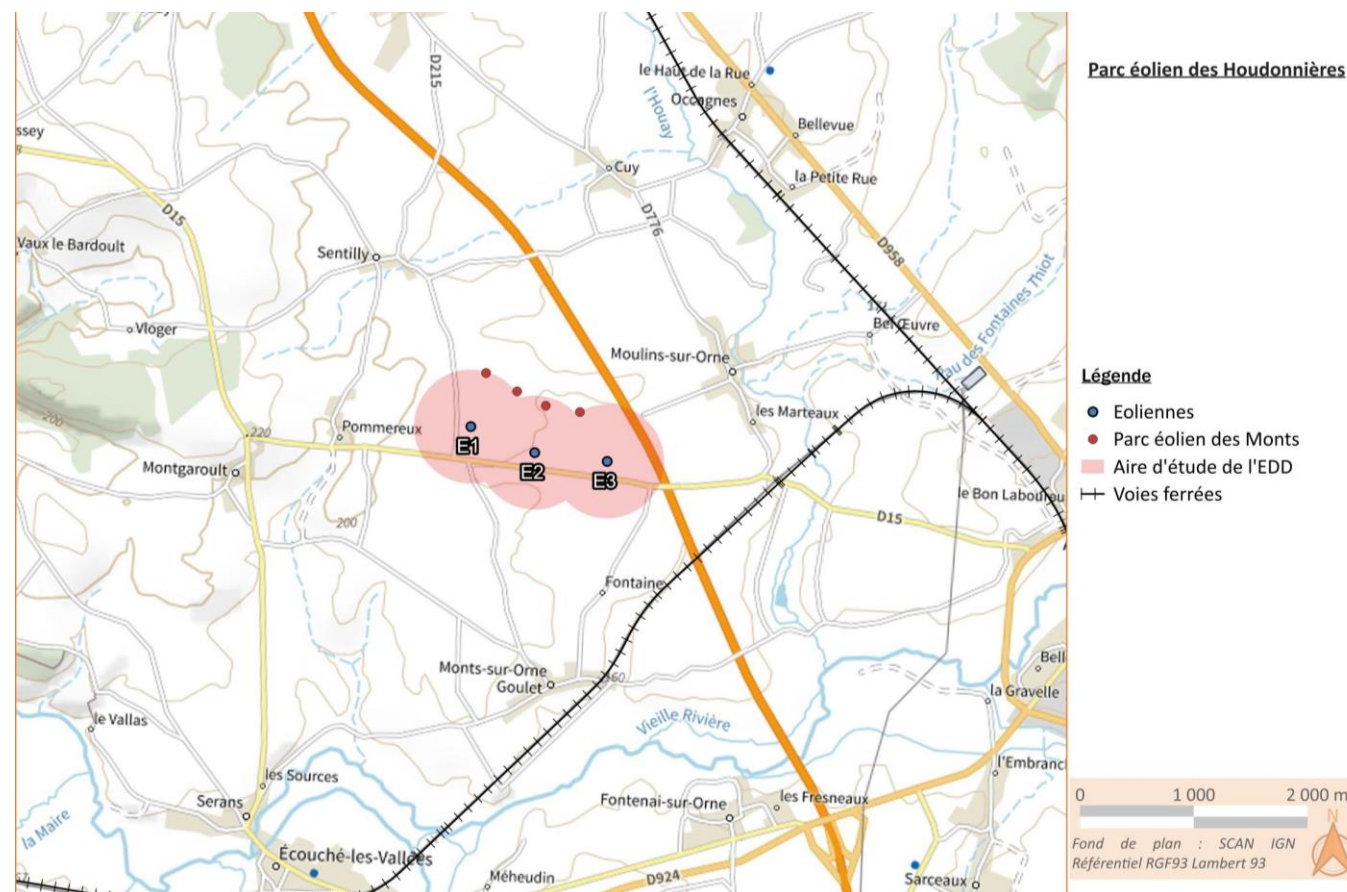


3.5.2 Le réseau de transport aérien

La zone d'étude de dangers n'est pas concernée par le réseau de transport aérien. D'après Géoportail, aucun plan de servitudes aéronautiques ne se situent au droit du site. L'aéroport le plus proche est l'aérodrome d'Argentan à environ 8km au Sud-Est. **Le projet éolien ne présente aucun enjeu.**

3.5.3 Le réseau de transport ferroviaire

La ligne ferroviaire la plus proche est située à plus de 600m au Sud-Est de l'aire d'étude de dangers. Cette ligne relie notamment Argentan à Flers vers l'Ouest. La zone d'étude de dangers n'est pas concernée par le réseau de transport ferroviaire. **Le projet éolien ne présente aucun enjeu.**



Carte 21 : Réseau ferroviaire

3.5.4 Le réseau de transport fluvial

La zone d'étude de dangers n'est pas concernée par le transport fluvial. Pour information, le cours d'eau le plus proche de l'aire d'étude EDD est l'Houay située à environ de 900m à l'Est. Au regard de la distance, **le projet éolien ne présente aucun enjeu.**

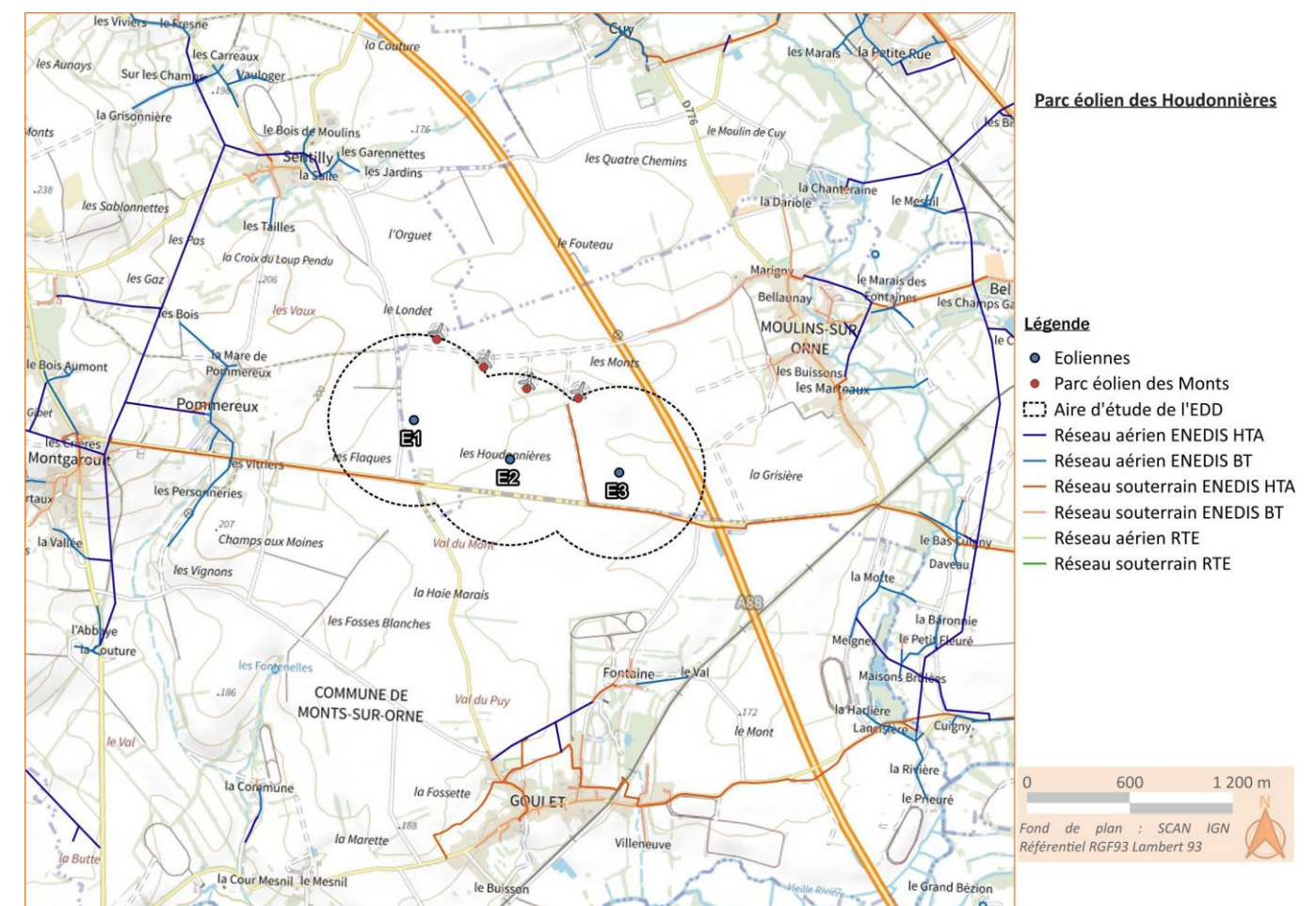
3.6 Les réseaux publics et privés

Cette partie s'attache à vérifier la présence de réseaux publics et privés aux abords du projet. Les réseaux étudiés sont : le transport de l'électricité, les télécommunications, les canalisations de transport de matières dangereuses.

3.6.1 Réseaux de transport de l'électricité ENEDIS et RTE

ENEDIS liste et localise sur sa plateforme web <https://data.enedis.fr> les lignes électriques aériennes et souterraines. De son côté, RTE met à disposition ces données en open data sur le site <https://odre.opendatasoft.com>. La carte ci-dessous illustre les réseaux en place aux abords du projet.

La zone d'étude de dangers n'est pas concernée par les réseaux de transport électriques aériens. De plus, les réseaux enterrés ne présentent pas de risques pour les éoliennes et ne sont par conséquent pas considérés dans la suite de l'EDD.



Carte 22 : localisation des réseaux électriques et l'aire d'étude de dangers

3.6.2 Réseaux de transport de matières dangereuses (TMD)

Le chapitre 3.4.2 en page 22 cartographie les réseaux de transport TMD. Il n'existe pas au sein de l'aire d'étude de dangers de réseaux de transport de matières dangereuses.

3.6.3 Réseaux de communication et électriques

La consultation réalisée auprès du gestionnaires est disponible en **annexe 7** du présent document. Les réseaux enterrés d'Orange longent la route d'accès menant à Sentilly. Un autre réseau axé nord-sud traverse l'aire d'étude



à l’Est. Un réseau HTA provenant notamment du parc éolien des Monts est présent au droit d’un chemin d’exploitation ainsi qu’au niveau de la RD15.

3.7 Enjeux humains associés à l’environnement naturel et matériel du secteur d’étude

Tous les types d’infrastructures ainsi que les habitations et autres établissements présents, au sein et en dehors de la zone d’étude de dangers, ont fait l’objet d’une étude approfondie et figurent bien dans les enjeux répertoriés préalablement dans ce document. Des enjeux humains associés à l’environnement naturel et matériel du secteur sont répertoriés dans le tableau ci-dessous, avec les méthodes de comptage associées :

Typologie	Structures concernées dans l’aire d’étude	Méthode de comptage
Terrains non bâtis	Terrains non aménagés et très peu fréquentés : forêts, surfaces agricoles	1 personne / 100 ha
	Terrains aménagés mais peu fréquentés : chemins, surfaces en eau	1 personne / 10 ha
Voies de circulation	Liaisons locales et chemins	1 personne / 10 ha
	A88 et D15 Voies structurantes (trafic >2000 véhicules/jour)	0,4 personne pour 100 véhicules/jour par kilomètre de voie impacté
Voies ferroviaires	Non concerné	
Voies navigables		
Chemins et voies piétonnes		
ICPE	Parc des Monts	/
Zones d’activité	Bois Négoce Energie	5 personnes pour le bâtiment (hypothèse haute)
Logements	Non concerné	
ERP		

Tableau 12 : Enjeux humains associés à l’environnement naturel et matériel dans un rayon de 500 m

Comme défini à l’Annexe 1, le nombre de personnes exposées à considérer pour les voies structurantes est défini en fonction de la fréquentation de la route et du linéaire de route compris dans la zone d’effet. Pour les autres voies: chemins communaux, chemins privés et route communales seront incluses dans la catégorie des terrains aménagés mais peu fréquentés (soit 1 personne par tranche de 10 hectares). Toutes les hypothèses sont majorantes vis-à-vis du comptage du nombre de personnes permanentes.

Concernant l’ICPE situé dans les 500m autour des éoliennes, il s’agit du parc éolien des Monts qui est géré par le groupe IEL. Les données précisées dans ce tableau sont données à titre indicatif pour le projet éolien des Houdonnières, dans un rayon de 500 m. Elles feront l’objet plus bas de calculs par aérogénérateur afin de déterminer exactement le nombre de personnes exposées.

3.8 Synthèse sur l’environnement de l’installation

3.8.1 Plans d’ensemble de l’installation

Le projet éolien des Houdonnières est composé de 3 éoliennes (E1, E2 et E3) et d’un poste de livraison électrique (PDL).

Chaque éolienne dispose d’un espace permanent (aire de levage). Les éoliennes sont accessibles via un réseau de chemins permanents existants. Un raccordement électrique enterré relie chaque éolienne au poste de livraison électrique. Des aménagements provisoires sont réalisés dans le cadre du chantier (Cf.

3.8.1.1 Coordonnées des éoliennes du projet éolien des Houdonnières

Le tableau ci-dessous reprend les coordonnées des éoliennes en Lambert 93 ainsi que :

- L’altitude au pied de chaque éolienne
- La dénomination, l’adresse et la superficie de la parcelle d’implantation

A noter que les coordonnées du poste de livraison électrique (PDL) indiquent son point milieu.

ID	X	Y	Z (m)	Parcelle	Adresse	Superficie (m²)
E1	471889	6854796	187	ZL 18	LES FLAQUES	64 178
E2	472450	6854567	176	ZL 18	LES FLAQUES	64 178
E3	473087	6854490	173	ZN 2	LE BISSONNET	61 884
PDL	472788	6854820	176	ZL 16	LES MOUDONNIERES	151 336

Tableau 13 : coordonnées GPS en L93 des éoliennes du projet

3.8.1.2 Valeurs retenues pour l’étude de dangers

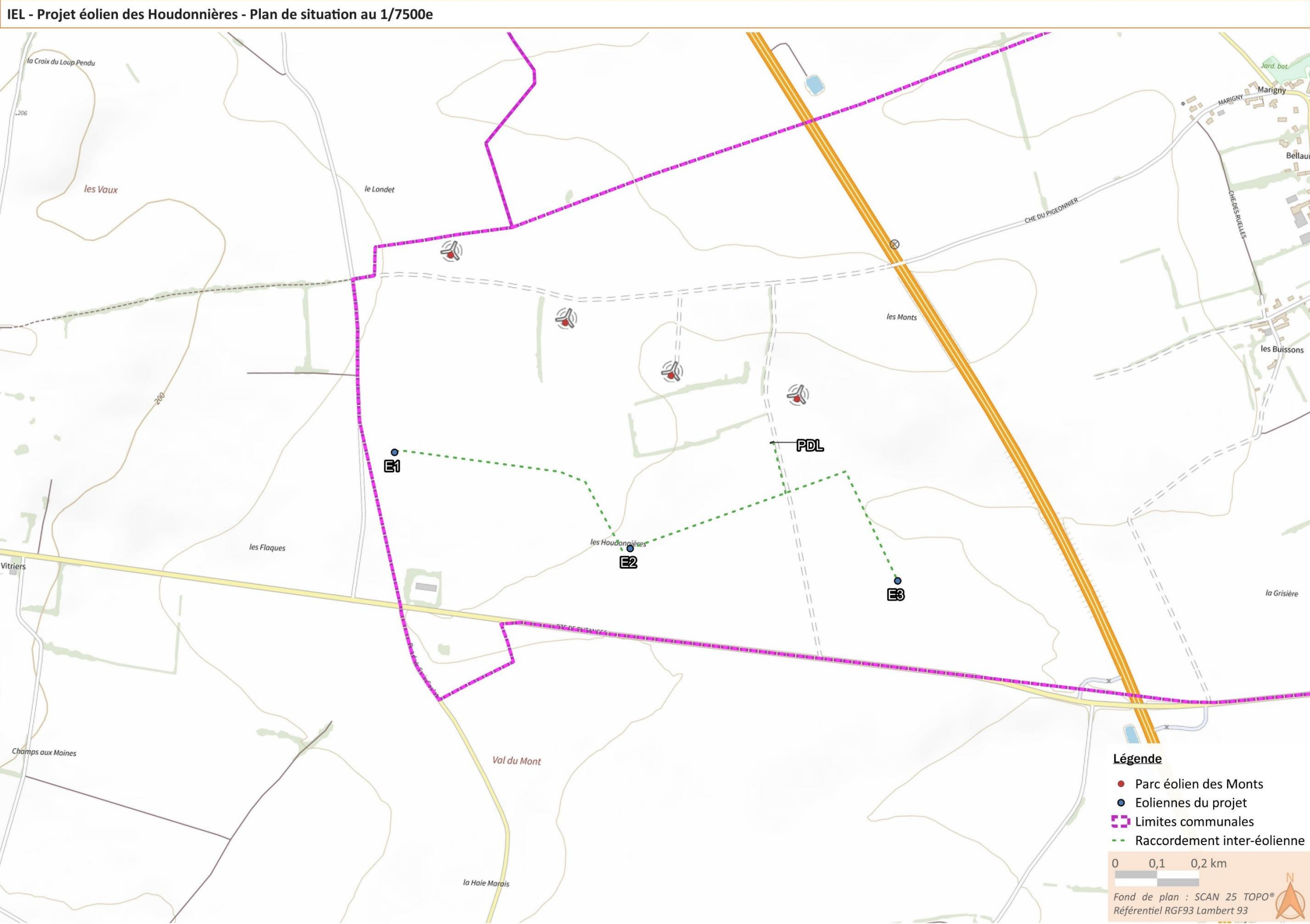
La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur préconisé par la trame type de l’étude de dangers est présentée en annexe 1 de ce présent document. Elle se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers. Le projet consiste en une implantation de 3 éoliennes. Le modèle d’éolienne sélectionné est V150 du constructeur VESTAS. Ci-dessous le tableau liste les données relatives aux différents éléments constitutifs du modèle des éoliennes.

Constructeur		VESTAS
Modèle envisagé		V150
Design de la nacelle		
Puissance nominale		6 MW
Hauteur au moyeu		125 m
Longueur de la pale		75 m
Hauteur hors tout		200 m

Tableau 14 : Spécificités de l’éolienne envisagée

Les valeurs retenues :

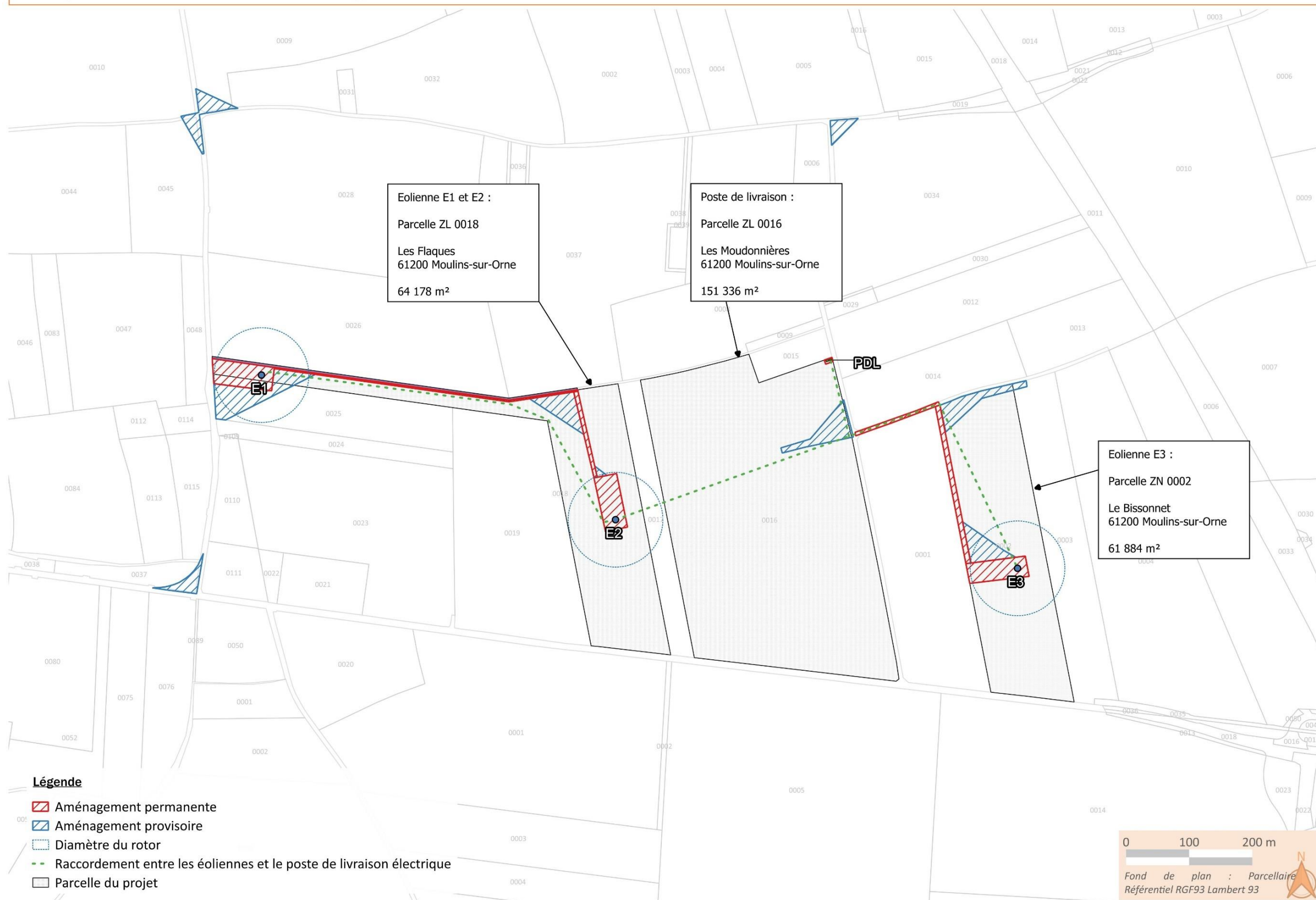
Diamètre du rotor = 150m	Longueur de la pale = 75m
Largeur maximale de la pale = 4,5m	Hauteur au moyeu = 125m
Hauteur hors tout de l’éolienne = 200m	Diamètre de la base du mât = 5m



Carte 23 : Localisation du projet



IEL - Projet éolien des Houdonnières - Plan de masse général



Carte 24 : plan cadastral avec les aménagements du projet éolien des Houdonnières

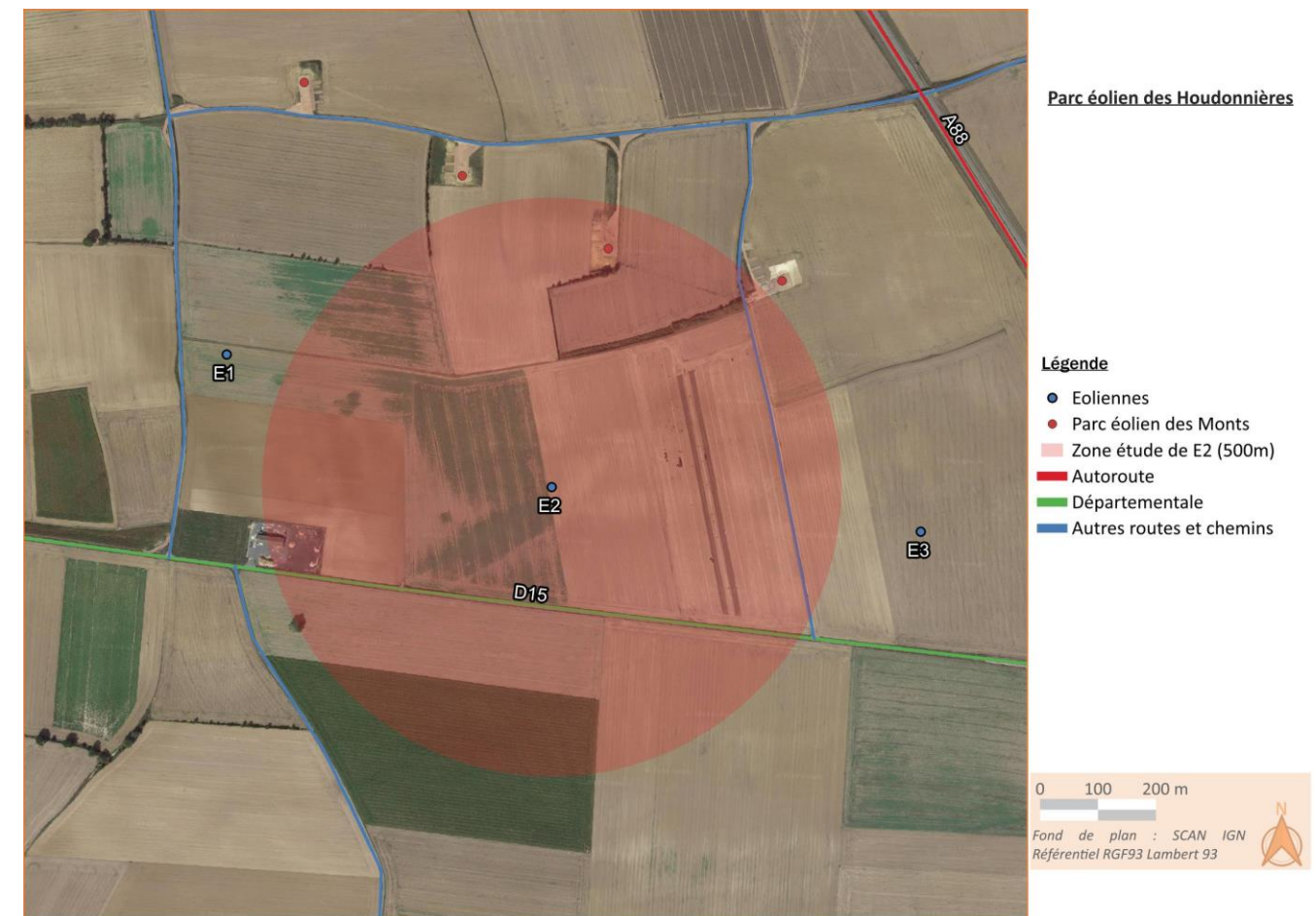


Carte 25 : La zone d'étude de l'éolienne E1 représente une surface de 78,5 ha

Elle concerne :

- l'entreprise Bois Négoce Energie ce qui représente 5 EPP ;
- la départementale D15 sur une distance de 690 m ce qui représente 6,9 EPP ;
- des « terrains aménagés et peu fréquentés » correspondant notamment aux routes communales, aux chemins agricoles et d'exploitations (10m de large), pour une surface d'environ 1,26 ha, ce qui représente 0,13 EPP ;
- des « terrains non aménagés et très peu fréquentés » correspondant aux parcelles agricoles, pour une surface d'environ 76,59 ha ce qui représente 0,77 EPP ;

Dans un rayon de 500 mètres, nous avons calculé 12,79 EPP



Carte 26 : La zone d'étude de l'éolienne E2 représente une surface de 78,5 ha

Elle concerne :

- l'entreprise Bois Négoce Energie ce qui représente 5 EPP ;
- la départementale D15 sur une distance de 913 m ce qui représente 9,13 EPP ;
- des « terrains aménagés et peu fréquentés » correspondant notamment aux routes communales, aux chemins agricoles et d'exploitations (10m de large), pour une surface d'environ 0,62 ha, ce qui représente 0,06 EPP ;
- des « terrains non aménagés et très peu fréquentés » correspondant aux parcelles agricoles, pour une surface d'environ 77,01 ha ce qui représente 0,77 EPP ;

Dans un rayon de 500 mètres, nous avons calculé 14,96 EPP.



Elle concerne :

- l'autoroute A88 sur une distance de 651m ce qui représente 18,23 EPP
- la départementale D15 sur une distance de 900 m ce qui représente 9 EPP ;
- des « terrains aménagés et peu fréquentés » correspondant notamment aux routes communales, aux chemins agricoles et d'exploitations (10m de large), pour une surface d'environ 0,60 ha, ce qui représente 0,06 EPP ;
- des « terrains non aménagés et très peu fréquentés» correspondant aux parcelles agricoles, pour une surface d'environ 76,40 ha ce qui représente 0,76 EPP ;

Dans un rayon de 500 mètres, nous avons calculé 28,05 EPP

Carte 27 : La zone d'étude de l'éolienne E3 représente une surface de 78,5 ha

Zone d'étude des éoliennes			Bois Négoce Energie	A88 Route structurante			RD15 Route structurante			Terrains aménagés mais peu fréquentés : routes communales, chemins agricoles et d'exploitation			Terrains non aménagés et très peu fréquentés : champs, prairies (autres)			Total
Eolienne	Zone d'effet du phénomène étudié en m²	Rayon de la zone d'effet (m)	Effectif sur le site	Trafic journalier	Longueur (m)	Personnes exposées	Trafic journalier	Longueur (m)	Personnes exposées	Longueur (m)	S (ha)	Personnes exposées	S (m²)	Surface concernée (ha)	Personnes exposées	Personnes exposées
E1	785 398	500	5	7000	0	0,00	2500	690	6,90	1259	1,259	0,13	765 908	76,5908	0,77	12,79
E2	785 398	500	5	7000	0	0,00	2500	913	9,13	619	0,619	0,06	770 078	77,0078	0,77	14,96
E3	785 398	500	0	7000	651	18,23	2500	900	9,00	595	0,595	0,06	763 938	76,3938	0,76	28,05

Tableau 15 : Synthèse sur l'environnement humain de l'installation



SECTION 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 au regard notamment de la sensibilité de l'environnement décrit précédemment.

4.1 Caractéristiques de l'installation

4.1.1 Caractéristiques générales 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 poste 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 poste 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

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 3 à 5 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.
- 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.

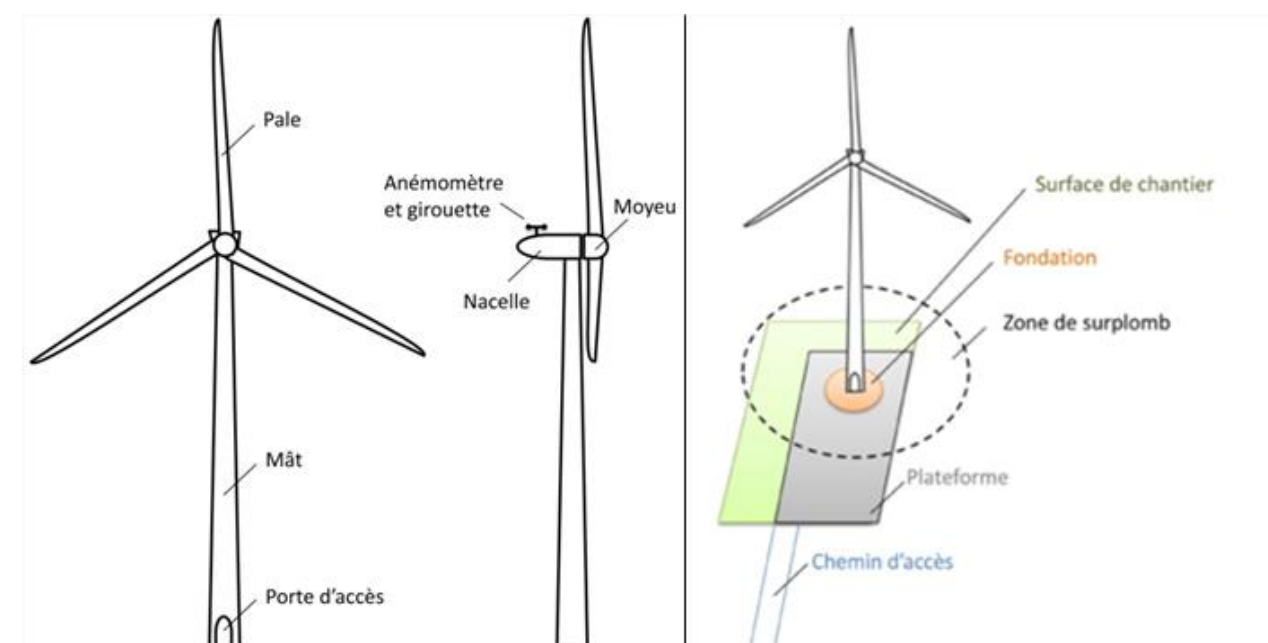


Figure 6 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur et illustration des emprises au sol

Nous avons pré-sélectionné le constructeur VESTAS pour équiper le projet éolien des Houdonnières. Pour rappel, le détail des caractéristiques techniques des éoliennes, notamment les équipements de sécurité de fonctionnement ou les équipements techniques en nacelle sera traité dans l'étude de danger.

4.1.1.2 Emprise au sol

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

- 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.

4.1.1.3 Chemins d'accès

En général, 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).

4.1.1.3.1 Poste de livraison

Le poste de livraison sera vert foncé tel que l'illustration suivante le présente.

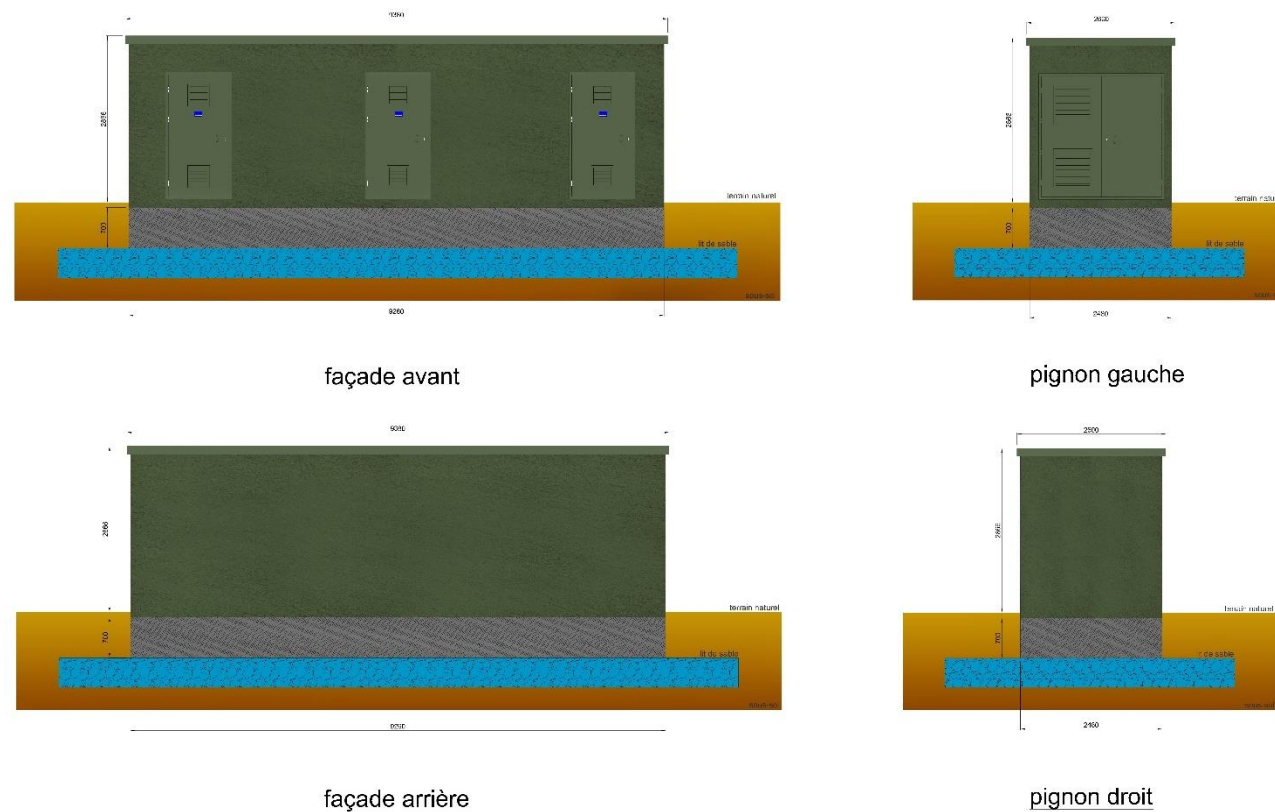


Photo 1 : Illustration d'un poste de livraison

Le poste de livraison électrique (ou PDL) sera implanté sur une parcelle agricole, en bordure de chemin existant.



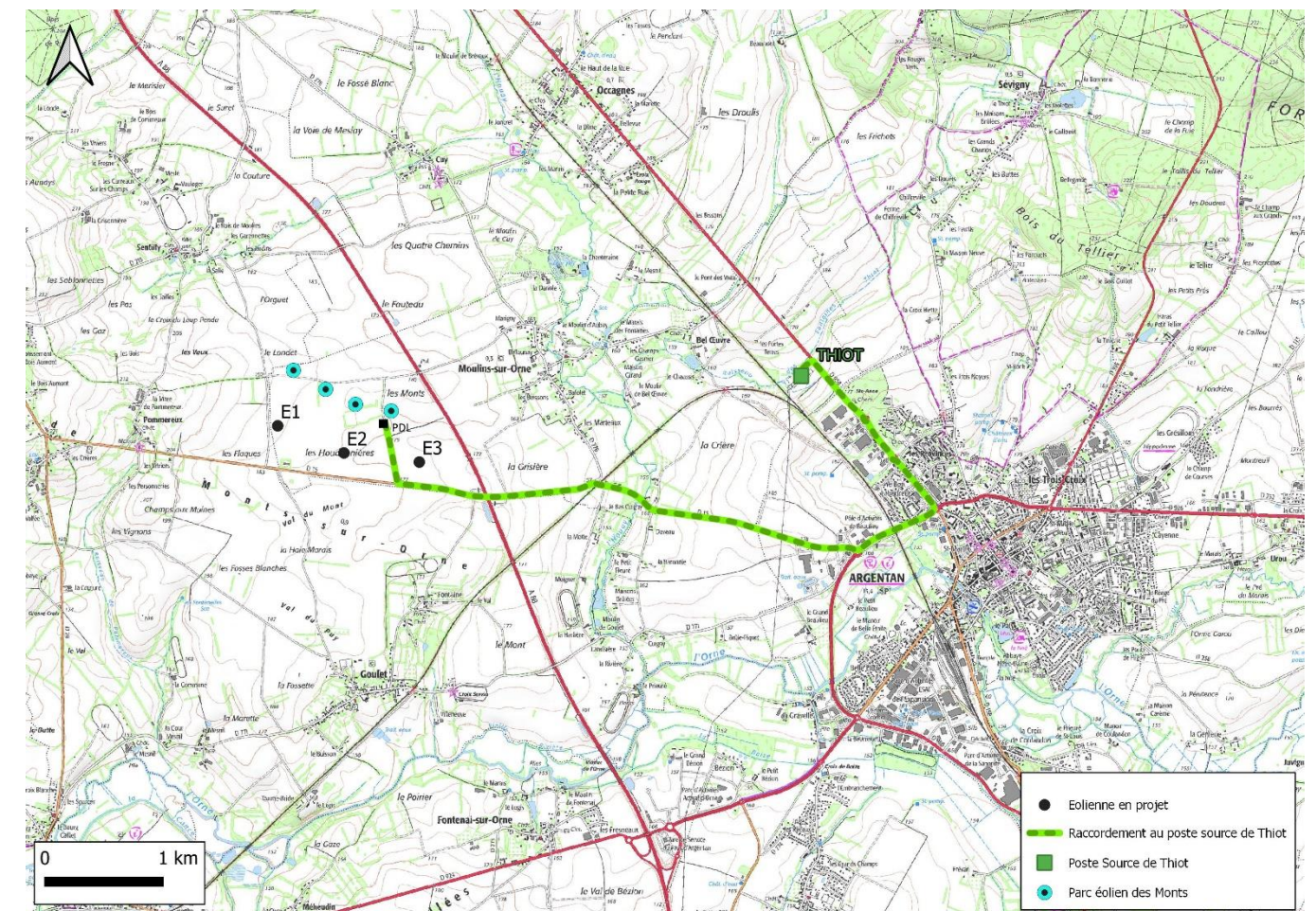
Photo 2 : Simulation de l'insertion du poste de livraison et éoliennes E1 et E2

4.1.1.3.2 Raccordement électrique

Le raccordement des éoliennes au poste de livraison électrique se fait en souterrain le long des chemins existants ou créés, ou encore à travers les parcelles. Les éoliennes seront raccordées par une liaison enterrée à 100 cm de profondeur. Le poste de livraison sera ensuite raccordé, via un câble enterré, au poste source électrique de THIOT situé au nord-ouest d'Argentan le long de la route départementale RD958.

Le raccordement pourra également se faire en piquage direct sur une ligne électrique du réseau de distribution. Cette tâche sera réalisée par ENEDIS et financée par IEL ENR 156.

Le tracé sera connu précisément suite à l'obtention de la proposition technique et financière fournie par ENEDIS qui peut être demandée seulement après l'autorisation du parc éolien. Néanmoins, vous trouverez ci-après le tracé potentiel du raccordement distant d'environ 7 km et empruntant notamment un chemin d'exploitation, la route départementale RD15 et la route départementale RD958 en direction d'Occagnes.



Carte 28: Scénario potentiel de raccordement au poste source envisagé

4.1.1.4 Activité de l'installation

L'activité principale du projet éolien des Houdonnières est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.



4.1.1.5 Composition de l'installation

Le projet éolien des Houdonnières est composé de 3 aérogénérateurs et d'un poste de livraison. Chaque aérogénérateur a une hauteur de moyeu de 125 mètres et un diamètre de rotor de 150 mètres, soit une hauteur totale en bout de pale de 200 m.

4.2 Fonctionnement de l'installation

4.2.1 Principe 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 détermine 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 10 km/h et c'est seulement à partir de 12 km/h que l'éolienne peut être 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. 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 5 MW par exemple, la production électrique atteint son maximum dès que le vent atteint environ 40 km/h. L'électricité produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence 50 Hz avec une tension de l'ordre de 700 V. La tension est ensuite élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur placé dans chaque éolienne pour être ensuite injectée dans le réseau électrique public.

Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre, atteint **une vitesse moyennée sur 10 minutes** 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.

4.2.2 Principaux éléments constitutifs de l'installation

▪ **Les fondations** : le massif de fondation des éoliennes a pour but d'assurer l'ancrage de l'éolienne au sol. Il est composé de béton armé. Un insert métallique disposé au centre du massif sert de fixation pour la base de la tour. Cette structure doit répondre aux calculs de dimensionnement des massifs qui prennent en compte les caractéristiques suivantes :

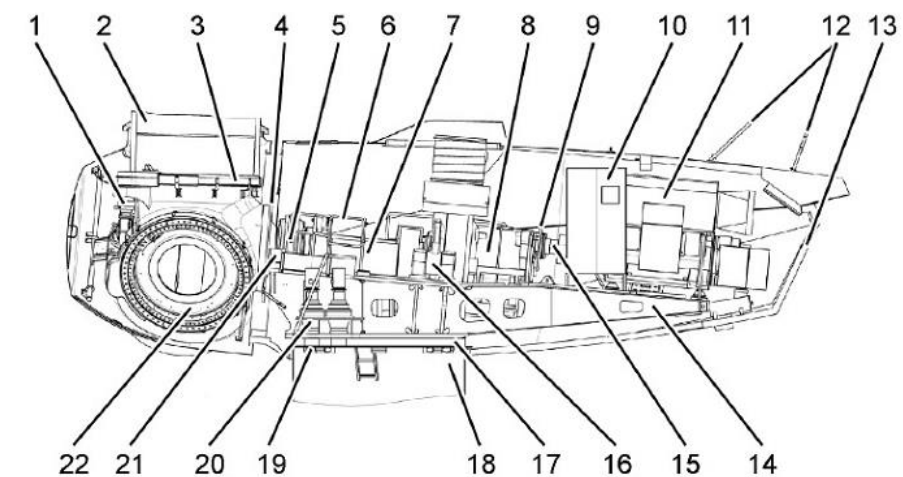
- Le type d'éolienne
- La nature des sols
- Les conditions météorologiques extrêmes
- Les conditions de fatigue

▪ **Tour / Mât** : la hauteur de la tour, ainsi que ses autres dimensions, sont en relation avec le diamètre du rotor, la classe des vents, la topologie du site et la puissance recherchée. Avant tout, la tour a une fonction de support de la nacelle mais elle permet également le cheminement des câbles électriques de puissance et de contrôle et abrite :

- Une échelle d'accès à la nacelle
- Un élévateur de personnes
- Une armoire de contrôle et des armoires de batteries d'accumulateurs (en point bas)
- Les cellules de protection électriques

▪ **Rotor et pales** : le rotor est la partie tournante externe de l'éolienne, il est composé du moyeu et des trois pales. La rotation du rotor permet de convertir l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique. Elle est transmise à la génératrice via le multiplicateur.

▪ **Nacelle** : la nacelle se situe au sommet de la tour et abrite les composants mécaniques, hydrauliques, électriques et électroniques, nécessaires au fonctionnement de l'éolienne. La nacelle est constituée d'une structure métallique habillée de panneaux composites en fibre de verre. Les éléments principaux sont disposés sur un châssis en acier qui assure le transfert des forces et charges du rotor vers la tour. La nacelle comprend également un système de ventilation et de refroidissement air/air pour les éléments qu'elle abrite. La nacelle est équipée de fenêtres de toit permettant d'accéder à l'extérieur. Elle sert également de support au balisage lumineux de l'éolienne pour l'aviation. Le schéma ci-après situe les différents éléments de la nacelle décrits précédemment.



III. 4.2 - 1: Aperçu des sous-ensembles

1	Réglage des pales	12	Mât météo
2	Pale du rotor	13	Habillage de la nacelle
3	Palier de pale du rotor	14	Support machine
4	Disque de blocage du rotor	15	Accouplement
5	Palier du rotor	16	Appui de moment
6	Porte de verrouillage du rotor	17	Palier azimuthal
7	Arbre du rotor	18	Mât tubulaire
8	Multiplicateur	19	Frein azimuthal
9	Frein de maintien du rotor	20	Moteur azimuthal
10	Cabine de la nacelle	21	Blocage du rotor
11	Génératrice	22	Moyeu du rotor

Figure 7 : Eléments constitutifs d'une éolienne



Elément de l'installation	Fonction	Caractéristiques
Mât	Supporter la nacelle et le rotor	Hauteur : 125 mètres
Fondation	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol	Près de 3 mètres d'épaisseur pour un diamètre de l'ordre de 26 mètres environ
Nacelle	Supporter le rotor Abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité	- abrite les composants mécaniques hydrauliques, électriques et électroniques, nécessaires au fonctionnement de l'éolienne ; - système de refroidissement « CoolerTop » ; - sonde de température extérieure ; - système d'orientation constitué de plusieurs dispositifs motoréducteurs ; - dispositif de contrôle de rotation de la nacelle.
Rotor / pales	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice	- Rotor de 150 mètres de diamètre
Générateur	Convertir l'énergie mécanique en énergie électrique	- type asynchrone ou synchrone ; - générateur triphasé, de type quadripolaire à rotor bobiné ; - avec alimentation électrique du stator au démarrage ; - délivre un niveau de tension de l'ordre de 700V dirigé vers le transformateur élévateur de tension.
Transformateur	Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	- élévation du niveau de tension de l'ordre de 700 V jusqu'à 20 000 V.
Poste de livraison	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public	Environ 9 mètres de longueur ; 2.5 mètres de largeur ; Environ 3.20 mètres hors tout de haut

Tableau 16 : Les principaux éléments d'un parc éolien

4.2.3 Sécurité de l'installation

Les éoliennes sont équipées du dispositif de contrôle qui assure le bon fonctionnement et l'intégrité des différents systèmes internes.

Le système de contrôle est constitué de quatre processeurs principaux interconnectés :

- Le contrôleur principal supervise l'ensemble des processeurs subordonnés ;
- Le contrôleur régule principalement la production de la génératrice ;
- Le contrôleur de production, régule principalement la production électrique délivrée sur le réseau public ;
- Le processeur situé dans le rotor ajuste et supervise principalement l'angle des pales.

En parallèle à ces systèmes de conduite et de contrôle, les machines sont équipées de dispositifs de sécurité afin de détecter tout début de dysfonctionnement et de limiter les risques liés à ceux-ci.

L'objectif est de pouvoir stopper le fonctionnement de l'éolienne en toute sécurité, même en cas de défaillance du système contrôle commande.

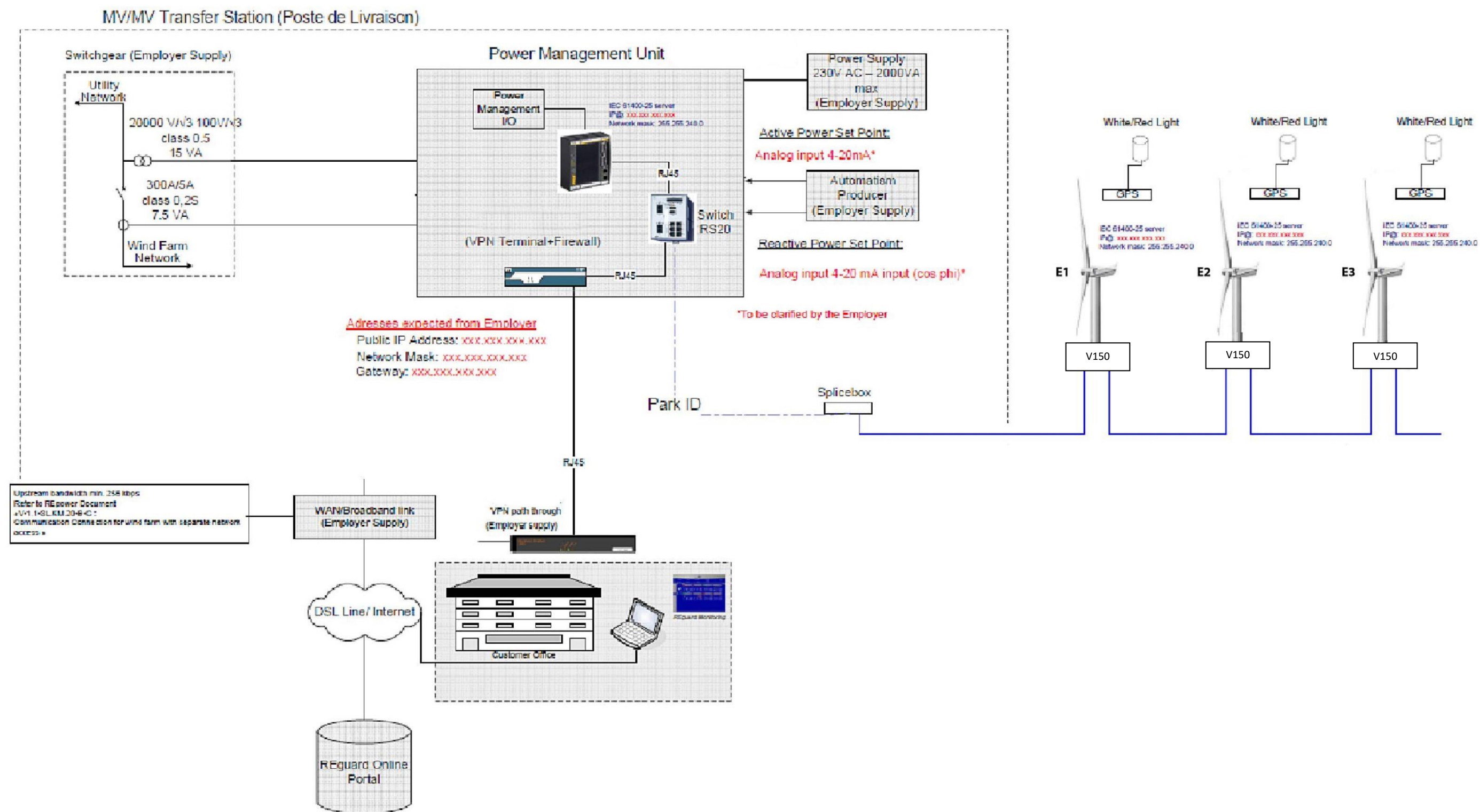


Figure 8 : Schéma du système de management à distance de l'installation



4.2.3.1 Protection de survitesse

Il est essentiel de pouvoir arrêter l'éolienne en cas de survitesse liée aux conditions atmosphériques, à la déconnexion du réseau électrique ou en cas de détection d'une anomalie (surchauffe ou défaillance d'un composant). Le système de freinage comprend un frein aérodynamique principal et un frein mécanique auxiliaire.

Le frein aérodynamique est assuré par trois pales de l'éolienne, chacune équipée de contrôleurs indépendants, de moteurs de calage et d'alimentation de secours, assurant un niveau élevé de redondance. Le freinage aérodynamique devient effectif en pivotant les pales jusqu'à la position dite en drapeau, avec la possibilité d'obtenir différentes vitesses de calage pour éviter les efforts trop importants. Chaque système de calage est complètement indépendant. En cas de perte de réseau, les moteurs de calage sont alimentés par des jeux d'accumulateurs. La force de freinage liée au réglage d'une seule pale est suffisante pour ralentir l'éolienne à une vitesse sécurisée. Le système de freinage est donc trois fois redondant.

Le système de freinage du rotor mécanique est installé sur l'arbre rapide. Il est activé en cas de défaillance partielle ou totale des systèmes de sécurité principaux et arrête le rotor conjointement au système de réglage des pales. Il est également utilisé pour immobiliser le rotor une fois celui-ci arrêté par le système de freinage aérodynamique afin de sécuriser les opérations de maintenance. Le système de freinage est conçu pour remplir la fonction « fail safe ». Cela signifie qu'en cas de dysfonctionnement d'un composant du système, l'éolienne est arrêtée en toute sécurité.

Conformément à l'article 23 de l'arrêté du 26 août 2011, chaque éolienne est dotée d'un système de détection qui permet d'alerter, à tout moment, IEL ENR 156 en cas d'incendie ou d'entrée en survitesse de l'aérogénérateur. IEL ENR 156 est 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. Le Service départemental d'incendie et de secours le plus proche est situé à Ecouché les Vallées (7km soit 9min environ).

4.2.3.2 L'incendie

La nacelle est équipée d'un détecteur de fumée ; trois détecteurs sont également implantés en pied de tour dans le local transformateur, au niveau de la plateforme d'entrée et de la plateforme convertisseur. Le déclenchement de ces détecteurs de fumée génère une alarme locale (sirène dans la nacelle et dans le tour) et une information vers le système de contrôle.

Le déclenchement des détecteurs de fumée entraîne automatique l'arrêt de l'éolienne. Vis-à-vis de la protection incendie, deux extincteurs sont présents dans la nacelle et un extincteur est disponible en pied de tour (utilisables par le personnel sur un départ de feu). Le temps de détection est de l'ordre de la seconde. IEL ENR 156 sera ainsi 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 à l'article R323-40 du code de l'énergie, chaque aérogénérateur est doté de moyens de lutte contre l'incendie appropriés aux risques et conformes aux normes en vigueur, notamment :

- d'un système d'alarme qui peut être couplé avec le dispositif mentionné à l'article 23 de l'arrêté susvisé et qui informe IEL ENR 156 à tout moment d'un fonctionnement anormal. Ce dernier est en mesure de mettre en œuvre les procédures d'arrêt d'urgence mentionnées à l'article 22 de ce même arrêté dans un délai de soixante minutes ;
- d'au moins deux extincteurs situés à l'intérieur de l'aérogénérateur, au sommet et au pied de celui-ci.

4.2.3.3 Protection contre la glace

Il existe un système de détection de glace sur les éoliennes présélectionnées, détaillé dans la fonction de sécurité n°1. Ce système permet de prévenir l'accumulation de glace sur les éoliennes et ainsi évite les risques de projection. Le délai de transmission de l'information est inférieur à 60 minutes.

4.2.4 Alertes, procédures et moyens de secours

Les dispositifs de détection et d'alerte équiperont chaque éolienne : ces dispositifs seront inspectés et maintenus en bon état lors des opérations de maintenance préventives effectuées par le constructeur. Chaque éolienne est surveillée 24h/24 par le turbinier et peut être pilotée à distance (ex : arrêt machine). Pour ce faire, les éoliennes sont équipées d'un système SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) qui permet le pilotage à distance à partir des informations fournies par les capteurs et autres dispositifs de détection. Ce dispositif SCADA assure notamment la transmission de l'alerte en temps réel en cas de panne ou de simple dysfonctionnement.

Les moyens de coupure d'urgence sont accessibles et utilisables en dehors du périmètre de sécurité. En fonction de sa position par rapport aux éoliennes (cad en dehors du périmètre de sécurité), un arrêt d'urgence peut être opéré sur site, au niveau du poste de livraison électrique. Les arrêts d'urgences peuvent être également actionnés à distance depuis un poste informatique : une coupure au niveau du poste de livraison électrique peut se faire via l'outil de supervision de l'équipement et la coupure au niveau de chaque éolienne peut être exécutée via le système SCADA.

En cas d'arrêt lié à un déclenchement de capteur de sécurité et avant de pouvoir relancer un démarrage machine, une intervention humaine sur l'éolienne est nécessaire pour examiner l'origine du défaut. Les équipes de techniciens sont réparties sur le territoire afin de pouvoir réagir rapidement. Les interventions sont toujours réalisées par une équipe d'au moins deux personnes. L'entretien des éoliennes sera garanti par un contrat de maintenance avec le constructeur de l'éolienne.

En cas de détection de défaut et quel que soit la période de la journée (7j/7), le système informatique de l'éolienne analyse l'information en temps réel et opère automatiquement, si nécessaire, un arrêt rapide de la machine. Le système édite une notification d'alerte et la transmet à l'exploitant ainsi qu'au turbinier. L'ensemble des alertes sont répertoriées dans le cadre du suivi de l'exploitation et des opérations. En cas d'alerte critique, les opérateurs d'exploitation consultent le plan de prévention édité pour chaque parc éolien et avertissent la liste des contacts concernés (ex : responsable de la société d'exploitation, responsable de l'exploitant, responsable du centre de maintenance...). Les services d'urgence compétents sont également avertis : les opérateurs d'exploitation suivent la procédure spécifiée dans le plan de prévention. Des extraits sont consultables en annexes.

En amont de la phase d'exploitation du parc, un recueil d'informations est remis aux groupes d'intervention du SDIS. Ces renseignements généraux et techniques peuvent être utilisés pour préparer et coordonner des interventions de secours. Ce document liste notamment les informations générales (nom du parc, adresse, exploitant, ACR, postes électriques, numéros de téléphone...) ainsi que les données techniques du parc éolien (hauteur machine, rayon de périmètre de sécurité, puissance électrique, présence d'EPI, plan d'évacuation et de secours, arrêts d'urgence...). Des extraits sont consultables en annexes.

Une fois sur site et si nécessaire, les services de secours peuvent accéder aux éoliennes. Un jeu de clés identifié par une affichette est laissé à disposition dans le véhicule technique d'intervention. Les équipes spécialisées du SDIS, le GRIMP, sont équipées de leurs propres matériels vérifiés et conformes : elles disposent des équipements adaptés comme par exemple les équipements antichutes.



4.2.5 Respect des principales normes applicables à l'installation

La liste des codes et standards appliqués présentés ci-après, n'est pas exhaustive (il y a en effet des centaines de standards applicables). Seuls les principaux standards sont présentés ci-après.

La norme IEC61400-1 intitulée « 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 nez, les fondations et la tour répondent au standard : IEC61400-1. Les pales respectent le standard IEC61400-1 ; 12 ; 23.

- La génératrice est construite suivant le standard IEC60034.
- La conception du multiplicateur répond 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.
- Les éoliennes répondent aux réglementations qui concernent les ondes électromagnétiques, notamment la Directive 2004/108/EC du 15 décembre 2004.
- Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air. Le traitement anticorrosion des éoliennes répond à la norme ISO 12944.

Les éoliennes 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.

Vous trouverez ci-après les solutions proposées par les constructeurs pour répondre aux autres articles de l'arrêté du 26 août 2011 relatif à la sécurité de l'installation.

- [Article. 7](#) – Le site dispose en permanence d'une voie d'accès carrossable au moins pour permettre l'intervention des services d'incendie et de secours. Cet accès est entretenu. Les abords de l'installation placés sous le contrôle d'IEL ENR 156 sont maintenus en bon état de propreté.

Les contrats de maintenance des constructeurs imposent à l'exploitation un bon état des voies d'accès. Les contrats de fourniture proposés par les constructeurs prévoient alors systématiquement la mise en place d'une voie d'accès carrossable permettant l'intervention des services d'incendie et de secours. IEL ENR 156 a donc l'obligation d'entretenir et de maintenir en bon état les chemins d'accès aux éoliennes.

Conformité : OUI

- [Article. 8](#) – L'aérogénérateur est conforme aux dispositions de la norme NF EN 61 400-1 dans sa version de juin 2006 ou CEI 61 400-1 dans sa version de 2005 ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union européenne, à l'exception des dispositions contraires aux prescriptions du présent arrêté.

L'exploitant tient à disposition de l'inspection des installations classées les rapports des organismes compétents attestant de la conformité des aérogénérateurs à la norme précitée.

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

Les constructeurs remettent à chacun de leurs clients un document appelé « Type certificate » qui atteste de la conformité de l'éolienne fournie au standard IEC 61400-1 (édition 6905). Par ailleurs, IEL ENR 156 tiendra également à la disposition de l'inspection des installations le rapport relatif au contrôle technique de construction conformément aux dispositions de l'article R.111-38 du code de la construction et de l'habitation. Ce contrôle assure la solidité des ouvrages ainsi que la sécurité des biens et des personnes.

Conformité : OUI

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

Les éoliennes respectent le standard IEC 61400-24. Le contrôle visuel des pales est inclus dans les opérations de maintenance annuelles des constructeurs.

Conformité : OUI

- [Article. 10](#) – Les installations électriques à l'intérieur de l'aérogénérateur respectent les dispositions de la directive du 17 mai 2006 susvisée qui leur sont applicables. Les installations électriques extérieures à l'aérogénérateur sont conformes aux normes NFC 15-100 (version compilée de 2008), NFC 13-100 (version de 2001) et NFC 13-200 (version de 2009). Ces installations sont entretenues et maintenues en bon état et sont contrôlées avant la mise en service industrielle puis à une fréquence annuelle, après leur installation ou leur modification par une personne compétente. La périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications des installations électriques ainsi que le contenu des rapports relatifs auxdites vérifications sont fixés par l'arrêté du 10 octobre 2000 susvisé.

Les éoliennes sélectionnées respectent la Directive européenne dite « machine » du 17 mai 2006. Les installations électriques font l'objet d'un contrôle avant la mise en service industrielle du parc éolien, puis annuellement conformément à l'arrêté du 10 octobre 2010.

Conformité : OUI

- [Article. 11](#) – Le balisage de l'installation est conforme 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 constructeur sélectionné propose un balisage conforme aux dispositions citées dans cet article.

Conformité : OUI

- [Article. 13](#) – Les personnes étrangères à l'installation n'ont pas d'accès libre à l'intérieur des aérogénérateurs. Les accès à l'intérieur de chaque aérogénérateur, du poste de transformation, de raccordement ou de livraison sont maintenus fermés à clef afin d'empêcher les personnes non autorisées d'accéder aux équipements.



PARTIE 5 – PIÈCE 2 - ÉTUDE DE DANGERS

Afin d'empêcher l'accès de toute personne non autorisée à l'intérieur de nos turbines, les portes des aérogénérateurs sont équipées de verrous. Les postes de raccordement et de livraison sont également maintenus fermés à clef.

Conformité : OUI

- **Article. 14** – Les prescriptions à observer par les tiers sont affichées soit en caractères lisibles, soit au moyen de pictogrammes sur un panneau sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur, sur le poste de livraison et, le cas échéant, sur le poste de raccordement. Elles concernent notamment :
 - les consignes de sécurité à suivre en cas de situation anormale ;
 - l'interdiction de pénétrer dans l'aérogénérateur ;
 - la mise en garde face aux risques d'électrocution ;
 - la mise en garde, le cas échéant, face au risque de chute de glace.

IEL ENR 156 installera alors les pictogrammes conformément à l'article 14.

L'affichage externe apposé sur les éoliennes et visible par les tiers consiste en un :

- affichage à l'extérieur de la tour sur le mur à gauche de la porte d'entrée, à hauteur de 1.80 m à partir de la plateforme supérieure des escaliers.
- affichage à l'extérieur de la tour sur la porte d'entrée.
- affichage à l'extérieur de la tour sur le mur à droite de la porte d'entrée, à hauteur de 1.80 m à partir de la plateforme supérieure des escaliers.
- affichage du N° de la machine à l'extérieur de la tour sur le mur en haut à droite de la porte d'entrée, à une hauteur rendant le N° visible depuis l'extérieur de la plateforme
- Un second affichage est mis en place à l'aide de panneaux aux abords des chemins d'accès aux éoliennes qui indique également :
 - l'interdiction de pénétrer dans l'aérogénérateur au personnel non autorisé
 - la mise en garde face aux risques d'électrocution
 - La mise en garde, le cas échéant, face aux risques de chute de glace

Ci-après quelques exemples de pictogrammes :



IEL ENR 156 installera les pictogrammes conformément aux conditions mentionnées dans l'article 14.

Conformité : OUI

- **Article. 15** – Avant la mise en service industrielle d'un aérogénérateur, l'exploitant réalise des essais permettant de s'assurer du fonctionnement correct de l'ensemble des équipements. Ces essais comprennent :
 - un arrêt ;
 - un arrêt d'urgence ;
 - un arrêt depuis un régime de survitesse ou une simulation de ce régime.

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

Lors de la mise en service d'une éolienne, une série de tests est réalisée afin de s'assurer du fonctionnement et de la sécurité de l'éolienne. Parmi ces tests, les arrêts simples, d'urgence et de survitesse sont effectués.

Les essais des différents arrêts sont ensuite effectués tous les ans.

Formations liées à la gestion des risques accidentels pour le personnel de maintenant et d'exploitation

L'article 15 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié indique : « *Le fonctionnement de l'installation est assuré par un personnel compétent disposant d'une formation portant sur les risques accidentels visés à la section 5 du présent arrêté, ainsi que sur les moyens mis en œuvre pour les éviter. Il connaît les procédures à suivre en cas d'urgence et procède à des exercices d'entraînement, le cas échéant, en lien avec les services de secours. La réalisation des exercices d'entraînement, les conditions de réalisations de ceux-ci, et le cas échéant les accidents/incidents survenus dans l'installation, sont consignés dans un registre. Le registre contient également l'analyse de retour d'expérience réalisée par l'exploitant et les mesures correctives mises en place.* ». Le constructeur assure la transmission des informations et forme son personnel intervenant. Le constructeur a défini des exigences minimales permettant l'accès aux éoliennes et son personnel intervenant doit entreprendre diverses formations. Les affichages informatifs et les formations sont proposés en annexes du document (page 104). Au sein du groupe IEL, le personnel qualifié de maintenance et d'exploitation est formé régulièrement. Les formations dispensées et valides sont les suivantes : Sauveteur Secouriste du Travail (SST), Habilitation électrique Haute et Basse Tensions, Travail en hauteur éolien et port EPI avec utilisation du dispositif de secours et d'évacuation de l'éolienne. Chaque parc éolien dispose d'un plan de prévention (PDP), support permettant une analyse de différentes coactivités, des situations à risques qui en découlent et des mesures de préventions à prendre. Le personnel intervenant respecte les préconisations du plan de prévention. Des extraits d'un PDP sont proposés à partir de la page 104 et illustrent l'analyse des risques ainsi que les mesures de prévention à adopter. Les procédures en cas d'accident et la mise en sécurité du site font partie intégrante du PDP : ces informations sont visibles à partir de la page 104.

Conformité : OUI

- **Article. 16** – L'intérieur de l'aérogénérateur est maintenu propre. L'entreposage à l'intérieur de l'aérogénérateur de matériaux combustibles ou inflammables est interdit.

Le maintien de la propreté des équipements fait partie intégrante des prestations réalisées par les équipes de maintenance dans le cadre des contrats de maintenance. Afin d'assurer un suivi précis, un rapport de service, intégrant des photos de l'intérieur des turbines, est réalisé après les maintenances planifiées. Aucun matériau combustible ou inflammable n'est entreposé dans les éoliennes.

Conformité : OUI



- **Article. 17** – Le fonctionnement de l'installation est assuré par un personnel compétent disposant d'une formation portant sur les risques présentés par l'installation, ainsi que sur les moyens mis en œuvre pour les éviter.

Il connaît les procédures à suivre en cas d'urgence et procède à des exercices d'entraînement, le cas échéant, en lien avec les services de secours. La caserne de pompiers la plus proche est située à Sées, à environ 10 km du parc éolien.

Le fonctionnement de l'installation est assuré par le constructeur sous contrat de maintenance avec IEL ENR 156. Les constructeurs utilisent du personnel qualifié, formé et habilité. Les techniciens disposent également de formations leur permettant de travailler en toute sécurité. Parmi ces formations : utilisation des extincteurs, habilitation au travail en hauteur, habilitations électriques.

Conformité : OUI

- **Article. 18** – Trois mois, puis un an après la mise en service industrielle, puis suivant une périodicité qui ne peut excéder trois ans, l'exploitant procède à un contrôle de l'aérogénérateur consistant en un contrôle des brides de fixations, des brides de mât, de la fixation des pales et un contrôle visuel du mât.

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

Tous ces contrôles sont effectués par le constructeur dans le cadre des contrats de maintenance établis entre IEL ENR 156 et le constructeur.

Conformité : OUI

- **Article 19** – L'exploitant dispose d'un manuel d'entretien de l'installation dans lequel sont précisées la nature et les fréquences des opérations de maintenance qui doivent être effectuées afin d'assurer le bon fonctionnement de l'installation, ainsi que les modalités de réalisation des tests et des contrôles de sécurité, notamment ceux visés par le présent arrêté.

L'exploitant tient à jour, pour son installation, un registre dans lequel sont consignées les opérations de maintenance qui ont été effectuées, leur nature, les défaillances constatées et les opérations préventives et correctives engagées.

Conformité : OUI

- **Article 20** – L'exploitant élimine ou fait éliminer les déchets produits dans des conditions propres à garantir les intérêts mentionnés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement. Il s'assure que les installations utilisées pour cette élimination sont régulièrement autorisées à cet effet. Le brûlage des déchets à l'air libre est interdit.

Conformité : OUI

- **Article 21** – Les déchets non dangereux (définis à l'article R. 541-8 du code de l'environnement) et non souillés par des produits toxiques ou polluants sont récupérés, valorisés ou éliminés dans des installations autorisées.

Les seuls modes d'élimination autorisés pour les déchets d'emballage sont la valorisation par réemploi, recyclage ou toute autre action visant à obtenir des matériaux utilisables ou de l'énergie. Cette disposition n'est pas applicable aux détenteurs de déchets d'emballage qui en produisent un volume hebdomadaire inférieur à 1 100 litres et qui les remettent au service de collecte et de traitement des collectivités.

Conformité : OUI

- **Article. 22** – Des consignes de sécurité sont établies et portées à la connaissance du personnel en charge de l'exploitation et de la maintenance. Ces consignes indiquent :
 - Les procédures d'arrêt d'urgence et de mise en sécurité de l'installation ;
 - Les limites de sécurité de fonctionnement et d'arrêt ;
 - Les précautions à prendre avec l'emploi et le stockage de produits incompatibles ;
 - Les procédures d'alertes avec les numéros de téléphone du responsable d'intervention de l'établissement, des services d'incendie et de secours.

Les consignes de sécurité indiquent également les mesures à mettre en œuvre afin de maintenir les installations en sécurité dans les situations suivantes : survitesse, conditions de gel, orages, tremblements de terre, haubans rompus ou relâchés, défaillance des freins, balourd du rotor, fixations détendues, défauts de lubrification, tempêtes de sable, incendie ou inondation.

Les consignes de sécurité mentionnées par l'arrêté qui concernent le comportement dans les éoliennes et aux alentours des éoliennes, sont établies et mises à disposition des exploitants dans les manuels d'exploitation des aérogénérateurs, remis à la mise en service des parcs éoliens.

Ces informations doivent être complétées par les informations et procédures spécifiques à l'installation. Le manuel d'exploitation contient, entre autres :

- les procédures d'arrêt d'urgence et de mise en sécurité de l'installation (ici l'éolienne)
- les dangers de situations extrêmes et les comportements à observer (survitesse, condition de gèle, incendie, orage, panne grave de l'éolienne, état de pénétration d'eau).
- Les réactions de l'éolienne dans des situations telles que l'échauffement anormal de pièce, les oscillations fortes et anormales... sont décrites et associées aux procédures d'arrêt d'urgence.
- Les limites de sécurité de fonctionnement liées aux vitesses de vent ainsi que les limites autorisées pour les interventions.

Les procédures en cas d'inondation, d'une tempête de sable ou d'un tremblement de terre sur le parc ne sont pas spécifiquement décrites, mais les procédures liées aux cas des effets de ces phénomènes sur l'éolienne (oscillations extrêmes, infiltration d'eau, vent extrême, échauffement des températures de pièces...) le sont.

Conformité : OUI

- **Article. 23** – Chaque aérogénérateur est doté d'un système de détection qui permet d'alerter, à tout moment, l'exploitant ou un opérateur en cas d'incendie ou d'entrée en survitesse de l'aérogénérateur.



L'exploitant ou un opérateur est 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 dresse la liste de ces détecteurs avec leur fonctionnalité et détermine les opérations d'entretien destinées à maintenir leur efficacité dans le temps.

Le couplage des éléments de détection de fumée et de survitesse au système SCADA permet l'envoi en temps réel d'alertes au centre de maintenance et à IEL ENR 156 permettant ainsi de transmettre l'alerte aux services d'urgence dans un délai de 15 minutes.

Conformité : OUI

- **Article 24** – Chaque aérogénérateur est doté de moyens de lutte et de prévention contre les conséquences d'un incendie appropriés aux risques et conformes aux normes en vigueur, composé a minima de deux extincteurs placés à l'intérieur de l'aérogénérateur, au sommet et au pied de celui-ci. Ils sont positionnés de façons bien visibles et facilement accessibles. Les agents d'extinction sont appropriés aux risques à combattre. Cette disposition ne s'applique pas aux aérogénérateurs ne disposant pas d'accès à l'intérieur du mât.

Conformité : OUI

- **Article 25** – Chaque aérogénérateur est 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 est mis à l'arrêt dans un délai maximal de 60 minutes. L'exploitant définit une procédure de redémarrage de l'aérogénérateur en cas d'arrêt automatique lié à la présence de glace sur les pales permettant de prévenir la projection de glace. Cette procédure figure parmi les consignes de sécurité mentionnées à l'article 22.

Lorsqu'un référentiel technique permettant de déterminer l'importance de glace formée nécessitant l'arrêt de l'aérogénérateur est reconnu par le ministre des installations classées, l'exploitant respecte les règles prévues par ce référentiel.

Cet article n'est pas applicable aux installations pour lesquelles l'exploitant démontre, notamment sur la base de données météorologiques ou de caractéristiques techniques des aérogénérateurs, que l'installation n'est pas susceptible de générer un risque de projection de glace

Conformité : OUI

- **Article 26** – L'installation est construite, équipée et exploitée de façon telle que son fonctionnement ne puisse être à l'origine de bruits transmis par voie aérienne ou solienne susceptibles de compromettre la santé ou la sécurité du voisinage. Les émissions sonores émises par l'installation ne sont pas à l'origine, dans les zones à émergence réglementée, d'une émergence supérieure aux valeurs admissibles définies dans le tableau suivant :

NIVEAU DE BRUIT AMBIANT EXISTANT dans les zones à émergence incluant le bruit de l'installation	ÉMERGENCE ADMISSIBLE POUR LA PÉRIODE allant de 7 heures à 22 heures	ÉMERGENCE ADMISSIBLE POUR LA PÉRIODE allant de 22 heures à 7 heures
Sup à 35 dB (A)	5 dB (A)	3 dB (A)

En outre, le niveau de bruit maximal est fixé à 70 dB (A) pour la période jour et de 60 dB (A) pour la période nuit. Ce niveau de bruit est mesuré en n'importe quel point du périmètre de mesure du bruit défini à l'article 2. Lorsqu'une zone à émergence réglementée se situe à l'intérieur du périmètre de mesure du bruit, le niveau de bruit maximal est alors contrôlé pour chaque aérogénérateur de l'installation à la distance R définie à l'article 2. Cette disposition n'est pas applicable si le bruit résiduel pour la période considérée est supérieur à cette limite.

Dans le cas où le bruit particulier de l'établissement est à tonalité marquée au sens du point 1.9 de l'annexe à l'arrêté du 23 janvier 1997 susvisé, de manière établie ou cyclique, sa durée d'apparition ne peut excéder 30 % de la durée de fonctionnement de l'établissement dans chacune des périodes diurne ou nocturne définies dans le tableau ci-dessus.

Lorsque plusieurs installations classées, soumises à autorisation au titre de rubriques différentes, sont exploitées par un même exploitant sur un même site, le niveau de bruit global émis par ces installations respecte les valeurs limites ci-dessus.

Conformité : OUI

- **Article 27** – Les véhicules de transport, les matériels de manutention et les engins de chantier utilisés à l'intérieur de l'installation sont conformes aux dispositions en vigueur en matière de limitation de leurs émissions sonores. En particulier, les engins de chantier sont conformes à un type homologué. L'usage de tous appareils de communication par voie acoustique (par exemple sirènes, avertisseurs, haut-parleurs), gênant pour le voisinage, est interdit, sauf si leur emploi est exceptionnel et réservé à la prévention et au signalement d'incidents graves ou d'accidents.

Conformité : OUI

- **Article 28** – I.- L'exploitant fait vérifier la conformité acoustique de l'installation aux dispositions de l'article 26 du présent arrêté. Sauf cas particulier justifié et faisant l'objet d'un accord du préfet, cette vérification est faite dans les 12 mois qui suivent la mise en service industrielle. Dans le cas d'une dérogation accordée par le préfet, la conformité acoustique de l'installation doit être vérifiée au plus tard dans les 18 mois qui suivent la mise en service industrielle de l'installation.

II.- Les mesures effectuées pour vérifier le respect des dispositions de l'article 26, ainsi que leur traitement, sont conformes au protocole de mesure acoustique des parcs éoliens terrestres reconnu par le ministre chargé des installations classées.


Conformité : OUI

4.2.6 Le poste de livraison (PDL)

Enfin, comme nous l'avons déjà évoqué, les éoliennes peuvent être arrêtées de manière autonome ou par l'action humaine. De la même manière Electricité Réseau Distribution de France (ENEDIS) peut agir sur le poste de livraison (PDL) par le biais des temporisations. C'est la convention de raccordement qui liste les informations échangées entre distributeur (ENEDIS) et exploitant (PDL) sont listées. Le PDL doit respecter les temporisations indiquées pour la mise en œuvre des protections automatiques. Ces temporisations sont vérifiées par un bureau de contrôle (Veritas, Apave, Socotec...) et testées par le personnel d'ENEDIS avant toute mise en service pour garantir la bonne communication et le bon fonctionnement des équipements avec l'agence de conduite des réseaux (ENEDIS). Ces temporisations sont définies en fonction du projet à raccorder et du réseau existant sur lequel on se raccorde.




Ci-après un extrait d'une convention de raccordement d'un projet éolien exploité par IEL Exploitation.


ELECTRICITÉ RÉSEAU DISTRIBUTION FRANCE

Information échangée		Entrée de l'équipement d'acquisition	Sortie de l'équipement d'acquisition	Objet	Durée minimale de maintien pour un échange valide	Délai maximal de mise en œuvre après échange
Libellé	Type pour l'équipement d'acquisition					
Centrale Couplée/Découplée	TSD	Relais de Tout-ou-Rien double à contact maintenu libre de potentiel	Néant	Position couplée au Réseau d'un ou plusieurs générateur(s) ou position découplée de tous les générateurs du Site	20 ms	Sans objet
ES/HS RSE	TCD + TSD	Idem ci-dessus	Relais de Tout-ou-Rien double à contact maintenu de passage libre de potentiel	Commande et position de la mise en/hors RSE de la Protection de Découplage de l'Installation de Production. La mise en RSE est préalable à l'exécution de travaux sous tension HTA sur le raccordement. L'information de position est activée en permanence, la commande mise en RSE à distance est prioritaire sur la commande par clé.	50 ms	100 ms
ES/HS Téléaction	TCD + TSD	Idem ci-dessus	Idem ci-dessus	Commande et position de la mise en/hors service de la téléaction des protections de type 1.4. La mise en HS de la téléaction est utilisée en cas de reprise de l'Installation par un autre départ HTA.	50 ms	100 ms

En outre, la convention de raccordement détaille les différentes protections électriques qui doivent être respectées par IEL Exploitation. A titre d'information, vous trouverez ci-après des extraits d'une convention de raccordement qui établit les engagements liés aux protections électriques par IEL Exploitation.


ELECTRICITÉ RÉSEAU DISTRIBUTION FRANCE

ANNEXE 5

DESCRIPTIF TECHNIQUE DETAILLE DU(DES) POSTE(S) DE LIVRAISON

Une liste des principaux matériels avec leurs nomenclatures et caractéristiques est établie par Poste de Livraison :

- Bâtiment poste ou enveloppe du poste : dimensions, accessoires de sécurité, équipement de base (terres, auxiliaires, éclairage, affiches, kits de rechange), données environnementales, aérations, portes et serrurerie
- Liste et gamme des Unités Fonctionnelles (UF)
- Cellule transformateurs de mesure :
 - type et calibre fusibles HTA,
 - transformateur de tension : type, marque, U1n , U2n, puissance de précision, classe (par enroulement), nature, section et longueur de filerie derrière chaque enroulement
 - type et calibre fusibles BT
- Cellule protection transformateur : type et calibre fusible, motorisation
- Cellule disjoncteur
 - transformateur de courant : type, marque, I1n, I2n; puissance de précision, classe (par enroulement), type et calibre fusibles, nature, section et longueur de filerie derrière chaque enroulement
- Motorisation : cellules motorisées, type de motorisation
- Protection C13-100
 - type et marque du relais pour fonction ampèremétrique
 - type et marque du relais pour fonction PWH
- Protection de découplage
 - type et marque des relais
- Alimentation auxiliaire
 - type, marque, tension, capacité, estimatif de la charge moyenne

Enfin, avant la mise en service du parc éolien, un bureau de contrôle vérifie le bon fonctionnement du parc éolien sur le PDL. ENEDIS n'accepte donc pas l'injection du courant électrique sur son réseau, si IEL Exploitation ne fournit pas le rapport de contrôle vierge de toutes remarques. Ce rapport est donc obligatoire et établi par un organisme de contrôle de type Socotec ou Veritas. Ci-après un extrait du document avant la mise sous tension du parc éolien, disponible suite à la signature de la convention de raccordement.

■ **M'ENGAGE A :**

- remettre au préalable aux services du distributeur la ou les attestations de conformité concernant ces installations électriques (décret 2003-229 du 13/03/2003).
- respecter les prescriptions réglementaires en vigueur.
- Ne pas faire d'essais d'injection pendant cette période. Les essais d'injection ne pourront être effectués qu'après la fourniture du consuel de l'installation ou le rapport de vérification de l'organisme de contrôle vierge de toutes remarques au distributeur et après demande et accord du Distributeur, lorsque les conditions requises sont obtenues et après prise de contact avec le chargé de conduite du réseau de permanence à l'Agence de Conduite Régionale identifié dans la convention d'exploitation.

Rappelons que la convention de raccordement est signée entre ENEDIS et IEL Exploitation 96 une fois l'obtention des autorisations administratives. La convention n'est pas disponible lors du dépôt du dossier ICPE en Préfecture.

4.3 Opérations de maintenance de l'installation

Les éoliennes sont des équipements de production d'énergie qui sont disposés à l'écart des zones urbanisées et qui ne nécessitent pas de présence permanente de personnel. Bien que certaines opérations nécessitent des interventions sur site, les éoliennes sont surveillées et pilotées à distance.

Pour cela, les installations sont équipées d'un système SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) qui permet le pilotage à distance à partir des informations fournies par les capteurs. 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 (en cas de vent faible, de vent fort, de température extérieure trop élevée ou trop basse, de perte du réseau public...).

Par contre, en cas d'arrêt lié à un déclenchement de capteur de sécurité une intervention humaine sur l'éolienne est nécessaire pour examiner l'origine du défaut avant de pouvoir relancer un démarrage.

En cas d'intervention, des équipes de techniciens sont réparties sur le territoire afin de pouvoir réagir rapidement. Les interventions sont toujours réalisées par une équipe d'au moins deux personnes.

Afin d'assurer la sécurité des équipes intervenantes, un dispositif de prise de commande locale de l'éolienne est disposé en partie basse de la tour. Ainsi, lors des interventions sur l'éolienne, les opérateurs basculent ce dispositif sur « commande locale » ce qui interdit toute action pilotée à distance. Au-delà de certaines vitesses de vent, les interventions sur les équipements ne sont pas autorisées.



4.3.1.1 Entretien préventif du matériel

Vous trouverez ci-après les principales opérations de maintenance à effectuer sur les éoliennes.

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	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
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 aérien	Vérification du bon fonctionnement du balisage aérien et inspection visuelle du capteur de vitesse de vent.
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

Tableau 17 : Tableau des opérations de maintenance

*Ces vérifications sont effectuées au bout de trois mois, puis d'un an de fonctionnement, puis tous les trois ans, conformément à l'arrêté du 26 août 2011. 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.



Inspection après chaque année de fonctionnement

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
	Remplissage du distributeur de graisse
Système de transfert de courant foudre Moyeu / nacelle	Vérification du câble connectant les bandes anti-foudre
	Vérification des amortisseurs d'usure
	Vérification des bandes anti-foudre
Système d'inclinaison des pales	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
	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
Système de freinage	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
	Vérification du câblage des capteurs d'usure et de chaleur
Générateur	Remplacement des plaquettes de freins tous les 7 ans
	Vérification du bruit des roulements
	Vérification du système de graissage automatique
Générateur	Vérification su 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)
Onduleur	Contrôle des flux et de la pression
	Vérification de la pression dans le système de frein
	Vérification du bon fonctionnement de l'onduleur
	Remplacement des différents filtres des ventilateurs
	Remplacement des différents ventilateurs tous les 5 ans
Capteur de vent et balisage aérien	Remplacement de la batterie tous les 5 ans
Nacelle	Inspection visuelle du capteur de vitesse de vent et du bon fonctionnement du balisage.
	Changement des filtres à air
Tour	Changement des batteries des processeurs
	Changement des filtres de ventilation contaminés
Système de détection électrique	Maintenance de l'élèveur de personnes
Système d'orientation nacelle (Yaw System)	Test du capteur de détection d'arc électrique du jeu de barres et dans la salle du transformateur
	Lubrification de la Couronne d'orientation
Armoire de contrôle en pied de tour	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
Sécurité générale	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)
Sécurité générale	Vérification du système antichute

Tableau 18 : Tableau des opérations de maintenance supplémentaire



4.3.1.2 Contrôles réglementaires périodiques

Les contrôles réglementaires concernent les installations électriques, les équipements et accessoires de levage ou les équipements sous pression (accumulateurs hydropneumatiques). Ils sont réalisés par des organismes agréés. Le matériel incendie est contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur.

4.3.1.3 Maintenance curative

Il s'agit des opérations de maintenance réalisées suite à des défaillances de matériels ou d'équipements (ex : remplacement d'un capteur défaillant, ajout de liquide de refroidissement faisant suite à une fuite, ...). Ces opérations sont faites à la demande, dès détection du dysfonctionnement, de façon à rendre l'équipement à nouveau opérationnel.

4.3.2 Stockage et flux de produits dangereux

L'activité de production d'électricité par les éoliennes ne consomme pas de matières premières, ni de produits pendant la phase d'exploitation (hormis certaines graisses et huiles de transmission). De même, cette activité ne génère pas de déchets, ni d'émission atmosphérique, ni d'effluent potentiellement dangereux pour l'environnement. Les produits identifiés dans le cadre du projet éolien sont utilisés pour le bon fonctionnement des éoliennes, leur maintenance et leur entretien :

- Produits nécessaires au bon fonctionnement des installations : huile hydraulique (250 litres environ), huile de lubrification du multiplicateur (1170 litres environ), eau glycolée (400 litres), graisses pour les roulements et les systèmes d'entraînement, hexafluorure de soufre (entre 1,5 et 2,15 kg). Une fois usagés, ces produits sont traités en tant que déchets industriels spéciaux. Les huiles hydrauliques et de lubrification sont analysées tous les ans et sont remplacées si les résultats d'analyse ne sont pas conformes.
- Produits de nettoyage et d'entretien des installations (dégraissants, nettoyeurs...) et les déchets industriels banals associés (pièces usagées non souillées, cartons d'emballage...).

L'exploitation du parc éolien implique l'utilisation de graisse pour les circuits de lubrification. Celle-ci sera collectée une fois usagée. En cas de nécessité, la base de la nacelle est prévue pour accueillir toute fuite accidentelle de liquide. Comme affirmé précédemment, les produits identifiés dans le cadre du projet éolien sont utilisés pour le bon fonctionnement des éoliennes, leur maintenance et leur entretien. Les produits nécessaires au bon fonctionnement des installations (notamment les huiles et les graisses), une fois usagés, seront traités en tant que déchets industriels spéciaux. Les produits de nettoyage et d'entretien des installations (dégraissants, nettoyeurs...) et les déchets industriels banals associés (pièces usagées non souillées, cartons d'emballage...) seront triés à la source avant leur acheminement vers les unités de traitement collectif spécialisées. Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011, aucun matériel inflammable ou combustible ne sera stocké dans les éoliennes du projet éolien des Houdonnières.

4.4 Fonctionnement des réseaux de l'installation

Une alimentation électrique est nécessaire notamment pour :

- le fonctionnement de certains équipements (moteurs d'orientation de la nacelle, pompe du groupe hydraulique ou des systèmes de refroidissement, ventilateurs, élévateur de personnes, ...)
- l'excitation de la génératrice

- le contrôle commande
- l'éclairage

Cette énergie est fournie soit par l'éolienne elle-même, soit par le réseau électrique lors des phases d'arrêt de l'éolienne.

A noter qu'une seule liaison électrique relie l'éolienne au réseau public, cette liaison fonctionnant en alimentation du réseau lors du fonctionnement de l'éolienne et en retour depuis le réseau lors des phases d'arrêt.

Des onduleurs (ou UPS, Uninterruptible Power Supply) sont utilisés pour assurer temporairement l'alimentation des balisages lumineux et des systèmes de commande en cas de perte du réseau d'alimentation public. Ces systèmes permettent notamment de pallier les dysfonctionnements liés aux microcoupures électriques.

En cas de perte d'alimentation, l'éolienne est rapidement mise en sécurité avec un arrêt progressif du rotor. L'alimentation du balisage aérien est prévue pour une durée minimum de 12 heures.

Il faut également noter que le câblage téléphonique est installé en souterrain sous les chemins d'accès et ce à une profondeur approximative d'un mètre.

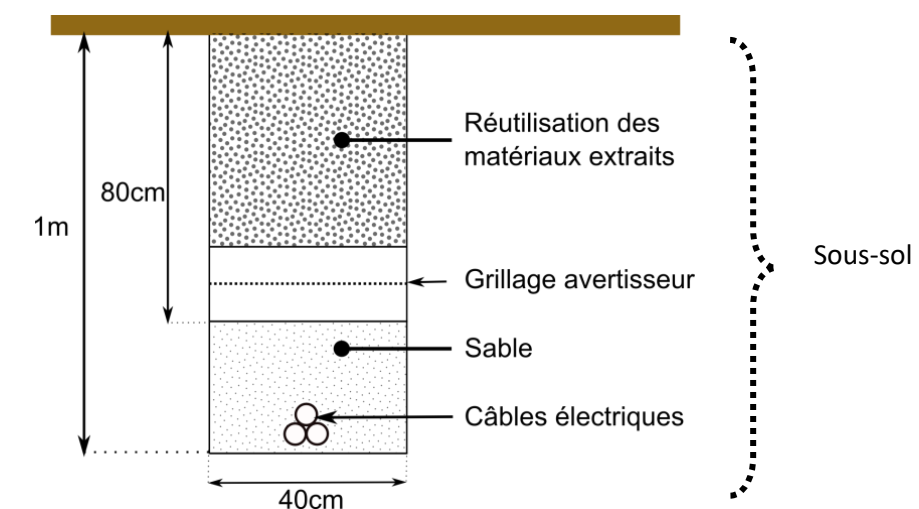


Figure 9 : Schéma du câblage enterré

4.4.1 Raccordement électrique

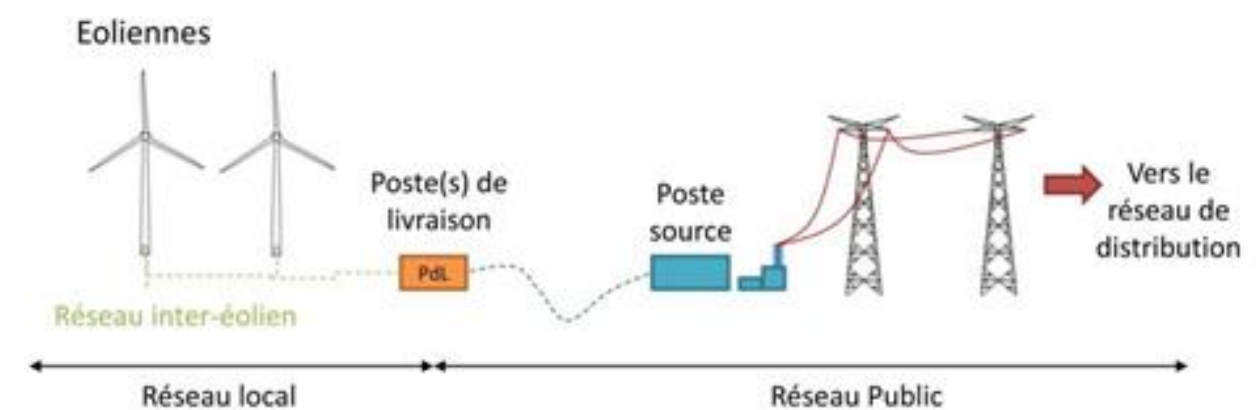


Figure 10 : Raccordement électrique des installations



▪ Réseau inter-éolien

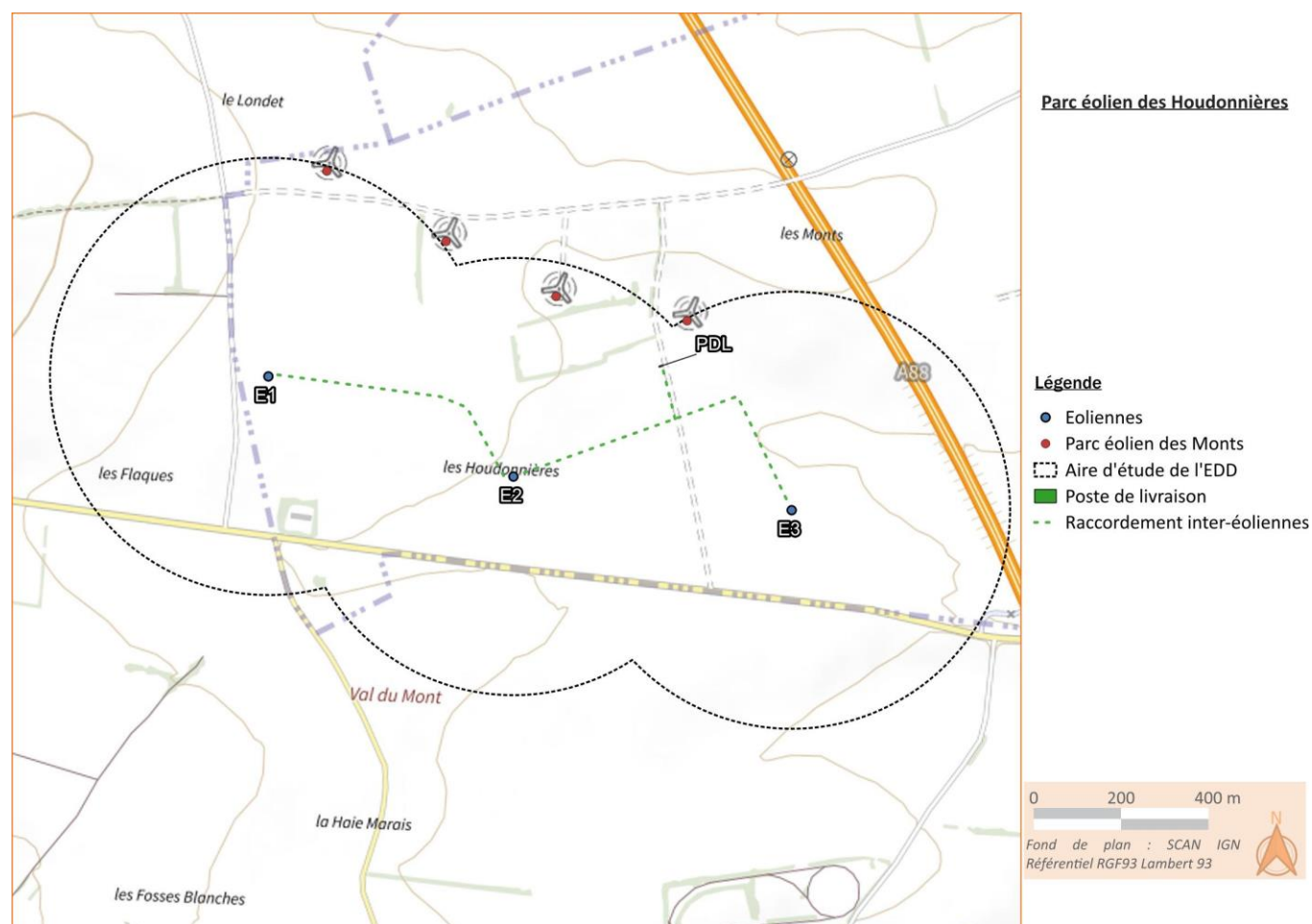
Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, intégré dans le mât de chaque éolienne, au point de raccordement avec le réseau public. Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance. Ces câbles constituent le réseau interne de la centrale éolienne, ils sont tous enfouis à une profondeur minimale de 100 cm.

▪ 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.

▪ Réseau électrique externe

Le réseau électrique externe relie le poste de livraison avec le poste source (réseau public de transport d'électricité) ou au lieu d'injection en piquage. Ce réseau est réalisé par le gestionnaire du réseau de distribution (généralement ENEDIS- Électricité Réseau Distribution France). Il est lui aussi entièrement enterré.



Carte 29 : Tracé du raccordement inter-éoliennes

4.4.2 Autres réseaux

Le projet éolien des Houdonnières ne comporte aucun réseau d'alimentation en eau potable ni aucun réseau d'assainissement. De même, les éoliennes ne sont reliées à aucun réseau de gaz.



SECTION 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, seront traitées dans l'analyse de risques.

5.1 Potentiels de dangers liés 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 projet éolien des Houdonnières 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 ou combustible n'est stocké dans les aérogénérateurs ou le(s) poste(s) de livraison.

5.2 Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation

Les dangers liés au fonctionnement du projet éolien des Houdonnières 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
- Court-circuit 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 mécanique	d'énergie 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 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 19 : Tableau des potentiels dangers liés au fonctionnement de l'installation

5.2.1 Réduction des potentiels de dangers à la source

5.2.1.1 Principales actions préventives

Cette partie explique les choix qui ont été effectués par le porteur de projet au cours de la conception du projet pour réduire les potentiels de danger identifiés et garantir une sécurité optimale de l'installation.

Plusieurs raisons expliquent le choix du site d'implantation ; ce site permet en effet un éloignement significatif des éoliennes par rapport aux enjeux humains, matériels, patrimoniaux et naturels. Pour définir l'implantation des éoliennes nous avons pris en compte :

- Une distance de plus de 1000 mètres minimum par rapport aux habitations les plus proches ;
- Une marge de recul de 200 mètres (hauteur hors-tout de l'éolienne) minimum par rapport aux voies de circulation à savoir l'autoroute A88 et la route départementale (RD 15) ;
- Une marge de recul d'au moins 75 mètres (rayon d'une pale d'éolienne) par rapport aux routes et chemins communaux ;
- Un positionnement des éoliennes au nord de la RD15 pour éviter les enjeux environnementaux et patrimoniaux avec le manoir de Pommereux ;
- Un objectif de densification du parc existant actuellement exploité par le groupe IEL.

En somme, l'éloignement aux hameaux et les caractéristiques intrinsèques du site permettent d'écarter les éoliennes de ces enjeux. Ainsi les potentiels de dangers sont réduits.

Les dangers des équipements sont principalement dus au caractère mobile de ceux-ci (pièces en rotation) et à leur situation (à plusieurs dizaines de mètres au-dessus du sol). Ceci peut entraîner des chutes ou projection de pièces au sol.

Un autre danger est lié à la présence d'installations électriques avec des tensions élevées (jusqu'à 20 000 volts), dont le dysfonctionnement peut être à l'origine d'incendies.

Les équipements qui constituent à ce jour l'éolienne sont tous indispensables à son fonctionnement. Il n'est donc pas possible à priori de les substituer.



Les modèles d'éoliennes présélectionnés disposent :

- de pales en matériaux composites, plus légères et moins sujettes aux phénomènes de fatigue ;
- d'un dispositif d'orientation des pales permettant de fonctionner par vent faible et de diminuer les contraintes par vent fort ;
- d'un dispositif aérodynamique d'arrêt en cas de survitesse ;
- de dispositifs de surveillance des dysfonctionnements électriques (détecteur d'arcs notamment).

5.2.1.2 Utilisation des meilleures techniques disponibles

La directive 2010/75/UE relative aux émissions industrielles, directive IED, a pour objectif de parvenir à un niveau élevé de protection de l'environnement grâce à une prévention et à une réduction intégrée de la pollution provenant des activités industrielles et agricoles.

La directive n°2010/75/UE du 24 novembre 2010 dite Directive IED (Industrial Emissions Directive) est destinée à s'appliquer à certaines catégories spécifiques d'ICPE soumises à Autorisation et le résultat de la fusion de la directive IPPC avec 6 autres directives européennes.

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

5.3 Analyse des retours 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 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.

5.3.1 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 projet éolien des Houdonnières. 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).

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 :

- Rapport du Conseil Général des Mines (juillet 2004)
- Base de données ARIA du Ministère du Développement Durable
- Communiqués de presse du SER-FEE et/ou des exploitants éoliens
- Site Internet de l'association « Vent de Colère »
- Site Internet de l'association « Fédération Environnement Durable »
- Articles de presse divers
- Données diverses fournies par les exploitants de parcs éoliens en France

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 (sources citées ci-dessus) 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 37 incidents a pu être recensé entre 2000 et début 2012 (voir tableau détaillé en annexe). Ce tableau de travail a été validé par les membres du groupe de travail précédemment mentionné.

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 2011. 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.

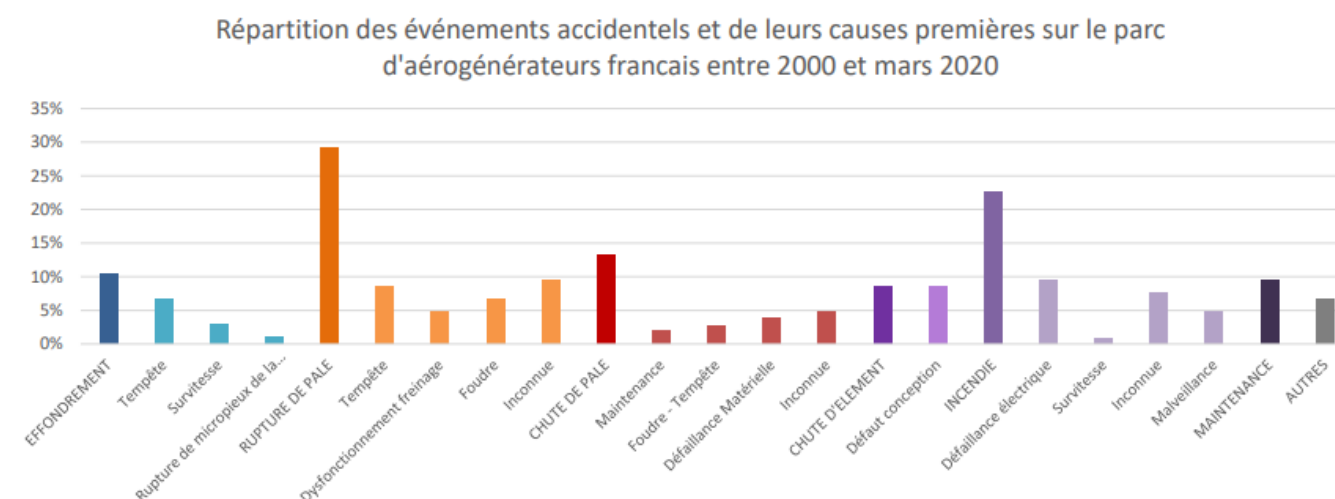


Figure 11 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateurs français entre 2000 et 2011 - Données 2000 à 2011 issues du guide de l'INERIS dans sa version de 2012, complétée avec la base de données ARIA (BARPI) jusqu'en mars 2020.

Par ordre d'importance, les accidents les plus recensés sont les ruptures de pale, les effondrements, les incendies, les chutes de pale et les chutes des autres éléments de l'éolienne. La principale cause de ces accidents est les tempêtes. Depuis 2011, de nouveaux événements ont été identifiés soit dans la base de données ARIA, soit dans la presse locale ; ces nouveaux événements se trouvent dans le tableur suivant.



PARTIE 5 – PIÈCE 2 - ÉTUDE DE DANGERS

Type d'accident	Date	Nom du parc	Départ.	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Maintenance	06/02/2012	Lehaucourt	Aisne	10	2007	Oui	Blessure par arc électrique (690 V) de deux techniciens de maintenance intervenant dans la nacelle d'une éolienne.			Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Rupture de pale	18/05/2012	Chemin d'Ablis	Eure et Loire	2	2008	Oui	Chute d'une pale au pied d'une éolienne sans projection d'éléments. Aucun blessé, aucun dégât	Défaillance du matériau à l'accroche de la pale	Articles de presse / Interne constructeur	
Chute d'éolienne	30/05/2012	Port La Nouvelle	Aude	0,2	1991	Non	Chute de l'éolienne	Tempête/éolienne en treillis de 30 m	http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr	Non utilisable directement dans l'étude de dangers car éolienne en treillis
Chute d'éléments d'éolienne	1/11/2012	Vieillespesse	Cantal	2,5	2011	Oui	Un élément de 400 g constitutif d'une pale d'éolienne est projeté à 70 m du mât, à l'intérieur de la parcelle clôturée du parc de 4 aérogénérateurs		http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr	
Incendie Chute de pale	05/11/2012	Sigean	Aude	0,66	2000	Non	Un feu se déclare vers 17 h sur une éolienne de 660 kW au sein d'un parc éolien	Incendie électrique	http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr	
Chute de pale	06/03/2013	Conilhac-de-la-Montagne	Aude	Non communiqué	Non communiqué	Non communiqué	Une pale s'est décrochée et a percuter le mât	Problème de fixation	http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr	
Incendie Chute de pale	17/03/2013	Neuvy	Marne	2,5	2011	Oui	Feu dans la nacelle d'une éolienne. Une des pales tombe au sol, une autre menace de tomber. Des pompiers spécialisés dans l'intervention en milieu périlleux éteignent le feu en 1 h. 450 l d'huile de boîte de vitesse s'écoulent, conduisant l'exploitant à faire réaliser une étude de pollution des sols.	Défaillance électrique	http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr	
Maintenance	01/07/2013	Cambon et Salvergues	Hérault	1,3	2006	Oui	Au cours d'une opération de maintenance dans le hub d'une éolienne (nez qui sert de local technique), un opérateur est blessé par la projection d'une partie amovible de l'équipement sur lequel il intervient		http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Maintenance	03/08/2013	Moréac	Morbihan	2	2010	Oui	Une nacelle élévatrice utilisée pour une intervention de maintenance sur une éolienne perd 270 l d'huile hydraulique. Le produit pollue le sol sur 80 m². 25 t de terres polluées sont excavées et envoyées en filière spécialisée.		http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Incendie	09/01/2014	Antheny	Ardennes	2,5	2013	Oui	Incendie d'une des éoliennes	Incendie électrique	Articles de presse	



PARTIE 5 – PIÈCE 2 - ÉTUDE DE DANGERS

Type d'accident	Date	Nom du parc	Départ.	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Chute de pale	20/01/2014	Sigean	Aude	0,66	2000	Non	Une des éoliennes d'un parc s'arrête automatiquement à 3h09 à la suite d'un défaut « vibration ». Sur place à 9h30, les techniciens de maintenance (assurée par le fabricant des éoliennes) retrouvent une pale de 20 m au pied du mât. Les 2 autres pales sont toujours en place.	L'expertise identifie la cause directe de la chute de la pale : des fissures sont détectées sur la pièce en aluminium appelée « alu ring », située à la base de la pale.	http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr	
Chute de pale	14/11/2014	Saint-Cirgues-en-Montagne	Ardèche	2	2011	Oui	La pale d'une éolienne chute vers 15h10 lors d'un orage. Des rafales de vent atteignent les 130 km/h. L'élément principal chute au pied de l'éolienne, mais certains débris sont projetés à 150 m.		http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr	
Chute de pale	05/12/2014	Fitou	Aude	1.3	2007	Oui	A leur arrivée dans un parc éolien, des techniciens de maintenance constatent que l'extrémité d'une pale d'une éolienne est au sol. Il s'agit d'une des 2 parties de l'aérovein de la pale. Cette partie, en fibre de verre, mesure 3 m de long. Elle est retrouvée à 80 m du mât. La seconde partie de l'aérovein constitue sa partie mécanique interne. Ces éléments là sont encore en place sur la pale. L'éolienne est arrêtée et mise en sécurité, la pale endommagée vers le bas.	L'exploitant effectue une inspection visuelle des pales des 8 autres éoliennes du parc. En première approche, l'exploitant attribue l'incident à une défaillance matérielle ou à un décollage sur les plaques en fibre de verre. Les morceaux récupérés au sol sont envoyés au centre de maintenance de l'exploitant pour expertise	http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr	
Incendie	29/01/2015	Remigny	Aisne	2.3	2015	Oui	A 6h25 un feu se déclare dans une éolienne. Celle-ci est automatiquement mise à l'arrêt sur alarme du détecteur de fumée. Sur place à 7h30, des employés constatent la présence de flammes et de fumée. Ils alertent les pompiers. A cause des fumées, ces derniers ne parviennent pas à approcher de la source de l'incendie. Ils doivent attendre leur dissipation. A 9h20 ils réussissent à progresser dans l'éolienne et éteignent l'incendie	Les dommages matériels sont estimés à 150 k€. Les 1 500 l d'eau utilisés pour le nettoyage sont pompés. Un défaut d'isolation au niveau des connexions des conducteurs de puissance serait à l'origine du sinistre. Le câble mis en cause assure la jonction entre la base et le haut de la tour. Ce défaut aurait provoqué un arc électrique entre 2 phases ce qui aurait initié l'incendie. L'éolienne n'était pas encore en exploitation, mais en phase de test.	http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr	Non car éolienne non mise service/en phase de test lors de l'incident
Incendie	06/02/2015	Lusseray	Deux-Sèvres	2	2011	Oui	Vers 15h30, un feu se déclare dans une éolienne, au niveau d'une armoire électrique où interviennent 2 techniciens. Ces derniers éteignent l'incendie avec 2 extincteurs. L'éolienne est hors service le temps des réparations.		http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr	



PARTIE 5 – PIÈCE 2 - ÉTUDE DE DANGERS

Type d'accident	Date	Nom du parc	Départ.	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Chute de pale	13/11/2015	Menil la Horgne	Meuse	1,5	2007	Oui	Chute du rotor et des trois pales	Actuellement Inconnue	http://www.estrepublicain.fr/edition-de-bar-le-duc/2015/11/13/parc-eolien-trois-pales-et-un-rotor-chutent-de-leur-mat-a-menil-la-horgne-(meuse)	
Chute de pale	18/03/2016	Dinéaul	Finistère	0,3	2002	Non	Pales brisées	Actuellement Inconnue	Ouest-France.fr	
Chute de pale	Mars 2016	Lohuec	Côtes d'Armor	0.85	2009	Oui	Chute d'une pale	Actuellement Inconnue	http://www.lechodelargoat.fr/2016/04/08/la-pale-d-une-eolienne-se-detache-et-s-ecrase-au-sol/	
Bris de pale	18/01/2017	Nurlu	Somme	2	2010	Oui	Bris d'une pale et projection d'éléments	Actuellement inconnue	http://m.courrier-picard.fr/region/une-pale-d-une-eolienne-s-arrache-et-se-brise-au-sol-ia201b0n918452#.WIEYFCwdmqE.email	
Bris de pale	27/02/2017	Lavallée	Meuse	2	2012	Oui	Bris d'une pale (7m)	la société exploitant le parc de Nélausa a mis en cause « le passage d'une tempête sur le territoire français » à cette période	https://www.estrepublicain.fr/edition-de-bar-le-duc/2017/06/20/chute-de-pale-et-debut-de-polemique	
Incendie	06/06/2017	Allonnes, Beauvilliers	Eure-et-Loir	3	2014	Oui	Un moteur d'éolienne a pris feu ce mardi 6 juin 2017, à Allonnes. Elle a été totalement détruite par l'incendie. Aucun blessé n'est à déplorer	Actuellement inconnue	https://www.lechorepublicain.fr/beauvilliers/faits-divers/2017/06/06/une-eolienne-detruite-par-le-feu-pres-de-voves_12432541.html	
Chute de pale	29/06/2017	Monchel-sur-Canche Conchy-sur-Canche	Pas-de-Calais	1,6	2007	Oui	Chute d'une pale sur l'une des éoliennes	Actuellement inconnue	NA	
Bris de pale	03/08/2017	Priez	Ainse	2	2017	Oui	Bris d'une pale	Actuellement inconnue	http://www.lunion.fr/archive/recup/46186/article/2017-08-24/les-eoliennes-l-arret-dans-le-sud-de-l-aisne	
Chute d'éolienne	01/01/2018	Bouin	Vendée	2,4	2003	Oui	Effondrement d'une éolienne	Disfonctionnement technique et erreur humaine pendant la tempête Carmen	https://www.ouest-france.fr/pays-de-la-loire/challans-85300/info-ouest-france-eolienne-tombée-bouin-les-raisons-de-la-chute-5569557	
Bris de pale	10/04/2018	Dio-et-Valquières	Hérault	1,6	2006	Oui	une pale- s'est complètement brisée sur l'une des sept éoliennes du parc implanté sur le site isolé de <i>Lou Pioch</i> , à Dio-et-Valquières, une petite commune rurale située au sud-ouest de Lodève, entre le lac du Salagou et Bédarieux, dans les hauts cantons de l'Hérault	Hypothèse : un orage de pluie et de grêle avec de violentes rafales de vent ayant pu atteindre les 120 km/h, voire les 150 km/h aurait frappé cette zone, ce qui peut expliquer que cette pale ait été tordue et brisée.	https://e-metropolitain.fr/2018/05/02/rarissime-helice-dune-eolienne-brisee-a-dio-valquieres/	
Chute d'éolienne	06/11/2018	Guigneville	Loiret	3	2010	Oui	Effondrement d'une éolienne	Actuellement inconnue	https://www.larep.fr/guigneville/faits-divers/2018/11/06/une-eolienne-s-est-effondree-dans-le-pithiverais_13043015.html	



PARTIE 5 – PIÈCE 2 - ÉTUDE DE DANGERS

Type d'accident	Date	Nom du parc	Départ.	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Bris de pale	19/11/2018	Ollezy	Aisne	2,4	2012	Oui	un bout d'une pale d'une des éoliennes du parc d'Ollezy est tombé en plein champ, ne causant aucune victime. Du côté de Green Solver, l'exploitant du parc, on annonce qu'une expertise va être menée afin de connaître les raisons « de cet incident extrêmement rare. Actuellement, le parc est à l'arrêt, un balisage et un gardiennage vont être mis en place afin de sécuriser les lieux	Actuellement inconnue	https://www.lejournaldeham.fr/2018/11/19/ollezy-une-pale-deoliennes-se-retrouve-a-terre/?fbclid=IwAR0wzVMKJnFLKXMP8b5jHg0w00mdVNnIPzAMe1AdsPpl_-W2K63tAl0lrHs	
Incendie	03/01/2019	La Limouzière	Loire Atlantique	2	2010	Oui	Le feu a pris à une cinquantaine de mètres de hauteur, dans le moteur de l'une des six éoliennes d'un parc situé sur la commune de La Limouzinière en Loire-Atlantique. L'incendie n'a pas provoqué de déformation de la structure. Aucun blessé n'est à déplorer.	Actuellement inconnue	https://france3-regions.francetvinfo.fr/pays-de-la-loire/loire-atlantique/nantes/limouziniere-sud-nantes-moteur-eolienne-prend-feu-1600571.html	
Bris de mât	23/01/2019	Campeaux	Oise	1		Oui	Suite à une coupure du réseau haute tension, la mise en drapeau normale des pales d'une des deux éoliennes de Boutavent. Cette machine s'est arrêtée conformément aux procédés de sécurité et aux maintenances préventives régulièrement effectuées. Hélas, pour une raison encore inconnue, les pales de l'autre éolienne sont restées en position de production, alors que le générateur ne les ralentissait plus. La survitesse a fait qu'une des pales s'est délaminee provoquant un balourd suffisant pour fatiguer le mât	Actuellement inconnue	http://www.courrier-picard.fr/161828/article/2019-01-23/le-mat-dune-eolienne-se-plie-en-deux	
Eolienne en feu	25/06/2019	Ambon	Morbihan	1.6	2008	Oui	Une éolienne, d'une hauteur de 80 m, est actuellement en feu près de la RN 165. L'incendie s'est déclaré dans la machinerie, tout en haut de la structure	Actuellement inconnue	https://www.ouest-france.fr/bretagne/ambon-56190/en-images-une-eolienne-prend-feu-dans-le-morbihan-les-pompiers-sur-place-6415727	
Fumée	29/02/2020	Boisbergues	Somme		2015	Oui	les pompiers ont été alertés suite au dégagement d'une importante fumée d'une des éoliennes du parc de la société Windpower, implantée sur la commune de Boisbergues (direction Bernaville	Aucun feu n'a été constaté, la fumée a en fait été causée par de l'huile tombée sur un câble chaud	https://www.courrier-picard.fr/id72193/article/2020-02-29/des-fumees-sechappent-dune-eolienne-boisbergues	
Eolienne en feu	24/03/2020	Flavin	Aveyron	2	2010	Oui	C'est un agriculteur riverain des lieux du sinistre qui a donné l'alerte après avoir vu les flammes s'échappant de la génératrice de l'engin, à 67 mètres de hauteur. Du fait de l'impossibilité, pour les sapeurs-pompiers, d'arroser cette dernière, les opérations ont consisté à établir un périmètre de sécurité, pour prévenir tout risque lié à une éventuelle chute de la génératrice voire d'effondrement, sous l'effet de la chaleur, de la structure métallique	Actuellement inconnue	https://www.ladepeche.fr/2020/03/24/aveyron-une-eolienne-en-feu-pres-de-rodez,8816440.php	
Pale endommagée	30/04/2020	Plouarzel	Finistère	0.85	2007	Oui	Ce jeudi 30 avril, une pale d'éolienne du parc des Deux-Croix en Plouarzel (29) a présenté une pliure inquiétante, laissant penser qu'elle pourrait casser et tomber au sol. De forts craquements sont, par ailleurs, audibles à 300 m, voire plus, de l'éolienne	Actuellement inconnue	https://www.letelegramme.fr/finistere/plouarzel/une-pale-severement-endommagee-au-parc-eolien-a-plouarzel-30-04-2020-12545960.php	



PARTIE 5 – PIÈCE 2 - ÉTUDE DE DANGERS

Type d'accident	Date	Nom du parc	Départ.	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Bris de pale	27/06/2020	Plémet	Côtes-d'Armor	2	2015	Oui	Une pale d'éolienne s'est écrasée dans un champ après s'être désolidarisée de sa nacelle	Actuellement inconnue	https://actu.fr/bretagne/loudeac_22136/plemet-la-pale-d-une-eolienne-se-detache-et-s-ecrase-au-sol_34583584.html	
Bris de pale	15/11/2020	Bignan	Morbihan	2	2009	Oui	Une partie de la pale d'une éolienne s'est brisée et est tombée au sol	Vent violent	https://actu.fr/bretagne/bignan_56017/a-bignan-l-eolienne-perd-une-de-ses-ailes_37504029.html	
Bris de pale	12/01/2021	Saint-Georges-sur-Arnon	Indre	2,5	2009	Oui	Une partie de la pale d'une éolienne s'est cassée et des débris sont tombés au sol	Actuellement inconnue	https://www.francebleu.fr/infos/faits-divers-justice/pale-d-eolienne-dechiquetee-le-maire-de-saint-georges-sur-arnon-appelle-a-la-prudence-1610557166	
Bris de pale	12/02/2021	Courchamps/Priez	Ainse	2	2017	Oui	Bris d'une pale	Actuellement inconnue	https://www.lunion.fr/id232764/article/2021-02-14/une-eolienne-de-priez-perd-les-34-dune-pale	
Bris de pale	21/10/2021	Auzay	Vendée	4,2	2021	Oui	Une partie d'une pale s'est arrachée et écrasée au sol, l'autre partie suspendue en haut du mât	Vent violent de la tempête Aurore	https://www.ouest-france.fr/pays-de-la-loire/vendee/tempete-aurore-une-pale-d-eolienne-arrachee-par-les-vents-violents-en-vendee-55041646-325c-11ec-8668-6a8a63483124	
Chute de pale	03/12/2021	Saint-Aignant-de-Versillat	Creuse	8	2013	Oui	Une pale s'est décrochée	Actuellement inconnue	https://www.francetvinfo.fr/economie/emploi/metiers/agriculture/creuse-une-pale-d-eolienne-decrochee-de-son-mat_4869543.html	
Bris de pale	02/04/2022	Saint-Félix-Lauragais	Haute Garonne	8,35	2009	Oui	Une pale s'est brisée et s'est désagrégée en partie	Voltalia indique « La recherche de la cause exacte de la panne est toujours en cours » Une hypothèse est toutefois privilégiée : « Il pourrait s'agir d'une panne mécanique liée à des conditions météorologiques défavorables. Mais il faut rester très prudent à l'heure actuelle. »	https://actu.fr/occitanie/saint-felix-lauragais_31478/eolienne-endommagee-a-saint-felix-lauragais-l-exploitant-dresse-un-etat-des-lieux-de-la-situation_49940929.html	
Fuite d'huile	27/04/2022	Riols	Hérault	8	2004	Oui	Coulée d'huile sur le mât et des projections de gouttes au sol sur la plateforme de l'éolienne	Fuite est due à une rupture de flexible de la multiplicatrice en nacelle	https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/58981	
Chute de pale	30/04/2022	Roquetaillade et Conilhac	Aude	23	2001	Oui	Chute de la pale au pied de l'éolienne, puis se casse sans occasionner d'autres dégâts	La chute de la pale fait suite à une rupture du roulement de pale	https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/59013	



PARTIE 5 – PIÈCE 2 - ÉTUDE DE DANGERS

Type d'accident	Date	Nom du parc	Départ.	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Fuite d'huile	12/05/2022	Bessey en Chaume	Côte d'Or				Détection d'une fuite d'huile	Défaut du joint situé entre le distributeur et le vérin. Le joint entre le distributeur et le vérin est remplacé. L'exploitant organise une réunion avec le sous-traitant responsable de la maintenance du parc éolien pour rappeler les mesures à prendre en cas de fuite d'huile en contact avec le sol.	Base de données ARIA	
Incendie	05/08/2022	Bourbriac	Côtes d'Armor	10	2009	Oui	Un incendie s'est déclaré au sommet de l'une des éoliennes	Enquête en cours	https://www.letelegramme.fr/cotes-darmor/guingamp/pont-melvez-incendie-au-sommet-d-une-eolienne-05-08-2022-13138224.php	
Bris de pale	23/02/2023	Moeuvres	Nord				Un agriculteur ramasse des morceaux de pale d'éolienne au sol dans un parc éolien. La mairie avertit l'opérateur qui signale ne pas avoir détecté l'incident. La mairie informe ce dernier d'un incident électrique sur le transformateur de la commune rompant la communication avec le parc éolien. Compte tenu de l'endommagement de la pale, l'opérateur décide de ne pas relancer le parc. La mairie met en place un périmètre de sécurité pour empêcher l'accès à l'éolienne concernée	Enquête en cours	Base de données ARIA	
Bris de pale	10/05/2023	Jazeneuil	Vienne	9	2022	Oui	Mercredi 10 mai 2023, vers 17 h, deux promeneurs ont entendu deux « boums » successifs et ont constaté qu'une des pales de la première éolienne était cassée mais non détachée. La mairie de Jazeneuil a été prévenue	Enquête en cours	https://www.lanouvellerepublique.fr/vienne/commune/jazeneuil/une-pale-d-eolienne-se-casse-en-deux-a-jazeneuil	
Bris de pale	12/07/2023	Chanteraine	Meuse			Oui	Vers 9 h, une équipe de maintenance intervient sur une turbine d'un parc éolien après une détection d'alarme. Elle constate la casse de l'une des pales de l'éolienne. L'équipe balise la zone autour de l'éolienne ainsi que les deux chemins d'accès. Le parc est mis à l'arrêt de manière préventive.	Un impact de foudre lors des intempéries de la veille au soir serait à l'origine de la détérioration	https://www.estrepublicain.fr/faits-divers-justice/2023/07/12/une-eolienne-foudroyee-au-bord-de-la-rn4	
Bris de pale	12/09/2023	Patay	Loiret			Oui	Un morceau de pale de 2 m de longueur est retrouvé au sol dans un parc éolien. Le parc éolien est mis à l'arrêt par mesure de prévention et une inspection complète par drone est prévue.	L'exploitant suspecte un impact de foudre d'après les premières constatations et au vu des conditions météorologiques précédant l'événement.		
Chute élément éolienne	16/11/2023	Saint Chartier	Indre			Oui	Lors d'une période ventée, le nez de la nacelle d'une éolienne tombe dans le champ d'une exploitation agricole. Le parc éolien est arrêté, et un balisage est mis en place. Les fixations de l'ensemble des nacelles du parc sont vérifiées.	Défaillance des fixations		



PARTIE 5 – PIÈCE 2 - ÉTUDE DE DANGERS

Type d'accident	Date	Nom du parc	Départ.	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Impact sur pale	28/11/2023	Nieuil / Lussac	Charente		2022	Oui	Au cours d'une inspection visuelle par drone sur le parc éolien, un impact de foudre est constaté au niveau d'une des pales d'une éolienne.	Impact de foudre	https://www.charentelibre.fr/charente/nieuil/nieuil-eolienne-foudroyee-une-pale-abimee-en-cours-de-reparation-19030404.php	
Incendie	31/01/2024	Vitry la Ville	Marne			Oui	Vers 15 h, dans un parc éolien, un feu se déclare dans un conteneur de déchets (huiles, additifs synthétiques, graisses, aérosols, matières souillées et équipements électriques) installé au pied d'une éolienne. Des promeneurs alertent les secours. Les pompiers et les techniciens en charge de l'exploitation balisent la zone touchée. La production d'électricité n'est pas impactée. Une société spécialisée se charge d'évacuer les déchets et de nettoyer le périmètre concerné. Des analyses de sol sont effectuées pour déterminer d'éventuelles pollutions.	Un acte de malveillance serait à l'origine du départ de feu. L'exploitant porte plainte pour la dégradation du conteneur.		
Chute de pale	11/02/2024	Beaucaire	Gard				Vers 17h30, un riverain constate la chute de l'extrémité d'une pale d'une éolienne d'un parc éolien le long du RHÔNE. Le gestionnaire met à l'arrêt la turbine à distance. Un morceau de pale mesurant entre 7 et 10 m (400 kg) est retrouvé au sol. Un périmètre de sécurité de 350 m est mis en place pour sécuriser l'accès avec un gardiennage. Un balisage interdit l'accès au chemin de halage. Le parc est mis à l'arrêt et la pale endommagée est mise à la verticale pour éviter la dispersion de la fibre de verre présente dans celle-ci. Une inspection par drone est effectuée 2 jours plus tard pour visualiser les dégâts sur la pale.	Erreur humaine. Malgré l'alerte de défaillance, l'opérateur à distance a acquitté et relancé la rotation.		



5.3.2 Inventaire des accidents et incidents à 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 en 2015.

La synthèse ci-après provient de l'analyse de la base de données réalisée par l'association Caithness Wind Information Forum (CWIF). Sur les 994 accidents décrits dans la base de données au moment de sa consultation par le groupe de travail précédemment mentionné, seuls 236 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.

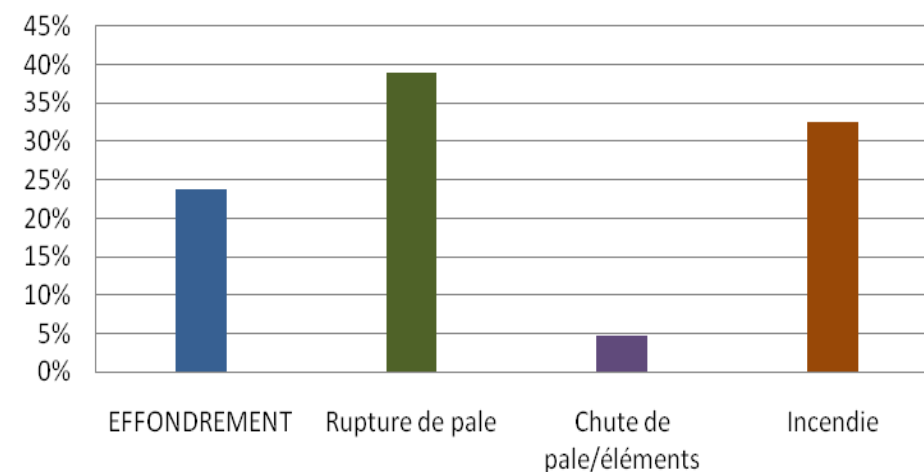


Figure 12 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2015

Ci-après, est présenté le recensement des causes premières pour chacun des événements accidentels recensés (données en répartition par rapport à la totalité des accidents analysés).

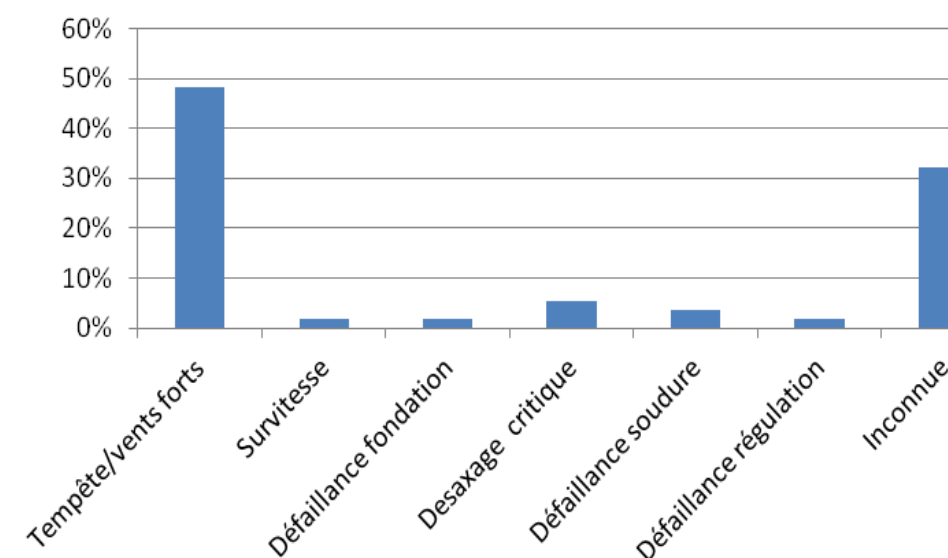


Figure 13 : Répartition des causes premières d'effondrement

Répartition des causes premières de rupture de pale

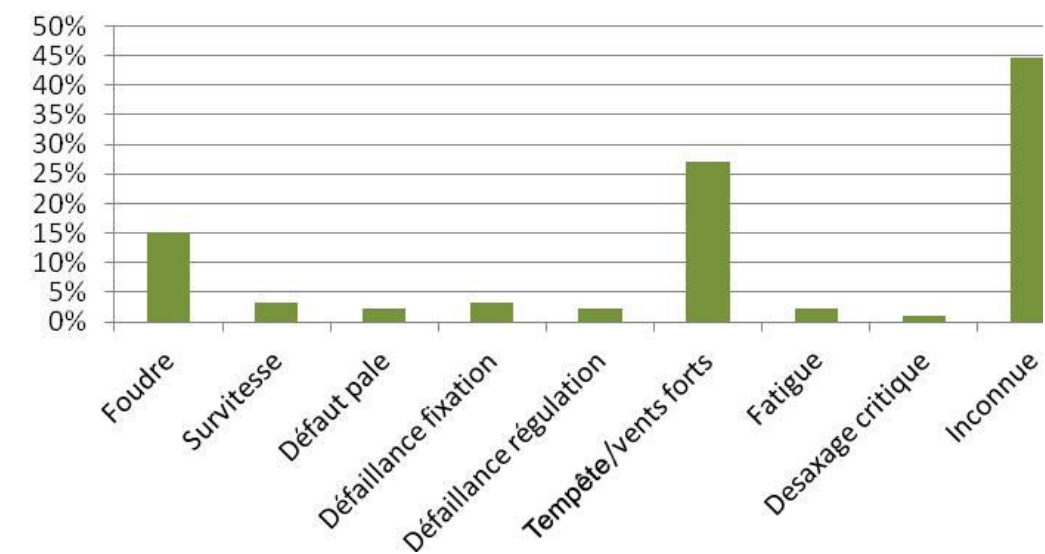


Figure 14 : Répartition des causes premières de rupture de pale

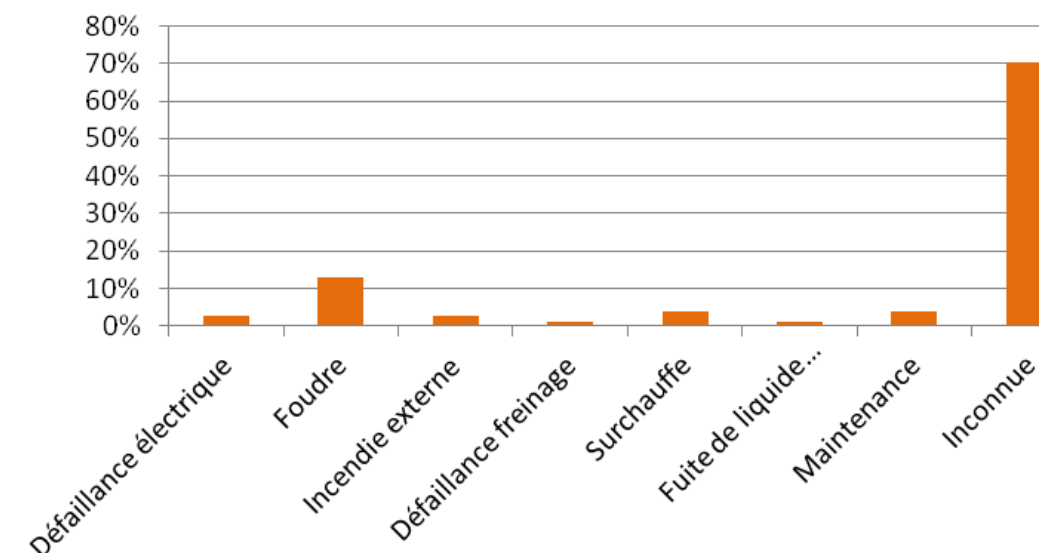


Figure 15 : Répartition des causes premières d'incendie

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.

5.3.3 Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience

5.3.3.1 Analyse de l'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-après 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.

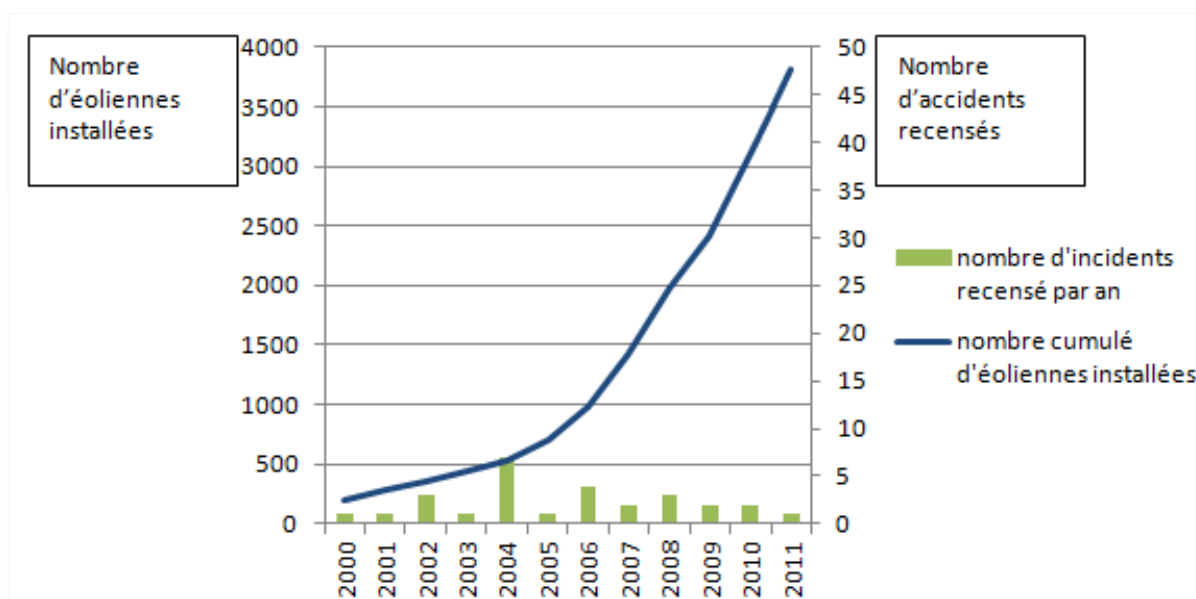


Figure 16 : Evolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées

Sur la figure précédente, on note bien l'essor de la filière française à partir de 2005 alors que le nombre d'incidents a tendance à rester stable.

5.3.3.2 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

5.3.4 Limites de l'utilisation de l'accidentologie

- 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 peuvent être négligés : chutes d'éléments, projections et chutes de glace ;

- 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.



SECTION 6 ANALYSE DES RISQUES

6.1 Analyse préliminaire des risques

6.1.1 Objectif de l'analyse préliminaire 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.

6.1.2 Recensement des agressions externes potentielles

6.1.2.1 Agressions externes liées aux activités humaines

Le guide technique pour l'élaboration de l'étude de dangers nous invite à recenser les principales agressions externes liées aux activités humaines dans un périmètre donné autour des éoliennes, périmètre défini par le guide technique.

Le tableau ci-après synthétise les principales agressions externes liées aux activités humaines pour le projet. 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. Il n'y a pas d'aérodrome dans un périmètre de 2 km autour du projet éolien des Houdonnières.

Infrastructure	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	Périmètre	Distance par rapport au mât des éoliennes		
					E1	E2	E2
Voies de circulation	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	Chemins d'exploitation	Chemins d'exploitation	Chemins d'exploitation
Aérodrome	Transport aérien	Chute d'aéronef	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	2 000 m	NA	NA	NA
Ligne HTA	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	200 m	NA	NA	NA
Autres aérogénérateurs	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	500 m	Parc éolien des Monts : E1 : 490 m	Parc éolien des Monts : E3 : 423 m	Parc éolien des Monts : E4 : 495m

Tableau 20 : Les agressions externes liées aux activités humaines

6.1.2.2 Agressions externes liées aux activités naturelles

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

Agression externe	Intensité
Vents et tempête	L'intensité maximale des vents observée dans le secteur est susceptible d'atteindre environ 60 m/s L'emplacement n'est pas compris dans une zone affectée par des cyclones tropicaux.
Foudre	Le niveau kéraunique du département est inférieur à 25 jours d'orage par an soit moins que la normale française. Les aérogénérateurs choisis respectent la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010)
Remontées de nappes	Un risque de remontées de nappes est noté au droit des éoliennes. La norme IEC61400-1 intitulée « 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, les fondations seront conformes à la norme IEC61400-1.

Tableau 21 : Les agressions externes liées aux phénomènes naturels

Comme il a été précisé précédemment, les agressions externes liées à des inondations, à des incendies de forêt ou de cultures ou à des séismes ne sont pas considérées dans ce tableau dans le sens où les dangers qu'elles pourraient entraîner sont largement inférieurs aux dommages causés par le phénomène naturel lui-même.

Un risque moyen de montée de nappes est relevé pour les éoliennes. La norme IEC61400-1 intitulée « 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, les fondations seront conformes à la norme IEC61400-1.

6.1.3 Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques

Le tableau ci-après 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'événement 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'événement redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience groupe de travail



PARTIE 5 – PIÈCE 2 - ÉTUDE DE DANGERS

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	Surpression	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	Surpression	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
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

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
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
C3	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 de pale	Prévenir la survitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie de 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 de 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	Projection/chute fragments et chute mât	2



N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
				(construction – exploitation) (N° 9)		
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

Tableau 22 : Résultat d'une analyse des risques

6.1.4 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 ».

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.

6.1.5 Mise en place des mesures de sécurité

Les tableaux suivants ont pour objectif de synthétiser les fonctions de sécurité identifiées et mise en œuvre sur les éoliennes du parc éolien. 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-après 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.



PARTIE 5 – PIÈCE 2 - ÉTUDE DE DANGERS

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 déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.		
Description	Système de détection redondant du givre permettant, en cas de détection de glace, une mise à l'arrêt rapide de l'aérogénérateur. Le redémarrage peut ensuite se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site.		
Indépendance	Les systèmes traditionnels s'appuient généralement sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc. En cas de danger particulièrement élevé sur site (survol d'une zone fréquentée sur site soumis à des conditions de gel importantes), des systèmes additionnels peuvent être envisagés.		
Temps de réponse	Mise à l'arrêt de la turbine < 1 min		
Efficacité	100%		
Tests	Essais menés par le constructeur lors de la construction du parc éolien		
Maintenance	Surveillance via la maintenance prédictive		

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 Éloignement 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	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.		



Photo 3 : Exemple de signalétique

Fonction de sécurité	de	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	N° de la fonction de sécurité	3
Mesures de sécurité	de	Sondes de température sur pièces mécaniques Suivant les niveaux d'alarme et les capteurs, la machine peut être bridée ou mise à l'arrêt jusqu'à refroidissement. Le redémarrage peut être effectué à distance, si les seuils de température sont au-dessous des seuils d'alarme.		
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	de	Temps de détection	de l'ordre de	la seconde
Efficacité		Mise en pause de la turbine < 1 min 100%		
Tests		Surveillance via la maintenance prédictive, avec détection de la déviation de températures de chaque capteur.		
Maintenance		Surveillance via la maintenance prédictive, avec détection de la déviation de température de chaque capteur (comparaison avec les données des autres éoliennes du parc). Remplacement de la sonde de température en cas de dysfonctionnement de l'équipement. 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.		

Fonction de sécurité	de	Prévenir la survitesse	N° de la fonction de sécurité	4
Mesures de sécurité	de	Détection de survitesse et système de freinage.		
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.		
Indépendance		Oui		
Temps de réponse	de	Temps de détection < 1 minute IEL Exploitation est 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.		
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 court-circuits	N° de la fonction de sécurité	5
Mesures de sécurité	Détecteur d’arc avec coupure électrique (salle transformateur et armoires électriques).		
Description	<p>Outre les protections traditionnelles contre les surintensités et les surtensions, les armoires électriques disposées dans les nacelles (qui abritent les divers jeux de barres), sont équipées de détecteurs d’arc électrique. Ce système de capteurs photosensibles a pour objectif de détecter toute formation d’un arc électrique (caractéristique d’un début d’amorçage) qui pourrait conduire à des phénomènes de fusion de conducteurs et de début d’incendie.</p> <p>Le fonctionnement de ces détecteurs commande le déclenchement de la cellule HT située en pied de mât, conduisant ainsi à la mise hors tension de la machine.</p> <p>La remise sous tension puis le recouplage de la machine ne peuvent être faits qu’après inspection visuelle des éléments HT de la nacelle, puis du réarmement du détecteur d’arc et de l’acquittement manuel du défaut.</p>		
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	<p>50 millisecondes</p> <p>Le couplage du système de détection d’arc électrique avec le système SCADA permet l’envoi en temps réel d’alertes par SMS et par courriel, selon les instructions d’IEL Exploitation</p>		
Efficacité	100%		
Tests	Test des détecteurs d’arc à la mise en service puis tous les ans.		
Maintenance	<p>Les installations électriques font l’objet d’un contrôle avant la mise en service industrielle du parc éolien, puis annuellement conformément à l’article 10 de l’arrêté du 26 août 2011. Ce contrôle donne lieu à un rapport, dit rapport de vérification annuel, réalisé par un organisme agréé.</p> <p>Des vérifications de tous les équipements électriques ainsi que des mesures d’isolement et de serrage des câbles sont intégrés dans le manuel de maintenance préventive.</p>		

Fonction de sécurité	Prévenir les effets de la foudre	N° de la fonction de sécurité	6
Mesures de sécurité	<p>Système de protection contre la foudre conçu pour répondre à la classe de protection I de la norme internationale IEC 61400.</p> <p>Compte tenu de leur situation et des matériaux de construction, les pales sont les éléments les plus sensibles à la foudre. Des pastilles métalliques en acier inoxydable permettant de capter les courants de foudre sont disposées à intervalles réguliers sur les deux faces des pales. Elles sont reliées entre elles par une tresse en cuivre, interne à la pale. Le pied de pale est muni d'une plaque métallique en acier inoxydable, sur une partie de son pourtour, raccordée à la tresse de cuivre. Un dispositif métallique flexible (nommé LCTU - Lightning Current Transfer Unit) assure la continuité électrique entre la pale et le châssis métallique de la nacelle (il s'agit d'un système de contact glissant comportant deux points de contact par pale). Ce châssis est relié électriquement à la tour, elle-même reliée au réseau de terre disposé en fond de fouille.</p> <p>En cas de coup de foudre sur une pale, le courant de foudre est ainsi évacué vers la terre via la fondation et des prises profondes</p>		
Description			
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Immédiat dispositif passif		
Efficacité	100%		
Tests	Avant la première mise en route de l'éolienne, une mesure de mise à la terre est effectuée.		
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 et 18 alinéa II de l'arrêté du 26 août 2011 modifié.		



Fonction de sécurité	de	Protection et intervention incendie	N° de la fonction de sécurité	7
Mesures de sécurité	de	Sondes de température sur pièces mécaniques.		
		Suivant les niveaux d'alarme et les capteurs, la machine peut être bridée ou mise à l'arrêt jusqu'à refroidissement. Le redémarrage peut être effectué à distance, si les seuils de température sont au-dessous des seuils d'alarme. Système de détection incendie		
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.		
		Les éoliennes sont équipées par défaut d'un système autonome de détection composé de plusieurs capteurs de fumée et de chaleur disposés aux possibles points d'échauffements tels que : <ul style="list-style-type: none">- La chambre du transformateur- Le générateur- La cellule haute tension- Le convertisseur- Les armoires électriques principales- Le système de freinage. En cas de détection, une sirène est déclenchée, l'éolienne est mise à l'arrêt en " emergency stop " et isolement électrique par ouverture de la cellule en pied de mât. De façon concomitante un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance via le système de contrôle commande. Le système de détection incendie est alimenté par le réseau secours (UPS). Vis-à-vis de la protection incendie, deux extincteurs sont présents dans la nacelle et un extincteur est disponible en pied de tour (utilisables par le personnel sur un départ de feu).		
Indépendance		Oui		
Temps de réponse	de	Temps de détection de l'ordre de la seconde		
		Le couplage des éléments de détection de fumée au système SCADA permet l'envoi en temps réel d'alertes par SMS et par courriel, selon les instructions d'IEL Exploitation. IEL Exploitation sera ainsi 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 à l'article 23 de l'arrêté du 26 août 2011.		
Efficacité		100%		
Tests		Test des détecteurs de fumée à la mise en service puis tous les ans.		
Maintenance		Le matériel incendie (extincteurs) est contrôlé périodiquement par un organisme spécialisé. Maintenance prédictive sur les capteurs de température.		

Fonction de sécurité	de	Prévention et rétention des fuites	N° de la fonction de sécurité	8
Mesures de sécurité	de	Détecteurs de niveau d'huile et capteurs de pression - Capteur de niveau du circuit de refroidissement (niveau bas alarmé avec arrêt après temporisation) - Procédure d'urgence - Kit antipollution - Bacs de rétention		
		Le circuit hydraulique est équipé de capteurs de pression (une mesure de pression dans le bloc hydraulique de chaque pale) permettant de s'assurer de son bon fonctionnement. Toute baisse de pression au-dessous d'un seuil préalablement déterminé, conduit au déclenchement de l'arrêt du rotor (mise en drapeau des pales). Afin de pouvoir assurer la manœuvre des pales en cas de perte du groupe de mise en pression ou en cas de fuite sur le circuit, chaque bloc hydraulique (situé au plus près du vérin de pale) est équipé d'un accumulateur hydropneumatique (pressurisé à l'azote) qui permet la mise en drapeau de la pale. La pression du circuit de lubrification du multiplicateur fait également l'objet d'un contrôle, asservissant le fonctionnement de l'éolienne. Les niveaux d'huile sont surveillés d'une part au niveau du multiplicateur et d'autre part au niveau du groupe hydraulique. L'atteinte du niveau bas sur le multiplicateur ou sur le groupe hydraulique, déclenche une alarme et conduit à la mise à l'arrêt du rotor. Le circuit de refroidissement (eau glycolée) est équipé d'un capteur de niveau bas, qui en cas de déclenchement conduit à l'arrêt de l'éolienne.		
Description		Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. Le transfert des huiles s'effectue de manière sécurisée via un système de tuyauterie et de pompes directement entre l'élément à vidanger et le camion de vidange.		
		Une procédure en cas de pollution accidentelle du sol est communiquée au personnel intervenant dans les aérogénérateurs. En cas de fuite, les véhicules de maintenance sont équipés de kits de dépollution composés de grandes feuilles absorbantes. Ces kits d'intervention d'urgence permettent : 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, le constructeur se charge de faire intervenir une société spécialisée qui récupérera et traitera la terre souillée via les filières adéquates. Des bacs de rétention empêchent l'huile ou la graisse de couler le long du mât et de s'infiltrer dans le sol. Les principaux bacs de rétention sont équipés de capteurs de niveau d'huile afin d'informer les équipes de maintenance via les alertes cas de fuite importante. De plus, la plateforme supérieure de la tour a les bords relevés et a les jointures étanches entre plaques d'acier. Cette plateforme fait office de bac de rétention de secours en cas de fuite importante dans la nacelle.		
Indépendance		Oui		
Temps de réponse	de	Temps de détection de l'ordre de la seconde		
		Mise en pause de la turbine < 1 min		
Efficacité		100%		
Tests		Tests des systèmes hydrauliques à la mise en service, au bout de 3 mois de fonctionnement puis tous les ans suivant les manuels de maintenance. Ces vérifications sont consignées dans le document IRF. Dépendant du débit de fuite.		
Maintenance		Les vérifications d'absence de fuites sont effectuées à chaque service planifié.		
		Surveillance des niveaux d'huile via des outils d'analyses instantanées ou hebdomadaires. Inspection et maintenance curative en fonction du type de déclenchement d'alarme.		



PARTIE 5 – PIÈCE 2 - ÉTUDE DE DANGERS

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. Le constructeur remet à chacun de ses clients, un document « Type certificate » qui atteste de la conformité de l'éolienne fournie au standard IEC 61400-1 (édition 6905). Ainsi la nacelle, le moyeu, les fondations et la tour répondent aux standards IEC 61 400-1. Les pales respectent le standard IEC 61 400 -1 ; 12 ; 23. De plus, des organismes compétents externes, mandatés par IEL Exploitation, produisent des rapports attestant de la conformité de nos turbines à la fin de la phase d'installation. L'article R111-38 du code de la construction et de l'habitation fait référence au contrôle technique de construction. Il est obligatoire, à la charge d'IEL Exploitation et réalisé par des organismes agréés par l'État. Ce contrôle assure la solidité des ouvrages ainsi que la sécurité des biens et des personnes. Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223.		
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 Yam Gear, boulons de fixation de la nacelle...) sont vérifiés au bout de 3 mois de fonctionnement puis tous les 3 ans, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011.		

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	Traçabilité : rapport de service		
Maintenance	NA		

Fonction de sécurité	Prévenir la dégradation de l'état des équipements	N° de la fonction de sécurité	11
Mesures de sécurité	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents Mise à l'arrêt sur détection de vent fort et freinage aérodynamique par le système de contrôle En France, la classification de vents des éoliennes fait référence à la norme « IEC 61400-1 ». Les éoliennes sont dimensionnées pour chacune de ces classes. Il est donc important de faire correspondre la classe du site avec la classe de la turbine. Les éoliennes sont mises à l'arrêt lorsque que la vitesse de vent maximale est dépassée. Cet arrêt est réalisé par le frein aérodynamique de l'éolienne avec mise en drapeau des pales. Cette mise en drapeau est effectuée par le système d'orientation des pales « Pitch System ».		
Description			
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Temps de détection de l'ordre de la seconde. Mise drapeau des pales < 1 min		
Efficacité	100%		
Tests	Pitch system testé tous les ans lors des maintenances préventives.		
Maintenance	Tous les ans.		

Fonction de sécurité	Prévenir la dégradation de l'état des équipements	N° de la fonction de sécurité	12
Mesures de sécurité	1. Procédure de contrôle des équipements lors des maintenances planifiées. 2. Suivi de données mesurées par les capteurs et sondes présentes dans les éoliennes 1. Ce point est détaillé dans le chapitre dédié aux maintenances planifiées. 2. L'intégralité des données mesurées par les capteurs et sondes présentes dans les éoliennes est suivie et enregistrée dans une base de données unique. Ces données sont traitées par des algorithmes en permanence afin de détecter, au plus tôt, les dégradations des équipements. Lorsqu'elle est nécessaire, une inspection de l'équipement soupçonné de se dégrader est planifiée. Les algorithmes de détection et de génération d'alarmes sont en amélioration continue.		
Description			
Indépendance	Oui		
Temps de réponse	Entre 12 heures et 6 mois selon le type de dégradation		
Efficacité	NA		
Tests	Traçabilité : rapport de service (maintenances préventives)		
Maintenance	NA		

L'ensemble des procédures de maintenance et des contrôles d'efficacité des systèmes sera conforme à l'arrêté du 26 août 2011.

Notamment, suivant une périodicité qui ne peut excéder un an, IEL Exploitation fera réaliser une vérification de l'état fonctionnel des équipements de mise à l'arrêt, de mise à l'arrêt d'urgence et de mise à l'arrêt depuis un régime de survitesse en application des préconisations du constructeur de l'aérogénérateur.



6.1.6 Conclusion de l'analyse préliminaire des risques

Dans le cadre de l'analyse préliminaire des risques génériques des parcs éoliens, quatre catégories de scénarios sont a priori exclues de l'étude détaillée, en raison de leur faible intensité :

Nom du scénario exclu	Justification
Incendie de l'éolienne (effets thermiques)	<p>En cas d'incendie de nacelle, et en raison de la hauteur des nacelles, les effets thermiques ressentis au sol seront mineurs. Par exemple, dans le cas d'un incendie de nacelle située à 50 mètres de hauteur, la valeur seuil de 3 kW/m² n'est pas atteinte. Dans le cas d'un incendie au niveau du mât les effets sont également mineurs et l'arrêté du 26 Août 2011 encadre déjà largement la sécurité des installations. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques. Néanmoins il peut être redouté que des chutes d'éléments (ou des projections) interviennent lors d'un incendie. Ces effets sont étudiés avec les projections et les chutes d'éléments.</p> <p>Aucun boisement ou milieu forestier ne sont recensés aux abords des éoliennes, le risque de feu de forêt sera donc écarté dans l'analyse des risques d'incendie.</p>
Incendie du poste de livraison ou du transformateur	<p>En cas d'incendie de ces éléments, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (poste de livraison) seront mineurs ou inexistant du fait notamment de la structure en béton. De plus, la réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l'arrêté du 26 août 2011 [9] et impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200)</p> <p>Notons que le poste de livraison est situé à plus 400m de E2, écartant ce point dans l'analyse des risques d'effondrement et de chute de pale.</p>
Chute et projection de glace dans les cas particuliers où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C	<p>Lorsqu'un aérogénérateur est implanté sur un site où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C, il peut être considéré que le risque de chute ou de projection de glace est nul.</p> <p>Des éléments de preuves doivent être apportés pour identifier les implantations où de telles conditions climatiques sont applicables.</p>
Infiltration d'huile dans le sol	<p>En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérées dans le sol restent mineurs.</p> <p>Ce scénario peut ne pas être détaillé dans le chapitre de l'étude détaillée des risques sauf en cas d'implantation dans un périmètre de protection rapprochée d'une nappe phréatique.</p>

Les cinq catégories de scénarios étudiées dans l'étude détaillée des risques sont les suivantes :

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

Ces scénarios regroupent plusieurs causes et séquences d'accident. En estimant la probabilité, gravité, cinétique et intensité de ces événements, il est possible de caractériser les risques pour toutes les séquences d'accidents.



SECTION 7 ÉTUDE DÉTAILLÉES DES RISQUES

L'étude détaillée des risques vise à caractériser les scénarios retenus à l'issue de l'analyse préliminaire des risques en termes de probabilité, cinétique, intensité et gravité. Son objectif est donc de préciser le risque généré par l'installation et d'évaluer les mesures de maîtrise des risques mises en œuvre. L'étude détaillée permet de vérifier l'acceptabilité des risques potentiels générés par l'installation.

7.1 Rappel des définitions

Les règles méthodologiques applicables pour la détermination de l'intensité, de la gravité et de la probabilité des phénomènes dangereux sont précisées dans l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005.

Cet arrêté ne prévoit de détermination de l'intensité et de la gravité que pour les effets de surpression, de rayonnement thermique et de toxicité.

Cet arrêté est complété par 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.

Cette circulaire précise en son point 1.2.2 qu'à l'exception de certains explosifs pour lesquels les effets de projection présentent un comportement caractéristique à faible distance, les projections et chutes liées à des ruptures ou fragmentations ne sont pas modélisées en intensité et gravité dans les études de dangers.

Force est néanmoins de constater que ce sont les seuls phénomènes dangereux susceptibles de se produire sur des éoliennes.

Afin de pouvoir présenter des éléments au sein de cette étude de dangers, il est proposé de recourir à la méthode ad hoc préconisée par le guide technique national relatif à l'étude de dangers dans le cadre d'un parc éolien dans sa version de mai 2012. Cette méthode est inspirée des méthodes utilisées pour les autres phénomènes dangereux des installations classées, dans l'esprit de la loi du 30 juillet 2003.

Cette première partie de l'étude détaillée des risques consiste donc à rappeler les définitions de chacun de ces paramètres, en lien avec les références réglementaires correspondantes.

7.1.1 Cinétique

La cinétique d'un accident est la vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle, de l'événement initiateur aux conséquences sur les éléments vulnérables.

Selon l'article 8 de l'arrêté du 29 septembre 2005 [13], la cinétique peut être qualifiée de « lente » ou de « rapide ». Dans le cas d'une cinétique lente, les personnes ont le temps d'être mises à l'abri à la suite de l'intervention des services de secours. Dans le cas contraire, la cinétique est considérée comme rapide.

Dans le cadre d'une étude de dangers pour des aérogénérateurs, il est supposé, de manière prudente, que tous les accidents considérés ont une cinétique rapide. Ce paramètre ne sera donc pas détaillé à nouveau dans chacun des phénomènes redoutés étudiés par la suite.

7.1.2 Intensité

L'intensité des effets des phénomènes dangereux est définie par rapport à des valeurs de référence exprimées sous forme de seuils d'effets toxiques, d'effets de surpression, d'effets thermiques et d'effets liés à l'impact d'un projectile, pour les hommes et les structures (article 9 de l'arrêté du 29 septembre 2005 [13]).

On constate que les scénarios retenus au terme de l'analyse préliminaire des risques pour les parcs éoliens sont des scénarios de projection (de glace ou de toute ou partie de pale), de chute d'éléments (glace ou toute ou partie de pale) ou d'effondrement de machine.

Or, les seuils d'effets proposés dans l'arrêté du 29 septembre 2005 [13] caractérisent des phénomènes dangereux dont l'intensité s'exerce dans toutes les directions autour de l'origine du phénomène, pour des effets de surpression, toxiques ou thermiques). Ces seuils ne sont donc pas adaptés aux accidents générés par les aérogénérateurs.

Dans le cas de scénarios de projection, l'annexe II de cet arrêté précise : « Compte tenu des connaissances limitées en matière de détermination et de modélisation des effets de projection, l'évaluation des effets de projection d'un phénomène dangereux nécessite, le cas échéant, une analyse, au cas par cas, justifiée par l'exploitant. Pour la délimitation des zones d'effets sur l'homme ou sur les structures des installations classées, il n'existe pas à l'heure actuelle de valeur de référence. Lorsqu'elle s'avère nécessaire, cette délimitation s'appuie sur une analyse au cas par cas proposée par l'exploitant ».

C'est pourquoi, pour chacun des événements accidentels retenus (chute d'éléments, chute de glace, effondrement et projection), deux valeurs de référence ont été retenues :

- 5% d'exposition : seuils d'exposition très forte
- 1% d'exposition : seuil d'exposition forte

Le degré d'exposition est défini comme le rapport entre la surface atteinte par un élément chutant ou projeté et la surface de la zone exposée à la chute ou à la projection.

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

Tableau 23 : Intensité en fonction du degré d'exposition

Les zones d'effets sont définies pour chaque événement accidentel comme la surface exposée à cet événement.



7.1.3 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.

<div>Intensité</div> <div>Gravité</div>	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 »	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1000 personnes exposées	Plus de 1000 personnes exposées
« Catastrophique »	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1000 personnes exposées
« Important »	Présence humaine exposée inférieure à « une personne »	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
« Sérieux »	Aucune personne exposée	Présence humaine exposée inférieure à « une personne »	Entre 1 et 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 »

Tableau 24 : Gravité en fonction de l’intensité

7.1.4 Probabilité

L’annexe I de l’arrêté du 29 septembre 2005 définit les classes de probabilité qui doivent être utilisées dans les études de dangers pour caractériser les scénarios d’accidents majeurs :

Niveaux	Echelle qualitative	Echelle quantitative (probabilité annuelle)
A	Courant	$P > 10^{-2}$
	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.	
B	Probable	$10^{-3} < P \leq 10^{-2}$
	S’est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations.	
C	Improbable	$10^{-4} < P \leq 10^{-3}$
	Événement 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.	
D	Rare	$10^{-5} < P \leq 10^{-4}$
	S’est déjà produit mais a fait l’objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité.	
E	Extrêmement rare	$\leq 10^{-5}$
	Possible mais non rencontré au niveau mondial. N’est pas impossible au vu des connaissances actuelles.	

Tableau 25 : Synthèse des niveaux de probabilité

Dans le cadre de l’étude de dangers des parcs éoliens, la probabilité de chaque événement accidentel identifié pour une éolienne est déterminée en fonction :

- de la bibliographie relative à l’évaluation des risques pour des éoliennes
- du retour d’expérience français
- des définitions qualitatives de l’arrêté du 29 Septembre 2005

Il convient de noter que la probabilité qui sera évaluée pour chaque scénario d’accident correspond à la probabilité qu’un événement redouté se produise sur l’éolienne (probabilité de départ) et non à la probabilité que cet événement produise un accident suite à la présence d’un véhicule ou d’une personne au point d’impact (probabilité d’atteinte). En effet, l’arrêté du 29 septembre 2005 impose une évaluation des probabilités de départ uniquement.

Cependant, on pourra rappeler que la probabilité qu’un accident sur une personne ou un bien se produise est très largement inférieure à la probabilité de départ de l’événement redouté.

La probabilité d’accident est en effet le produit de plusieurs probabilités :

$$P_{\text{accident}} = P_{\text{ERC}} \times P_{\text{orientation}} \times P_{\text{rotation}} \times P_{\text{atteinte}} \times P_{\text{présence}}$$

P_{ERC} = probabilité que l’événement redouté central (défaillance) se produise = probabilité de départ

$P_{\text{orientation}}$ = probabilité que l’éolienne soit orientée de manière à projeter un élément lors d’une défaillance dans la direction d’un point donné (en fonction des conditions de vent notamment)

P_{rotation} = probabilité que l’éolienne soit en rotation au moment où l’événement redouté se produit (en fonction de la vitesse du vent notamment)

P_{atteinte} = probabilité d’atteinte d’un point donné autour de l’éolienne (sachant que l’éolienne est orientée de manière à projeter un élément en direction de ce point et qu’elle est en rotation)

$P_{\text{présence}}$ = probabilité de présence d’un enjeu donné au point d’impact sachant que l’élément est projeté en ce point donné

Dans le cadre des études de dangers des éoliennes, une approche majorante assimilant la probabilité d’accident (P_{accident}) à la probabilité de l’événement redouté central (P_{ERC}) a été retenue.



7.1.5 Acceptabilité

Enfin, la dernière étape de l'étude détaillée des risques consiste à rappeler l'acceptabilité des accidents potentiels pour chacun des phénomènes dangereux étudiés.

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					
Catastrophique					
Important					
Sérieux					
Modéré					

Tableau 26 : Matrice de l'acceptabilité des risques

- Légende de la matrice

Niveau de risque	Couleur	Acceptabilité
Risque très faible	acceptable	acceptable
Risque faible	acceptable	acceptable
Risque important	non acceptable	non acceptable

7.2 Caractérisation des scénarios retenus

Dans le cadre de l'étude de dangers du Projet éolien des Houdonnières, le modèle d'éolienne sélectionné est un V150 du constructeur VESTAS.

Hauteur de moyeu (H)	Hauteur totale en bout de pale (H2)	Diamètre de rotor (D)	Longueur de pale (R)	Largeur de mât (L)	Largeur de base de la pale (LB)
125	200	150	75	5	4,5

Tableau 27 : Présentation des caractéristiques considérés de l'éolienne V150

7.2.1 Effondrement de l'éolienne

7.2.1.1 Zone d'effet

La zone d'effet de l'effondrement d'une éolienne correspond à une surface circulaire de rayon égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale.

7.2.1.2 Intensité

Pour le phénomène d'effondrement de l'éolienne, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface totale balayée par le rotor et la surface du mât non balayée par le rotor, d'une part, et la superficie de la zone d'effet du phénomène, d'autre part. Le tableau ci-après permet d'évaluer l'intensité du phénomène d'effondrement de l'éolienne dans le cas du projet éolien des Houdonnières.

R est la longueur de pale (R=75 m), H la hauteur du mât (H=125 m), L la largeur du mât (L=5 m) et LB la largeur de base de la pale (LB=4,5m).

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)			
Zone d'impact en m²	Zone d'effet du phénomène étudié en m²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$(H) \times L + 3 \times R \times LB / 2$ $Zi = 1131,25 \text{ m}^2$	$Ze = \pi \times (H+D/2)^2$ $Ze = 125663,71 \text{ m}^2$	0,9%	Exposition modérée

L'intensité du phénomène d'effondrement est nulle au-delà de la zone d'effondrement.

Tableau 28 : Intensité du phénomène dangereux - Effondrement de l'éolienne

7.2.1.3 Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe VIII.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène d'effondrement, dans le rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne :

- Plus de 1000 personnes exposées : « Désastreux »
- Plus de 100 personnes exposées : « Catastrophique »
- Entre 10 et 100 personnes exposées : « Important »
- Entre 1 et 10 personnes exposées : « Sérieux »
- Moins de 1 personne exposée : « Modéré »



Les tableaux suivants indiquent, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène d'effondrement et la gravité associée :

Effondrement de l'éolienne		Terrains aménagés mais peu fréquentés : routes communales, chemins agricoles 10m de large				Terrains non aménagés et très peu fréquentés : champs, prairies			Total
		ZE (m²)	RZE (m)	L (m)	S (ha)	PE	S (m²)	SC (ha)	
EOL									
E1		125 664	200	365	0,365	0,04	122 014	12,20	0,12
E2		125 664	200	0	0,00	0,000	125 664	12,57	0,13
E3		125 664	200	0	0,00	0,000	125 664	12,57	0,13

[EOL : Eolienne / ZE : Zone d'effet du phénomène étudié en m² / RZE : Rayon de la zone d'effet en m
L : Longueur en m / PE : Personnes exposées / S : Surface en ha ou m² / SC : Surface concernée en ha]

Tableau 29 : Synthèse des personnes exposées pour l'effondrement de l'éolienne

La méthode de comptage des enjeux humains dans chaque secteur est présentée en annexe 1. Elle se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,16	Modéré
E2	0,13	Modéré
E3	0,13	Modéré

Tableau 30 : Niveau de gravité pour l'effondrement de l'éolienne

7.2.1.4 Probabilité

Pour l'effondrement d'une éolienne, les valeurs retenues dans la littérature sont détaillées ci-dessous :

Ces valeurs correspondent à une classe de probabilité « C » selon l'arrêté du 29 septembre 2005.

Le retour d'expérience français montre également une classe de probabilité « C ». En effet, il a été recensé seulement 7 événements pour 15 667 années d'expérience, soit une probabilité de 4,47.10⁻⁴ par éolienne et par an.

Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 septembre 2005 d'une probabilité « C », à savoir : « Événement 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 ».

Une probabilité de classe « C » peut être donc être retenue par défaut pour ce type d'événement.

Néanmoins, les dispositions constructives des éoliennes ayant fortement évolué, le niveau de fiabilité est aujourd'hui bien meilleur. Des mesures de maîtrise des risques supplémentaires ont été mises en place sur les machines récentes et permettent de réduire significativement la probabilité d'effondrement. Ces mesures de sécurité sont notamment :

- respect intégral des dispositions de la norme IEC 61 400-1
- contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblage
- système de détection des survitesses et un système redondant de freinage
- système de détection des vents forts et un système redondant de freinage et de mise en sécurité des installations – un système adapté est installé en cas de risque cyclonique

On note d'ailleurs, dans le retour d'expérience français, qu'aucun effondrement n'a eu lieu sur les éoliennes mises en service après 2005.

De manière générale, le respect des prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation permet de s'assurer que les éoliennes font l'objet de mesures réduisant significativement la probabilité d'effondrement.

Il est considéré que la classe de probabilité de l'accident est « D », à savoir : « S'est produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité ».

7.2.1.5 Acceptabilité

Selon le guide de l'étude de dangers, on pourra conclure à l'acceptabilité de ce phénomène si moins de 10 personnes sont exposées. Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du projet la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modéré	Acceptable
E2	Modéré	Acceptable
E3	Modéré	Acceptable

Tableau 31 : Acceptabilité du phénomène dangereux – Effondrement de l'éolienne

Ainsi, pour le projet éolien des Houdonnières, le phénomène d'effondrement des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes. Ce phénomène est représenté graphiquement en partie « Synthèse de l'acceptabilité des risques ».



7.2.2 Chute de glace

7.2.2.1 Considérations générales

Les périodes de gel et l’humidité de l’air peuvent entraîner, dans des conditions de température et d’humidité de l’air bien particulières, une formation de givre ou de glace sur l’éolienne, ce qui induit des risques potentiels de chute de glace.

Selon l’étude WECO [15], une grande partie du territoire français est concerné par moins d’un jour de formation de glace par an. Certains secteurs du territoire affichent cependant des moyennes variant entre 2 et 7 jours de formation de glace par an.

Lors des périodes de dégel qui suivent les périodes de grand froid, des chutes de glace peuvent se produire depuis la structure de l’éolienne (nacelle, pales). Normalement, le givre qui se forme en fine pellicule sur les pales de l’éolienne fond avec le soleil. En cas de vents forts, des morceaux de glace peuvent se détacher. Ils se désagrègent généralement avant d’arriver au sol. Ce type de chute de glace est similaire à ce qu’on observe sur d’autres bâtiments et infrastructures.

7.2.2.2 Zone d’effet

Le risque de chute de glace est cantonné à la zone de survol des pales, soit un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor autour du mât de l’éolienne. Pour le projet éolien des Houdonnières, la zone d’effet a donc un rayon de 65,5 mètres. Cependant, il convient de noter que, lorsque l’éolienne est à l’arrêt, les pales n’occupent qu’une faible partie de cette zone.

7.2.2.3 Intensité

Pour le phénomène de chute de glace, le degré d’exposition correspond au ratio entre la surface d’un morceau de glace et la superficie de la zone d’effet du phénomène (zone de survol).

Le tableau ci-après permet d’évaluer l’intensité du phénomène de chute de glace dans le cas du projet éolien des Houdonnières. **Zi** est la zone d’impact, **Ze** est la zone d’effet, **R** est la longueur de pale (R=75 m), **SG** est la surface du morceau de glace majorant ($S_G = 1\text{ m}^2$), **D** est le diamètre du rotor (D=150 m)

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)			
Zone d’impact en m²	Zone d’effet du phénomène étudié en m²	Degré d’exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_i = S_G$	$Z_e = \pi \times (D/2)^2$	$d = Z_i / Z_e$	Exposition modérée
$Z_i = 1\text{ m}^2$	$Z_e = 17671,46\text{ m}^2$	$d = 0,01\%$ (< 1 %)	

L’intensité est nulle hors de la zone de survol.

Tableau 32 : Intensité du phénomène dangereux – Chute de glace

7.2.2.4 Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l’arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe VIII.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute de glace, dans la zone de survol de l’éolienne :

- Plus de 1000 personnes exposées : « Désastreux »
- Plus de 100 personnes exposées : « Catastrophique »
- Entre 10 et 100 personnes exposées : « Important »
- Entre 1 et 10 personnes exposées : « Sérieux »
- Moins de 1 personne exposée : « Modéré »

Les tableaux suivants indiquent, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d’effet du phénomène de chute de glace et la gravité associée :

Chute de glace		Terrains non aménagés et très peu fréquentés : champs, prairies				Total
EOL	ZE (m²)	RZE (m)	S (m²)	SC (ha)	PE	PE
E1	17 671	75	17 671	1,77	0,02	0,02
E2	17 671	75	17 671	1,77	0,02	0,02
E3	17 671	75	17 671	1,77	0,02	0,02

[EOL : Eolienne / ZE : Zone d’effet du phénomène étudié en m² / RZE : Rayon de la zone d’effet en m
L : Longueur en m / PE : Personnes exposées / S : Surface en ha ou m² / SC : Surface concernée en ha]

Tableau 33 : Synthèse des personnes exposées pour la chute de glace

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,02	Modérée
E2	0,02	Modérée
E3	0,02	Modérée

Tableau 34 : Niveau de gravité pour la chute de glace

7.2.2.5 Probabilité

De façon conservatrice, il est considéré que la probabilité est de classe « A », c’est-à-dire une probabilité supérieure à 10^{-2} .



7.2.2.6 Acceptabilité

Selon le guide l'étude dangers, avec une classe de probabilité de A, le risque de chute de glace pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'une gravité « Modérée » qui correspond pour cet événement à un nombre de personnes permanentes (ou équivalent) inférieur à 1. Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du projet, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable). Ainsi, pour le projet éolien des Houdonnières, le phénomène de chute de glace des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes. Ce phénomène est représenté graphiquement en partie « Synthèse de l'acceptabilité des risques ».

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modérée	Acceptable
E2	Modérée	Acceptable
E3	Modérée	Acceptable

Tableau 35 : Acceptabilité du phénomène dangereux – Chute de glace

Il convient également de rappeler que, conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, un panneau informant le public des risques (et notamment des risques de chute de glace) sera installé sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur, c'est-à-dire en amont de la zone d'effet de ce phénomène. Cette mesure permettra de réduire les risques pour les personnes potentiellement présentes sur le site lors des épisodes de grand froid.

7.2.3 Chute d'éléments de l'éolienne

7.2.3.1 Zone d'effet

La chute d'éléments comprend la chute de tous les équipements situés en hauteur : trappes, boulons, morceaux de pales ou pales entières. Le cas majorant est ici le cas de la chute de pale. Il est retenu dans l'étude détaillé des risques pour représenter toutes les chutes d'éléments.

Le risque de chute d'élément est cantonné à la zone de survol des pales, c'est-à-dire une zone d'effet correspondant à un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor.

7.2.3.2 Intensité

Pour le phénomène de chute d'éléments, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un élément (cas majorant d'une pale entière se détachant de l'éolienne) et la superficie de la zone d'effet du phénomène (zone de survol).

Le tableau ci-après permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne dans le cas du projet éolien des Houdonnières.

d est le degré d'exposition, Zi la zone d'impact, Ze la zone d'effet, R la longueur de pale (R=75m) et LB la largeur de la base de la pale (LB=4,5 m), D est le diamètre du rotor (D=150 m)

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)			
Zone d'impact en m²	Zone d'effet du phénomène étudié en m²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
Zi = R*LB/2 Zi = 168,75 m²	Ze = π x (D/2)² Ze = 17671,46 m²	d = Zi / Ze d =0,95 %	Exposition modérée

L'intensité en dehors de la zone de survol est nulle.

Tableau 36 : Intensité du phénomène dangereux – Chute d'éléments de l'éolienne

7.2.3.3 Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (voir paragraphe 3.7.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute de glace, dans la zone de survol de l'éolienne :

- Plus de 1000 personnes exposées : « Désastreux »
- Plus de 100 personnes exposées : « Catastrophique »
- Entre 10 et 100 personnes exposées : « Important »
- Entre 1 et 10 personnes exposées : « Sérieux »
- Moins de 1 personne exposée : « Modéré »

Les tableaux suivants indiquent, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène de chute d'éléments et la gravité associée :

Chute d'éléments		Terrains non aménagés et très peu fréquentés : champs, prairies				Total
EOL	ZE (m²)	RZE (m)	S (m²)	SC (ha)	PE	PE
E1	17 671	75	17 671	1,77	0,02	0,02
E2	17 671	75	17 671	1,77	0,02	0,02
E3	17 671	75	17 671	1,77	0,02	0,02

[EOL : Eolienne / ZE : Zone d'effet du phénomène étudié en m² / RZE : Rayon de la zone d'effet en m
L : Longueur en m / PE : Personnes exposées / S : Surface en ha ou m² / SC : Surface concernée en ha]

Tableau 37 : Synthèse des personnes exposées pour la chute d'éléments de l'éolienne



Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,02	Modérée
E2	0,02	Modérée
E3	0,02	Modérée

Tableau 38 : Niveau de gravité pour la chute d'éléments de l'éolienne

7.2.3.4 Probabilité

Peu d'éléments sont disponibles dans la littérature pour évaluer la fréquence des événements de chute de pales ou d'éléments d'éoliennes.

Le retour d'expérience connu en France montre que ces événements ont une classe de probabilité « C » (2 chutes et 5 incendies pour 15 667 années d'expérience, soit 4.47×10^{-4} événement par éolienne et par an).

Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 Septembre 2005 d'une probabilité « C » : « Événement 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 ».

Une probabilité de classe « C » est donc retenue par défaut pour ce type d'événement.

7.2.3.5 Acceptabilité

Selon le guide de l'étude de dangers, avec une classe de probabilité « C », le risque de chute d'éléments pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'un nombre de personnes permanentes (ou équivalent) inférieur à 10 dans la zone d'effet. Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du projet, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modérée	Acceptable
E2	Modérée	Acceptable
E3	Modérée	Acceptable

Tableau 39 : Acceptabilité du phénomène dangereux – Chute d'éléments de l'éolienne

Ainsi, pour le projet éolien des Houdonnières, le phénomène de chute d'éléments de l'éolienne constitue un risque acceptable pour les personnes. Ce phénomène est représenté graphiquement en partie « Synthèse de l'acceptabilité des risques ».

7.2.4 Projection de pale ou de fragment de pale

7.2.4.1 Zone d'effet

Dans l'accidentologie française rappelée en annexe, la distance maximale relevée et vérifiée par le groupe de travail précédemment mentionné pour une projection de fragment de pale est de 380 mètres par rapport au mât de l'éolienne. On constate que les autres données disponibles dans cette accidentologie montrent des distances d'effet inférieures.

L'accidentologie éolienne mondiale manque de fiabilité car la source la plus importante (en termes statistiques) est une base de données tenue par une association écossaise majoritairement opposée à l'énergie éolienne [3].

Pour autant, des études de risques déjà réalisées dans le monde ont utilisé une distance de 500 mètres, en particulier les études [5] et [6].

Sur la base de ces éléments et de façon conservatrice, une distance d'effet de 500 mètres est considérée comme distance raisonnable pour la prise en compte des projections de pales ou de fragments de pales dans le cadre des études de dangers des parcs éoliens.

7.2.4.2 Intensité

Pour le phénomène de projection de pale ou de fragment de pale, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un élément (cas majorant d'une pale entière) et la superficie de la zone d'effet du phénomène (500 m).

Le tableau ci-après permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne dans le cas du projet éolien des Houdonnières.

d est le degré d'exposition, Zi la zone d'impact, Ze la zone d'effet, R la longueur de pale (R=75 m), Rp le rayon de projection de pale (Rp=500m) et LB la largeur de la base de la pale (LB=4,5 m).

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)			
Zone d'impact en m²	Zone d'effet du phénomène étudié en m²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Zi = R \cdot LB / 2$ $Zi = 168,75 \text{ m}^2$	$Ze = \pi \times Rp^2$ $Ze = 785\,398 \text{ m}^2$	0,02% (< 1 %)	Exposition modérée

Tableau 40 : Intensité du phénomène dangereux – Projection de pale ou de fragment de pale

7.2.4.3 Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection, dans la zone de 500 m autour de l'éolienne :

- Plus de 1000 personnes exposées : « Désastreux »
- Entre 100 et 1000 personnes exposées : « Catastrophique »
- Entre 10 et 100 personnes exposées : « Important »
- Moins de 10 personnes exposées : « Sérieux »
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » : « Modéré »



Le tableau précédent ainsi que le suivant indiquent, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène de projection et la gravité associée.

Projection de pale ou fragments de pale			Environnement	Total
EOL	ZE (m²)	RZE (m)	Se référer au Tableau 15 : Synthèse sur l'environnement humain de l'installation page 30	PE
E1	785 398	500,00		12,79
E2	785 398	500,00		14,96
E3	785 398	500,00		28,05

[EOL : Eolienne / ZE : Zone d'effet du phénomène étudié en m² / RZE : Rayon de la zone d'effet en m
L : Longueur en m / PE : Personnes exposées / S : Surface en ha ou m² / SC : Surface concernée en ha]

Tableau 41 : Synthèse des personnes exposées pour la projection de pale ou de fragment de pale

Projection de pale ou fragments de pale (zone de 500m autour de chaque éolienne)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	12,79	Importante
E2	14,96	Importante
E3	28,05	Importante

Tableau 42 : Niveau de gravité pour la projection de pale ou de fragment de pale

7.2.4.4 Probabilité

Les valeurs retenues dans la littérature pour une rupture de tout ou partie de pale sont détaillées dans le tableau suivant :

Source	Fréquence	Justification
Site specific hazard assesment for a wind farm project [4]	1 x 10 ⁻⁶	Respect de l'Eurocode EN 1990 – Basis of structural design
Guide for risk based zoning of wind turbines [5]	1, 1 x 10 ⁻³	Retour d'expérience au Danemark (1984-1992) et en Allemagne (1989-2001)
Specification of minimum distances [6]	6,1 x 10 ⁻⁴	Recherche Internet des accidents entre 1996 et 2003

Tableau 43 : Valeurs de référence pour la probabilité de projection de pale ou de fragment de pale

Ces valeurs correspondent à des classes de probabilité de « B », « C » ou « E ». Le retour d'expérience français montre également une classe de probabilité « C » (12 événements pour 15 667 années d'expérience, soit 7,66 x 10⁻⁴ événement par éolienne et par an).

Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 Septembre 2005 d'une probabilité « C » : « Événement 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 ». Une probabilité de classe « C » est donc retenue par défaut pour ce type d'événement.

Néanmoins, les dispositions constructives des éoliennes ayant fortement évolué, le niveau de fiabilité est aujourd'hui bien meilleur. Des mesures de maîtrise des risques supplémentaires ont été mises en place notamment :

- les dispositions de la norme IEC 61 400-1
- les dispositions des normes IEC 61 400-24 et EN 62 305-3 relatives à la foudre
- système de détection des survitesses et un système redondant de freinage
- système de détection des vents forts et un système redondant de freinage et de mise en sécurité des installations – un système adapté est installé en cas de risque cyclonique
- utilisation de matériaux résistants pour la fabrication des pales (fibre de verre ou de carbone, résines, etc.)

De manière générale, le respect des prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation permet de s'assurer que les éoliennes font l'objet de mesures réduisant significativement la probabilité de projection.

Il est considéré que la classe de probabilité de l'accident est « D » : « S'est produit mais a fait l'objet de mesures correctrices réduisant significativement la probabilité ».

7.2.4.5 Acceptabilité

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du projet éolien des Houdonnières, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Important	Acceptable
E2	Important	Acceptable
E3	Important	Acceptable

Tableau 44 : Acceptabilité du phénomène dangereux – Projection de pale ou de fragment de pale

Ainsi, pour le projet éolien des Houdonnières, le phénomène de projection de tout ou partie de pale des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes. Ce phénomène est représenté graphiquement en partie « Synthèse de l'acceptabilité des risques ».



7.2.5 Projection de morceaux de glace

7.2.5.1 Zone d'effet

L'accidentologie rapporte quelques cas de projection de glace. Ce phénomène est connu et possible, mais reste difficilement observable et n'a jamais occasionné de dommage sur les personnes ou les biens.

En ce qui concerne la distance maximale atteinte par ce type de projectiles, il n'existe pas d'information dans l'accidentologie. La référence [15] propose une distance d'effet fonction de la hauteur et du diamètre de l'éolienne, dans les cas où le nombre de jours de glace est important et où l'éolienne n'est pas équipée de système d'arrêt des éoliennes en cas de givre ou de glace :

Distance d'effet = 1,5 x (hauteur au moyeu + diamètre de rotor)

Cette distance de projection est jugée conservatrice dans des études postérieures [17]. A défaut de données fiables, il est proposé de considérer cette formule pour le calcul de la distance d'effet pour les projections de glace.

7.2.5.2 Intensité

Pour le phénomène de projection de glace, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un morceau de glace (cas majorant de 1 m²) et la superficie de la zone d'effet du phénomène.

Le tableau ci-après permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de glace dans le cas du projet éolien des Houdonnières.

d est le degré d'exposition, Zi la zone d'impact, Ze la zone d'effet, R la longueur de pale (R=75m), H la hauteur au moyeu (H=125m), D le diamètre du rotor (D=150 m) et SG la surface majorante d'un morceau de glace.

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de RPG = 1,5 x (H+2R) autour de l'éolienne)			
Zone d'impact en m²	Zone d'effet du phénomène étudié en m²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
Zi = SG	$Ze = \pi \times (1,5 \times (H+D))^2$	$Zi/Ze = 0,0002\%$	Exposition modérée
Zi = 1m²	Ze = 534561,62 m²	(< 1 %)	

Tableau 45 : Intensité du phénomène dangereux - Projection de morceaux de glace

7.2.5.3 Gravité

En fonction de cette intensité, il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection de glace, dans la zone d'effet de ce phénomène :

- Plus de 1000 personnes exposées : « Désastreux »
- Entre 100 et 1000 personnes exposées : « Catastrophique »
- Entre 10 et 100 personnes exposées : « Important »
- Moins de 10 personnes exposées : « Sérieux »
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » : « Modéré »

Il a été observé dans la littérature disponible [17] qu'en cas de projection, les morceaux de glace se cassent en petits fragments dès qu'ils se détachent de la pale. La possibilité de l'impact de glace sur des personnes abritées par un bâtiment ou un véhicule est donc négligeable et ces personnes ne doivent pas être comptabilisées pour le calcul de la gravité.

Ici, conformément à la trame type de l'étude de dangers, seules les personnes non-abritées seront prises en compte.

Les tableaux suivants indiquent, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène de projection de glace et la gravité associée :

Chute d'éléments		Terrains non aménagés et très peu fréquentés : champs, prairies				Total
EOL	ZE (m²)	RZE (m)	S (m²)	SC (ha)	PE	PE
E1	534 562	412,5	534 562	53,46	0,53	0,53
E2	534 562	412,5	534 562	53,46	0,53	0,53
E3	534 562	412,5	534 562	53,46	0,53	0,53

[EOL : Eolienne / ZE : Zone d'effet du phénomène étudié en m² / RZE : Rayon de la zone d'effet en m
L : Longueur en m / PE : Personnes exposées / S : Surface en ha ou m² / SC : Surface concernée en ha]

Tableau 46 : Synthèse des personnes exposées pour la projection de morceaux de glace

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de 412,5 m)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,53	Modéré
E2	0,53	Modéré
E3	0,53	Modéré

Tableau 47 : Niveau de gravité pour la projection de morceaux de glace

7.2.5.4 Probabilité

Au regard de la difficulté d'établir un retour d'expérience précis sur cet événement et considérant des éléments suivants :

- les mesures de prévention de projection de glace imposées par l'arrêté du 26 août 2011 ;
- le recensement d'aucun accident lié à une projection de glace ;
- l'arrêt des éoliennes dans les conditions de formation de glace.

Une probabilité forfaitaire B « Événement probable ».



7.2.5.5 Acceptabilité

Le risque de projection pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'un niveau de gravité « modérée ».

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du projet éolien des Houdonnières, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable) :

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de RPG = 1,5 x (H+ autour de l'éolienne = 412,5 m)			
Eolienne	Gravité	Présence de système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace et de procédure de redémarrage	Niveau de risque
E1	Modéré	Oui	Acceptable
E2	Modéré	Oui	Acceptable
E3	Modéré	Oui	Acceptable

Tableau 48 : Acceptabilité du phénomène dangereux – Projection de morceaux de glace

Ainsi, pour le projet éolien des Houdonnières, le phénomène de projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes. Ce phénomène est représenté graphiquement en partie « Synthèse de l'acceptabilité des risques ».

7.2.6 Synthèses de l'étude détaillée des risques

7.2.6.1 Tableaux de synthèse des scénarios étudiés

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité	Acceptabilité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale (200 m)	Rapide	Exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes)	Modérée	Acceptable
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol (75m)	Rapide	Exposition modérée	C	Modérée	Acceptable
Chute de glace	Zone de survol (75m)	Rapide	Exposition modérée	A	Modérée	Acceptable
Projection de pale ou fragment de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D (éoliennes récentes)	Importante	Acceptable
Projection de morceaux de glace	1,5 x (H + 2R) autour des éoliennes soit 412,5 m	Rapide	Exposition modérée	B	Modérée	Acceptable

Tableau 49 : Synthèse des scénarios étudiés

7.2.6.2 Synthèse de l'acceptabilité des risques

Enfin, la dernière étape de l'étude détaillée des risques consiste à rappeler l'acceptabilité des accidents potentiels pour chacun des phénomènes dangereux étudiés. Les accidents potentiels identifiés sont de cinq sortes :

- Effondrement de l'éolienne
- Chute d'élément de l'éolienne
- Chute de morceaux de glace
- Projection de pale ou de fragment de pale
- Projection de morceaux de glace

Pour chaque accident potentiel, nous retenons l'événement le plus fort en termes de probabilité et de gravité. Ci-après vous trouverez donc la matrice de criticité, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010 mentionnée.

Conséquence	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important		Projection de pale ou fragment de pale : E1, E2 et E3			
Sérieux					
Modéré		Effondrement d'éolienne : E1, E2 et E3	Chute d'éléments : E1, E2 et E3	Projection de glace : E1, E2 et E3	Chute de glace : E1, E2 et E3

Tableau 50 : Matrice de l'acceptabilité des risques avec les phénomènes dangereux étudiés

Légende de la matrice :

Niveau de risque	Couleur	Acceptabilité
Risque très faible	acceptable	acceptable
Risque faible	acceptable	acceptable
Risque important	non acceptable	non acceptable

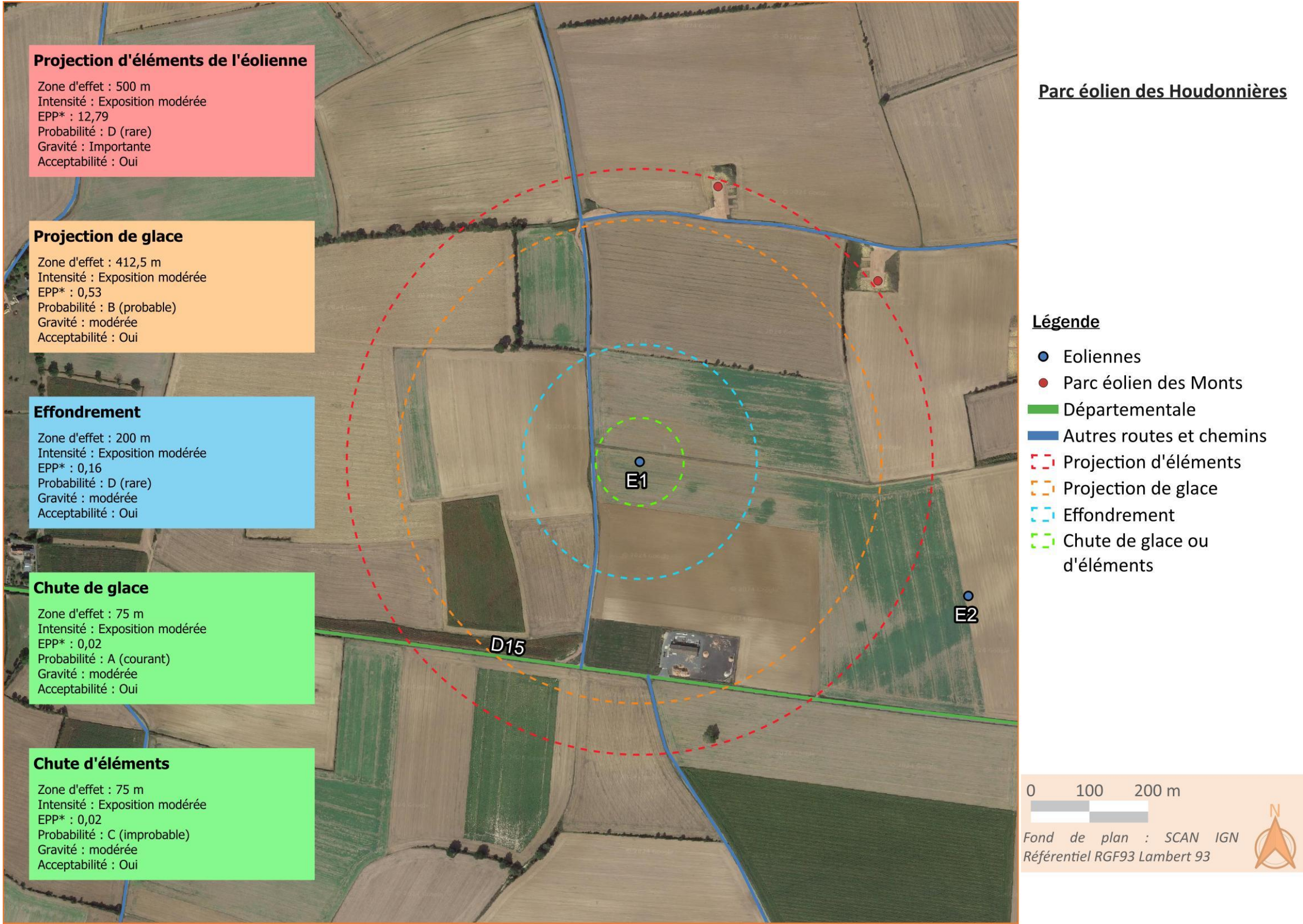
Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice et le risque associé à chaque événement étudié est acceptable
- certains accidents figurent en case jaune. Pour ces accidents, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans le paragraphe « Mise en place des mesures de sécurité » en page 59 sont mises en place.

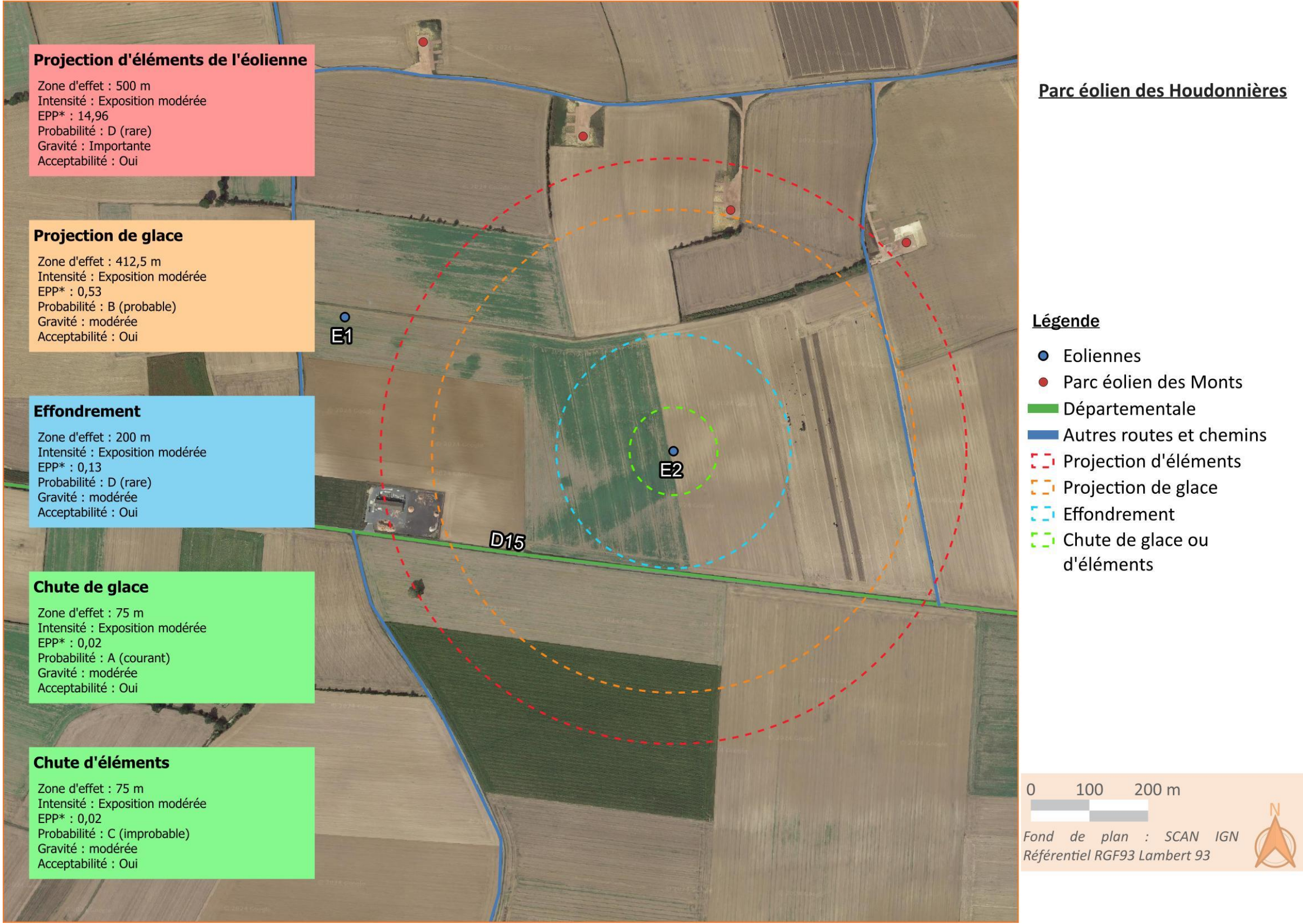
Nous pouvons alors conclure que l'acceptabilité du risque généré par le projet éolien des Houdonnières est acceptable.



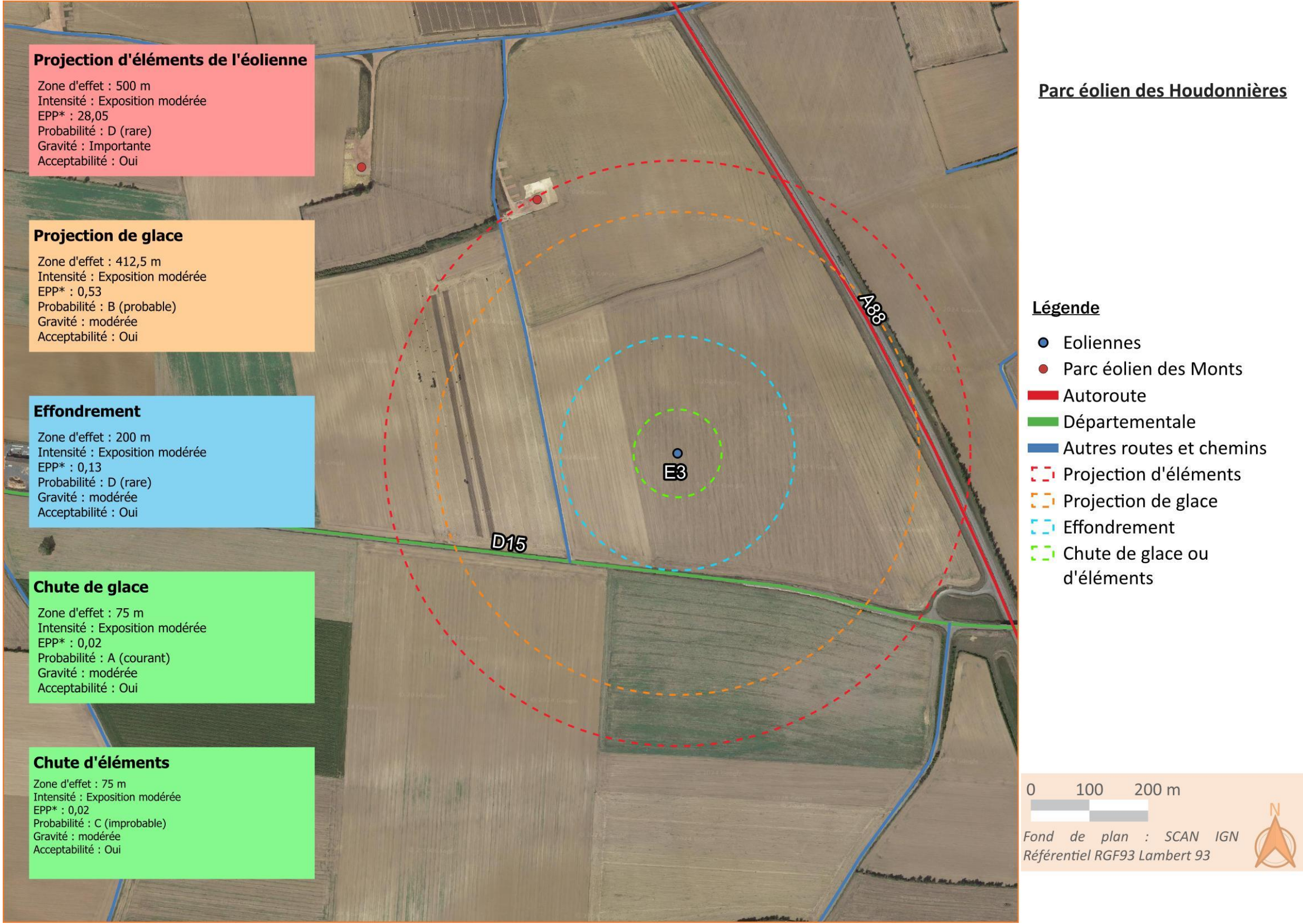
7.2.6.3 Cartographies de synthèse présentant les résultats pour chaque éolienne



Carte 30 : cartographies de synthèse pour E1



Carte 31 : cartographies de synthèse pour E2

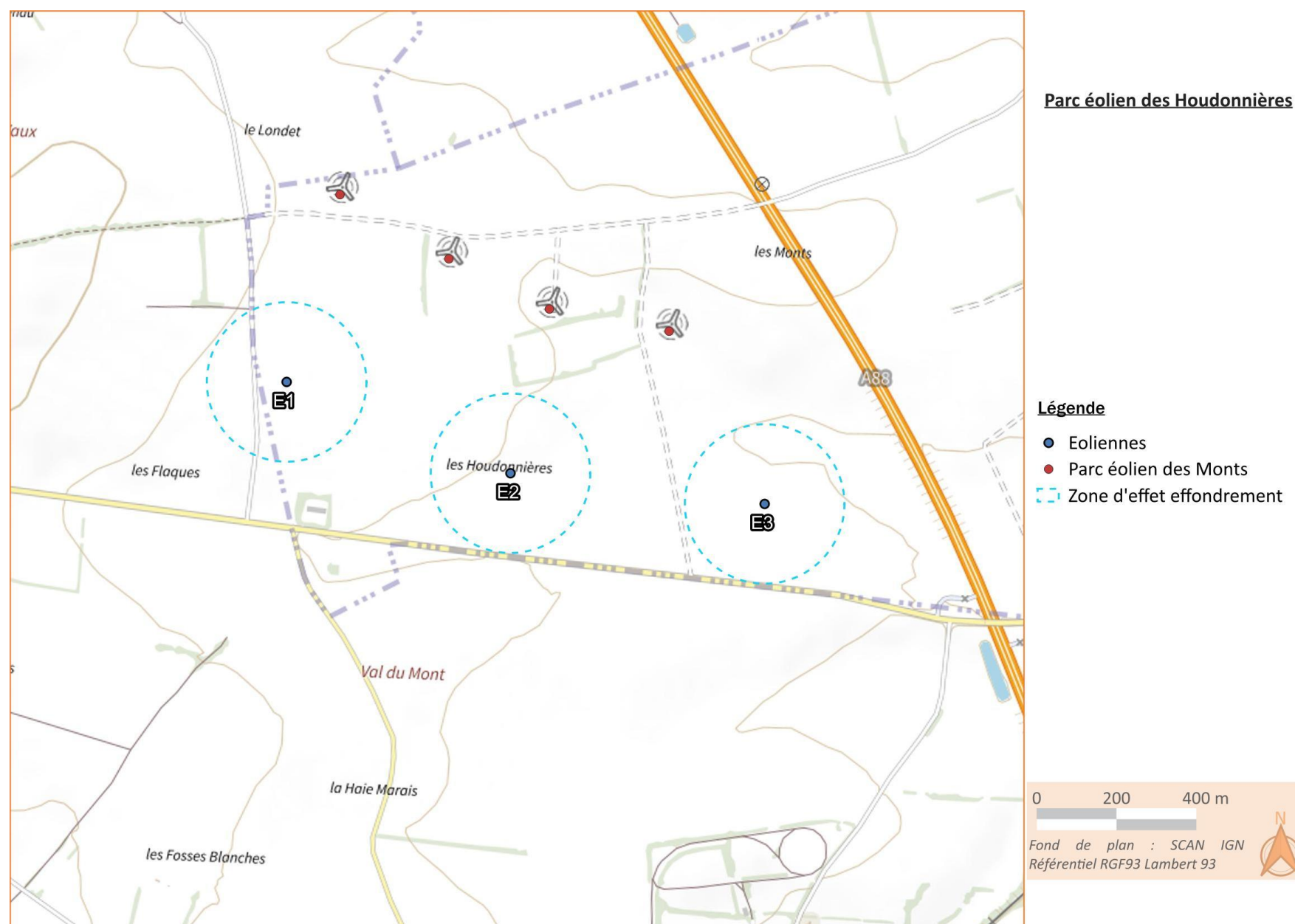


Carte 32 : cartographies de synthèse pour E3



7.2.6.4 Cartographies des risques

- Effondrement de l'éolienne

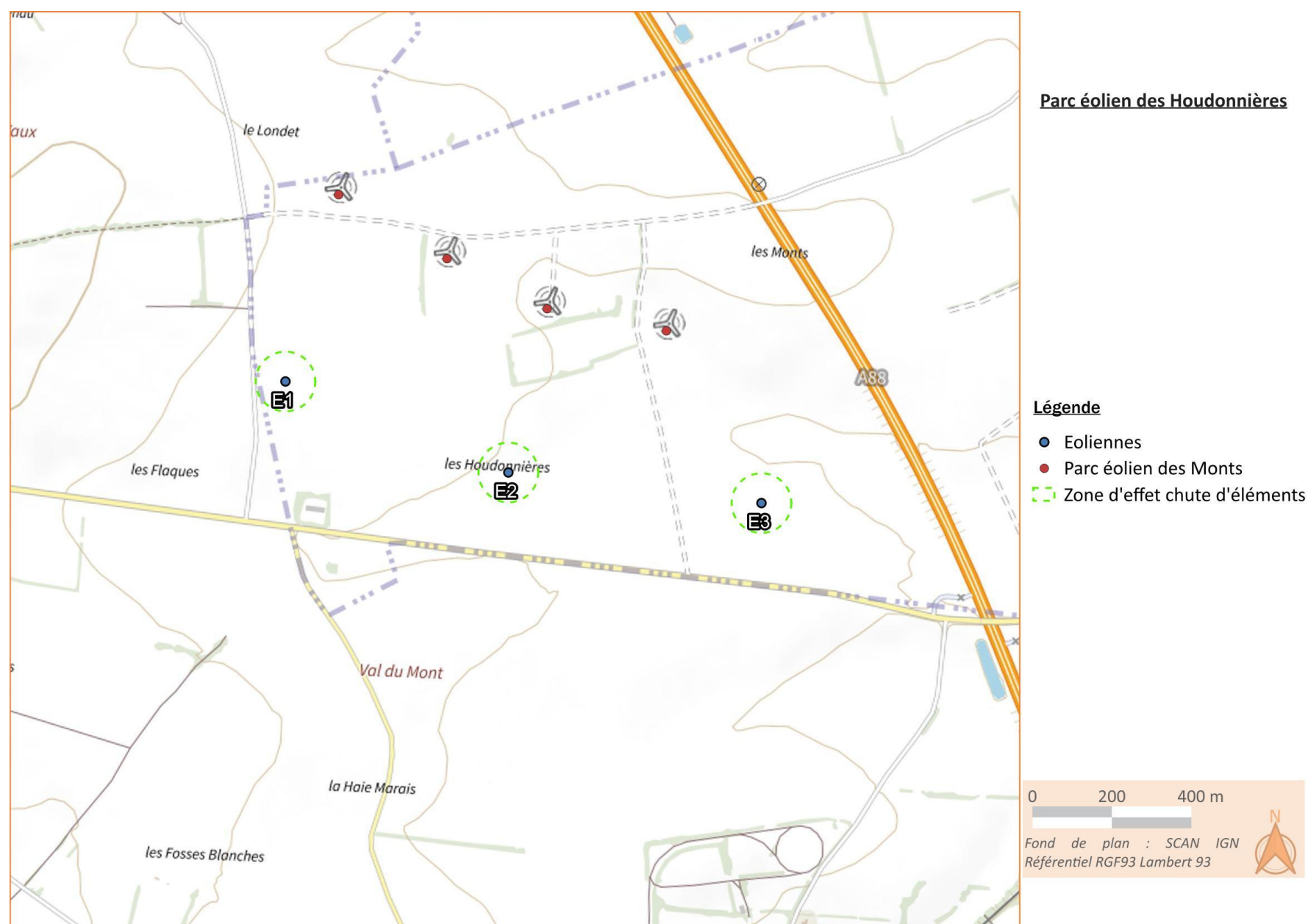


Carte 33 : Zone d'effet de l'effondrement par éolienne

- Toutes les éoliennes sont concernées par ce scénario.
- Ce scénario a une cinétique rapide.
- La zone d'effet afférente à ce scénario est de 200 m.
- Cela concerne moins de 1 EPP pour toutes les éoliennes.
- En termes d'intensité, l'exposition est modérée.
- La probabilité d'occurrence de ce scénario est de D (Rare : « s'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité. »).
- La gravité de ce scénario est qualifiée de modérée.
- Le risque est acceptable pour toutes les éoliennes.



▪ Chute d'éléments de l'éolienne

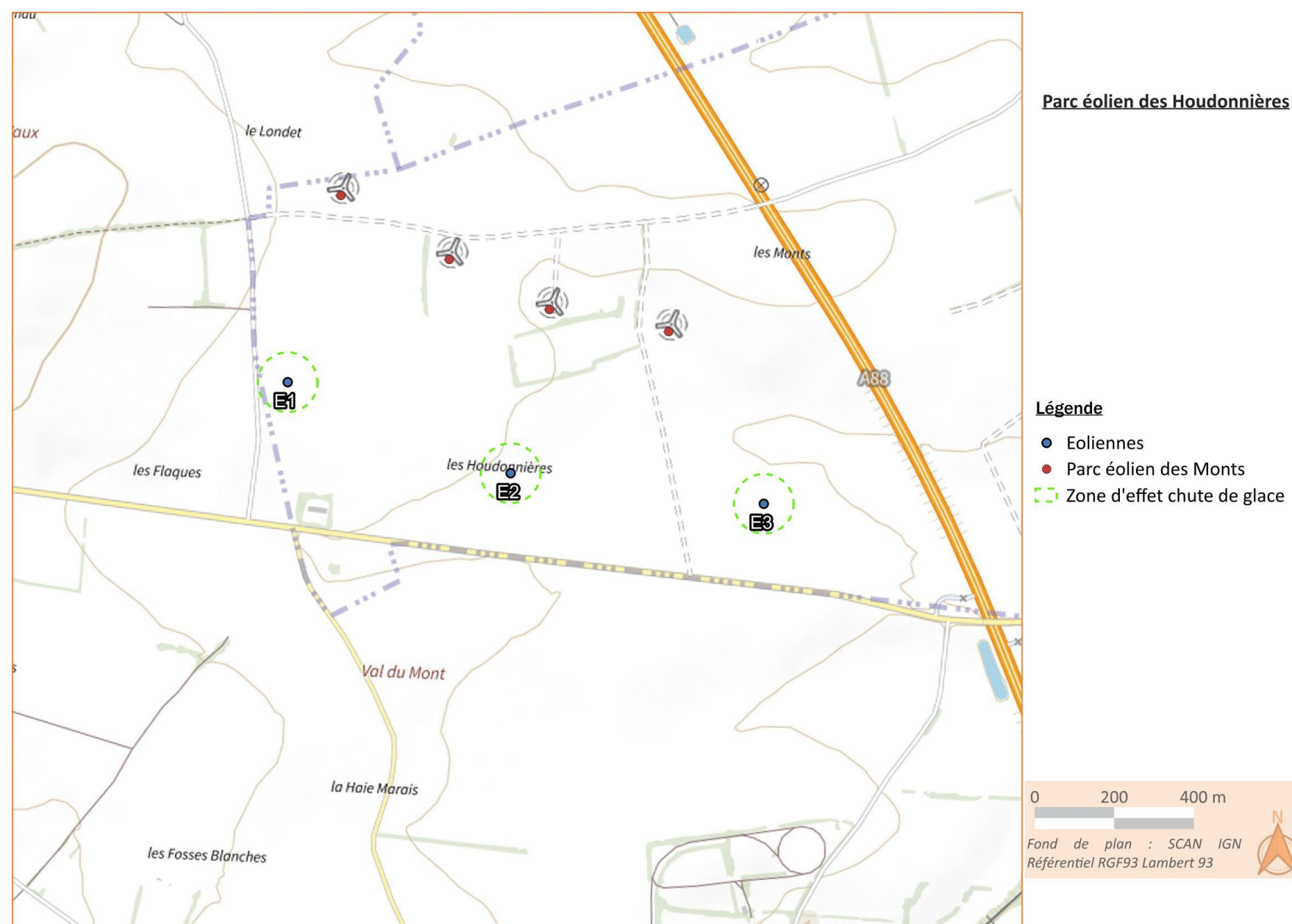


Carte 34 : Zone d'effet de la chute d'éléments par éolienne

- Toutes les éoliennes sont concernées par ce scénario.
- Ce scénario a une cinétique rapide.
- La zone d'effet afférente à ce scénario est de 75m.
- Cela concerne moins de 1 EPP pour toutes les éoliennes.
- En termes d'intensité, l'exposition est modérée.
- La probabilité d'occurrence de ce scénario est de C (Improbable : « Événement 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. »).
- La gravité de ce scénario est qualifiée de modérée.



▪ Chute de glace

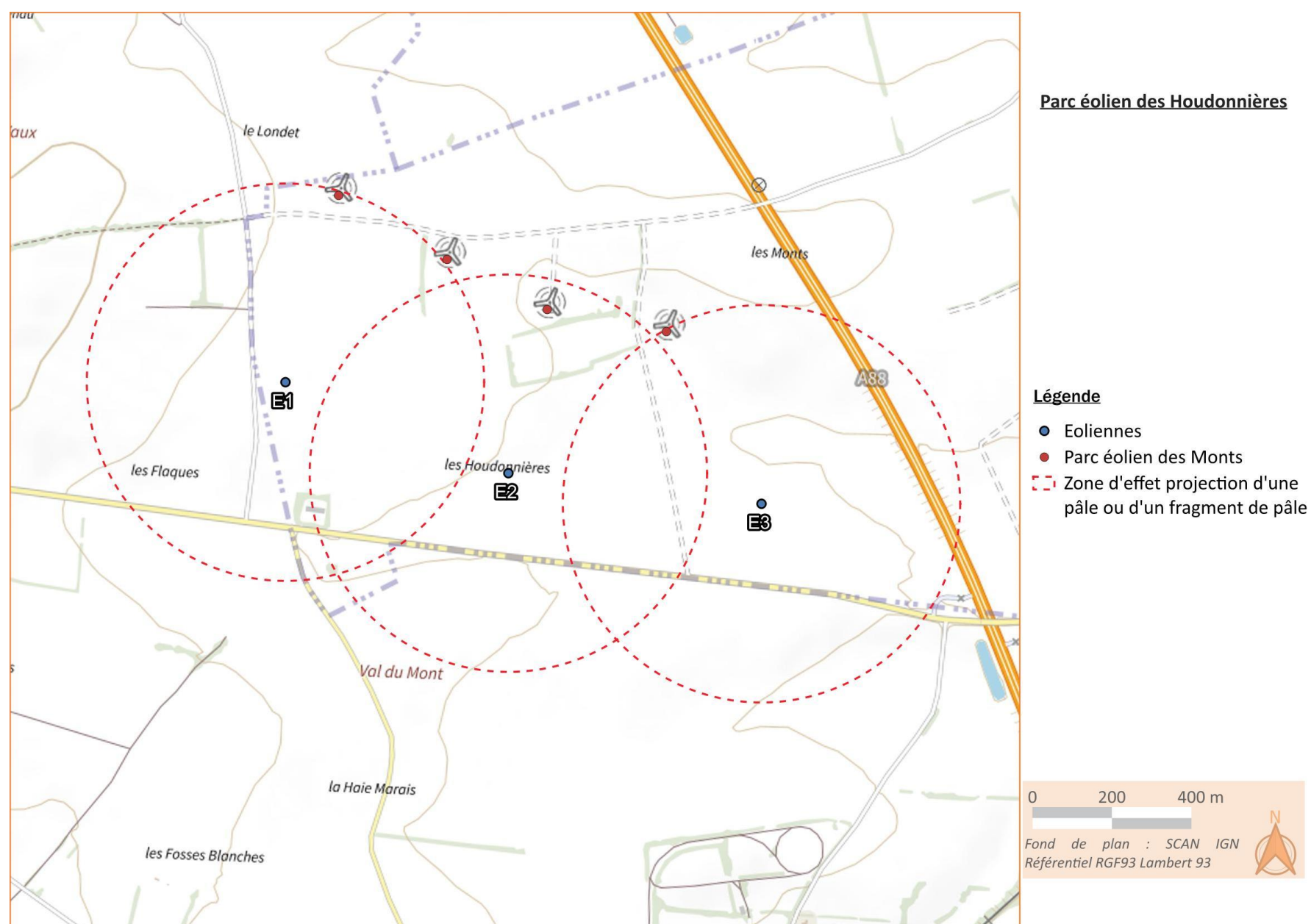


Carte 35 : Zone d'effet de chute de glace par éolienne

- Toutes les éoliennes sont concernées par ce scénario.
- Ce scénario a une cinétique rapide.
- La zone d'effet afférente à ce scénario est de 75 m.
- Cela concerne moins de 1 EPP pour toutes les éoliennes.
- En termes d'intensité, l'exposition est modérée.
- La probabilité d'occurrence de ce scénario est de A
- La gravité de ce scénario est qualifiée de modérée.
- Le risque est acceptable pour toutes les éoliennes.



- Projection de pale ou de fragment de pale

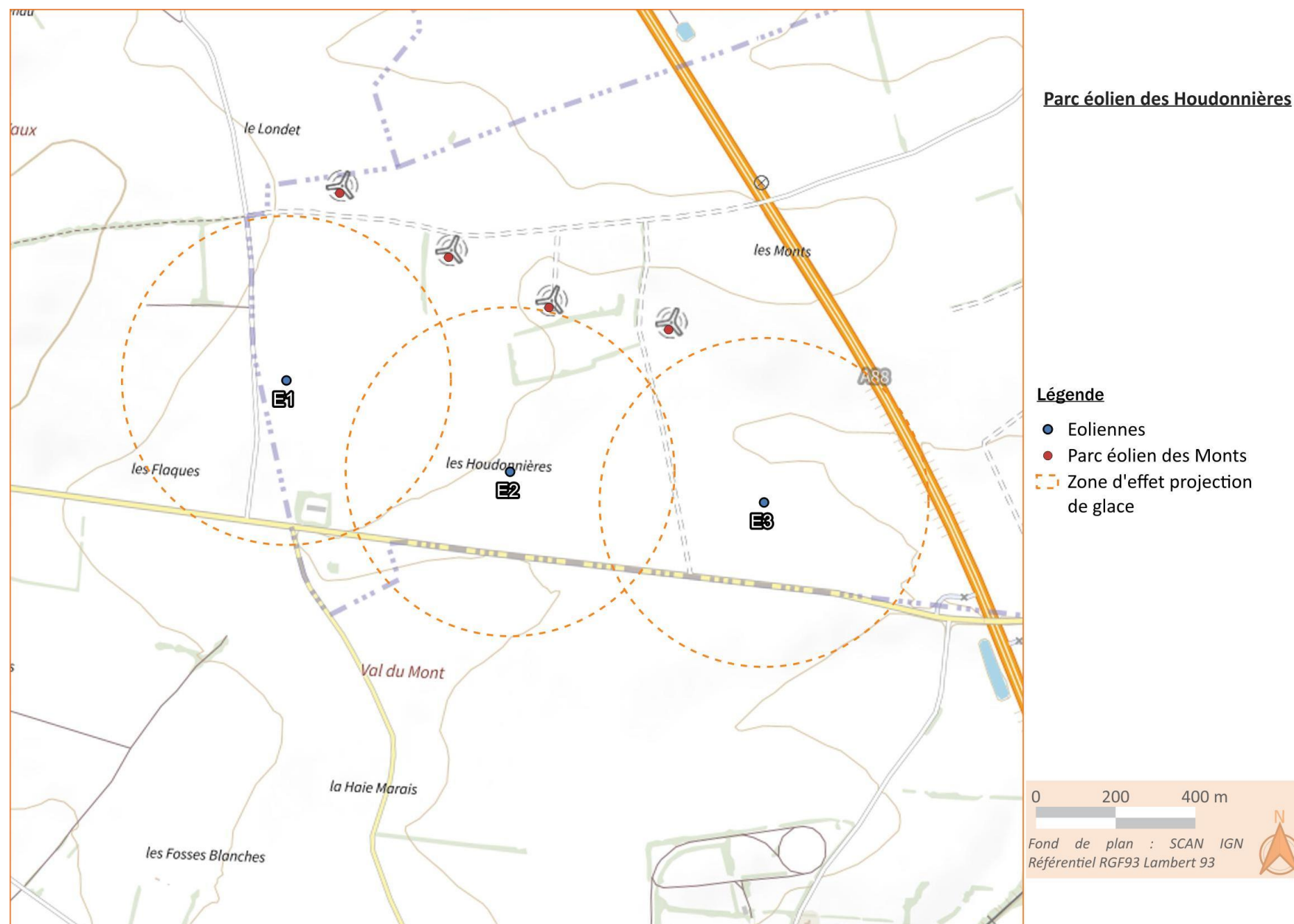


Carte 36 : Zone d'effet de projection de pale ou fragment de pale par éolienne

- Toutes les éoliennes sont concernées par ce scénario.
- Ce scénario a une cinétique rapide.
- La zone d'effet afférente à ce scénario est de 500 mètres.
- Cela concerne des EPP entre 12 et 30 pour toutes les éoliennes.
- En termes d'intensité, l'exposition est modérée.
- La probabilité d'occurrence de ce scénario est de D.
- La gravité de ce scénario est qualifiée d'Importante.
- Le risque est acceptable pour toutes les éoliennes.



- Projection de morceaux de glace



Carte 37 : Zone d'effet de projection de morceaux de glace par éolienne

- Toutes les éoliennes sont concernées par ce scénario.
- Ce scénario a une cinétique rapide.
- Toutes les éoliennes sont concernées avec moins de 1 EPP.
- La zone d'effet afférente à ce scénario est de $1,5 \times (H+2R)$ soit 412,5m.
- En termes d'intensité, l'exposition est modérée.
- La probabilité d'occurrence de ce scénario est de B (probable : « S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations. »).
- La gravité de ce scénario est qualifiée de modérée.
- Le risque est acceptable pour toutes les éoliennes.



7.3 Conclusion

Les principaux accidents majeurs identifiés dans le projet éolien des Houdonnières sont :

- l’effondrement d’une éolienne ;
- la chute d’éléments de l’éolienne ;
- la chute de glace ;
- la projection de pales ou de fragments de pale ;
- la projection de glace.

Ces accidents majeurs ont tous une cinétique rapide mais se caractérisent par des gravités et probabilités différentes.

Scénario	Zone d’effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité	Acceptabilité
Effondrement de l’éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale soit 200m	Rapide	Exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes)	Modérée	Acceptable
Chute d’élément de l’éolienne	Zone de survol (75m)	Rapide	Exposition modérée	C	Modérée	Acceptable
Chute de glace	Zone de survol (75m)	Rapide	Exposition modérée	A	Modérée	Acceptable
Projection de pale ou fragment de pale	500 m autour de l’éolienne	Rapide	Exposition modérée	D (Éoliennes récentes)	Importante	Acceptable
Projection de morceaux de glace	1,5 x (H + 2R) autour des éoliennes soit 412,5 m	Rapide	Exposition modérée	B	Modérée	Acceptable

Tableau 51 : Synthèse de l’acceptabilité des phénomènes dangereux étudiés

Aussi, pour chacun des phénomènes dangereux identifiés, des mesures de sécurité appropriées seront mises en place :

- Concernant l’effondrement de l’éolienne seront mises en place :

La fonction de sécurité n°9 : Prévenir les défauts de stabilité de l’éolienne et les défauts d’assemblage par le biais de contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d’assemblages, de procédures qualités et attestation du contrôle technique (procédure permis de construire).

La fonction de sécurité n°10 : Prévenir les erreurs de maintenance en appliquant des procédures spécifiques.

La fonction de sécurité n°12 : Prévenir la dégradation de l’état des équipements par l’instauration de procédures de contrôle des équipements lors des maintenances planifiées et le suivi des données mesurées par les capteurs et sondes installées dans l’éolienne.

La fonction de sécurité n°11 : Prévenir la dégradation de l’état des équipements en adaptant la classe de l’éolienne au site et au régime de vents ainsi que la mise à l’arrêt de la machine par détection de vent fort accompagné d’un freinage aérodynamique commandé par le système de contrôle.

- Concernant la chute d’élément de l’éolienne seront mises en place :

La fonction de sécurité n°9 : Prévenir les défauts de stabilité de l’éolienne et les défauts d’assemblage par le biais de contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d’assemblages, de procédures qualités et attestation du contrôle technique (procédure permis de construire).

La fonction de sécurité n°10 : Prévenir les erreurs de maintenance en appliquant des procédures spécifiques.

- Concernant la chute de glace sera mise en place :

La fonction de sécurité n°2 : Prévenir l’atteinte des personnes par la chute de glace par un panneautage en pied de machines et un éloignement des zones habitées et fréquentées.

- Concernant la projection de pale ou de fragments de pale seront mises en place :

La fonction de sécurité n°4 : Prévenir la survitesse par détection de survitesse et système de freinage.

La fonction de sécurité n°9 : Prévenir les défauts de stabilité de l’éolienne et les défauts d’assemblage par le biais de contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d’assemblages, de procédures qualités et attestation du contrôle technique (procédure permis de construire).

La fonction de sécurité n°12 : Prévenir la dégradation de l’état des équipements par l’instauration de procédures de contrôle des équipements lors des maintenances planifiées et le suivi des données mesurées par les capteurs et sondes installées dans l’éolienne.

La fonction de sécurité n°11 : Prévenir la dégradation de l’état des équipements en adaptant la classe de l’éolienne au site et au régime de vents ainsi que la mise à l’arrêt de la machine par détection de vent fort accompagné d’un freinage aérodynamique commandé par le système de contrôle.

- Concernant la projection de glace sera mise en place :

La fonction de sécurité n°1 : Prévenir la mise en mouvement de l’éolienne lors de la formation de glace à l’aide d’un système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l’aérogénérateur. La procédure de redémarrage peut se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site.

Ainsi, au vu des caractéristiques de chaque évènement redouté en termes d’intensité, de probabilité et de gravité, au vu des mesures mises en place par IEL Exploitation, les accidents majeurs identifiés les plus significatifs dans le cadre du projet éolien des Houdonnières sont acceptables.



Tableau 52 : Matrice de risque du projet éolien des Houdonnières

Récapitulatif						
Gravité		Classe de Probabilité				
(traduit l'intensité et le nombre de personnes exposées)		E	D	C	B	A
Désastreuse						
Catastrophique						
Importante			Projection de pale ou fragment de pale : E1, E2 et E3			
Sérieuse						
Modérée			Effondrement d'éolienne : E1, E2 et E3	Chute d'éléments : E1, E2 et E3	Projection de glace : E1, E2 et E3	Chute de glace : E1, E2 et E3
Niveau de risque	Couleur	Acceptabilité				
Risque très faible		acceptable				
Risque faible		acceptable				
Risque important		non acceptable				



ANNEXES

Annexe 1 – Méthode de comptage des personnes pour la détermination de la gravité potentielle d'un accident à proximité d'une éolienne

La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) présentes dans chacune des zones d'effet se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers. Cette fiche permet de compter aussi simplement que possible, selon des règles forfaitaires, le nombre de personnes exposées dans chacune des zones d'effet des phénomènes dangereux identifiés. Dans le cadre de l'étude de dangers des parcs éoliens, cette méthode permet tout d'abord, au stade de la description de l'environnement de l'installation (partie III.4), de comptabiliser les enjeux humains présents dans les ensembles homogènes (terrains non bâtis, voies de circulation, zones habitées, ERP, zones industrielles, commerces...) situés dans l'aire d'étude de l'éolienne considérée. D'autre part, cette méthode permet ensuite de déterminer la gravité associée à chaque phénomène dangereux retenu dans l'étude détaillée des risques.

Terrains non bâtis

Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...) : compter 1 personne par tranche de 100 ha.

Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, chemins agricoles, plateformes de stockage, vignes, jardins et zones horticoles, gares de triage...) : compter 1 personne par tranche de 10 hectares.

Terrains aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquentés (parkings, parcs et jardins publics, zones de baignades surveillées, terrains de sport (sans gradin néanmoins...) : compter la capacité du terrain et a minima 10 personnes à l'hectare.

Voies de circulation

Les voies de circulation n'ont à être prises en considération que si elles sont empruntées par un nombre significatif de personnes. En effet, les voies de circulation non structurantes (< 2000 véhicule/jour) sont déjà comptées dans la catégorie des terrains aménagés mais peu fréquentés.

Voies de circulation automobiles

Dans le cas général, on comptera 0,4 personne permanente par kilomètre exposé par tranche de 100 véhicules/jour. Exemple : 20 000 véhicules/jour sur une zone de 500 m = 0,4 x 0,5 x 20 000/100 = 40 personnes.

Nombre de personnes exposées sur voies de communication structurantes en fonction du linéaire et du trafic											
Trafic (en véhicules/jour)	Linéaire de route compris dans la zone d'effet (en m)										
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	
	2 000	0,8	1,6	2,4	3,2	4	4,8	5,6	6,4	7,2	8
	3 000	1,2	2,4	3,6	4,8	6	7,2	8,4	9,6	10,8	12
	4 000	1,6	3,2	4,8	6,4	8	9,6	11,2	12,8	14,4	16
	5 000	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
	7 500	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
	10 000	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
	20 000	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
	30 000	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
	40 000	16	32	48	64	80	96	112	128	144	160
	50 000	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
60 000	24	48	72	96	120	144	168	192	216	240	
70 000	28	56	84	112	140	168	196	224	252	280	
80 000	32	64	96	128	160	192	224	256	288	320	
90 000	36	72	108	144	180	216	252	288	324	360	
100 000	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400	

Voies ferroviaires

Train de voyageurs : compter 1 train équivalent à 100 véhicules (soit 0,4 personne exposée en permanence par kilomètre et par train), en comptant le nombre réel de trains circulant quotidiennement sur la voie.

Voies navigables

Compter 0,1 personne permanente par kilomètre exposé et par péniche/jour.

Chemins et voies piétonnes

Les chemins et voies piétonnes ne sont pas à prendre en compte, sauf pour les chemins de randonnée, car les personnes les fréquentant sont généralement déjà comptées comme habitants ou salariés exposés. Pour les chemins de promenade, de randonnée : compter 2 personnes pour 1 km par tranche de 100 promeneurs/jour en moyenne.

Logements

Pour les logements : compter la moyenne INSEE par logement (par défaut : 2,5 personnes), sauf si les données locales indiquent un autre chiffre.

Etablissements recevant du public (ERP)

Compter les ERP (bâtiments d'enseignement, de service public, de soins, de loisir, religieux, grands centres commerciaux etc.) en fonction de leur capacité d'accueil (au sens des catégories du code de la construction et de l'habitation), le cas échéant sans compter leurs routes d'accès (cf. paragraphe sur les voies de circulation automobile).

- Les commerces et ERP de catégorie 5 dont la capacité n'est pas définie peuvent être traités de la façon suivante :
- compter 10 personnes par magasin de détail de proximité (boulangerie et autre alimentation, presse et coiffeur) ;
 - compter 15 personnes pour les tabacs, cafés, restaurants, supérettes et bureaux de poste.

Les chiffres précédents peuvent être remplacés par des chiffres issus du retour d'expérience local pour peu qu'ils restent représentatifs du maximum de personnes présentes et que la source du chiffre soit soigneusement justifiée. Une distance d'éloignement de 500 m aux habitations est imposée par la loi. La présence d'habitations ou d'ERP ne se rencontreront peu en pratique.

Zones d'activité

Zones d'activités (industries et autres activités ne recevant pas habituellement de public) : prendre le nombre de salariés (ou le nombre maximal de personnes présentes simultanément dans le cas de travail en équipes), le cas échéant sans compter leurs routes d'accès.



Annexe 2 – Tableau de l'accidentologie française

Le tableau ci-après a été établi par le groupe de travail constitué pour la réalisation du présent guide. Il recense l'ensemble des accidents et incidents connus en France concernant la filière éolienne entre 2000 et fin 2011.

Type d'accident	Date	Nom du parc	Département	Puissance (en MW)	Année de mise en service	Technologie récente	Description sommaire de l'accident et dégâts	Cause probable de l'accident	Source(s) de l'information	Commentaire par rapport à l'utilisation dans l'étude de dangers
Effondrement	Novembre 2000	Port la Nouvelle Aude	Aude	0,5	1993	Non	Le mât d'une éolienne s'est plié lors d'une tempête suite à la perte d'une pale (coupure courant prolongée pendant 4 jours suite à la tempête)	Tempête avec foudre répétée	Rapport du Site Vent de Colère CGM	-
Rupture de pale	2001	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pales en bois (avec inserts)	?	Site Vent de Colère	Information peu précise
Effondrement	01/02/2002	Wormhout	Nord	0,4	1997	Non	Bris d'hélice et mât plié	Tempête	Rapport du Site Vent du Bocage CGM	-
Maintenance	01/07/2002	Port la Nouvelle Sigean	Aude	0,66	2000	Oui	Grave électrisation avec brûlures d'un technicien	Lors de mesures pour cartériser la partie haute d'un transformateur 690V/20kV en tension. Le mètre utilisé par la victime, déroulé sur 1,46m, s'est soudainement plié et est entré dans la zone du transformateur, créant un arc électrique.	Rapport du CGM	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Effondrement	28/12/2002	Névian - Grande Garrigue	Aude	0,85	2002	Oui	Effondrement d'une éolienne suite au dysfonctionnement du système de freinage	Tempête + dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du Site Vent de Colère Article de presse (Midi Libre)	-
Rupture de pale	25/02/2002	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pale en bois (avec inserts) sur une éolienne bipale	Tempête	Article de presse (La Dépêche du 26/03/2003)	Information peu précise
Rupture de pale	05/11/2003	Sallèles-Limousis	Aude	0,75	1998	Non	Bris de pales en bois (avec inserts) sur trois éoliennes. Morceaux de pales disséminés sur 100 m.	Dysfonctionnement du système de freinage	Rapport du Site Vent de Colère Article de presse (Midi Libre du 15/11/2003)	-
Effondrement	01/01/2004	Le Portel - Boulogne sur Mer	Pas de Calais	0,75	2002	Non	Cassure d'une pale, chute du mât et destruction totale. Une pale tombe sur la plage et les deux autres dérivent sur 8 km.	Tempête	Base de données ARIA Rapport du Site Vent de Colère Articles de presse (Windpower Monthly May 2004, La Voix du Nord du 02/01/2004)	-
Effondrement	20/03/2004	Loon Plage - Port de Dunkerque	Nord	0,3	1996	Non	Couchage du mât d'une des 9 éoliennes suite à l'arrachement de la fondation	Rupture de 3 des 4 micropieux de la fondation, erreur de calcul (facteur de 10)	Base de données ARIA Rapport du Site Vent de Colère Articles de presse (La Voix du Nord du 20/03/2004 et du 21/03/2004)	-
Rupture de pale	22/06/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2001	Non	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5 m à 50 m, mât intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du Site Vent de Colère Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	-
Rupture de pale	08/07/2004	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2001	Non	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5m à 50m, mat intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du Site Vent de Colère Articles de presse (Le Télégramme, Ouest France du 09/07/2004)	Incident identique à celui s'étant produit 15 jours auparavant
Rupture de pale	2004	Escales-Conilhac	Aude	0,75	2003	Non	Bris de trois pales		Site Vent de Colère	Information peu précise
Rupture de pale + incendie	22/12/2004	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75	2004	Non	Bris des trois pales et début d'incendie sur une éolienne (survitesse de plus de 60 tr/min)	Survitesse due à une maintenance en cours, problème de régulation, et dysfonctionnement du système de freinage	Base de données ARIA Article de presse (La Tribune du 30/12/2004) Site Vent de Colère	-



PARTIE 5 – PIÈCE 2 - ETUDE DE DANGERS

Rupture pale	de	2005	Wormhout	Nord	0,4	1997	Non	Bris de pale		Site Vent de Colère	Information peu précise
Rupture pale	de	08/10/2006	Pleyber-Christ - Site du Télégraphe	Finistère	0,3	2004	Non	Chute d'une pale de 20 m pesant 3 tonnes	Allongement des pales et retrait de sécurité (débridage), pas de REX suite aux précédents accidents sur le même parc	Site Articles de presse (Ouest France) Journal FR3	FED -
Incendie		18/11/2006	Roquetaillade	Aude	0,66	2001	Oui	Acte de malveillance : explosion de bonbonne de gaz au pied de 3 éoliennes. L'une d'entre elles a mis le feu en pieds de mat qui s'est propagé jusqu'à la nacelle.	Malveillance / incendie criminel	Communiqués de presse exploitant Articles de presse (La Dépêche, Midi Libre)	-
Effondrement		03/12/2006	Bondues	Nord	0,08	1993	Non	Sectionnement du mât puis effondrement d'une éolienne dans une zone industrielle	Tempête (vents mesurés à 137Kmh)	Article de presse (La Voix du Nord)	-
Rupture pale	de	31/12/2006	Ally	Haute-Loire	1,5	2005	Oui	Chute de pale lors d'un chantier de maintenance visant à remplacer les rotors	Accident faisant suite à une opération de maintenance	Site Vent de Colère	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident pendant la phase chantier)
Rupture pale	de	03/2007	Clitourps	Manche	0,66	2005	Oui	Rupture d'un morceau de pale de 4 m et éjection à environ 80 m de distance dans un champ	Cause pas éclaircie	Site FED Interne exploitant	-
Chute d'élément		11/10/2007	Plouvien	Finistère	1,3	2007	Non	Chute d'un élément de la nacelle (trappe de visite de 50 cm de diamètre)	Défaut au niveau des charnières de la trappe de visite. Correctif appliqué et rétrofit des boulons de charnières effectué sur toutes les machines en exploitation.	Article de presse (Le Télégramme)	-
Emballement		03/2008	Dinéault	Finistère	0,3	2002	Non	Emballement de l'éolienne mais pas de bris de pale	Tempête + système de freinage hors service (boulon manquant)	Base de données ARIA	Non utilisable directement dans l'étude de dangers (événement unique et sans répercussion potentielle sur les personnes)
Collision avion		04/2008	Plouguin	Finistère	2	2004	Non	Léger choc entre l'aile d'un bimoteur Beechcraftch (liaison Ouessant-Brest) et une pale d'éolienne à l'arrêt. Perte d'une pièce de protection au bout d'aile. Mise à l'arrêt de la machine pour inspection.	Mauvaise météo, conditions de vol difficiles (sous le plafond des 1000m imposé par le survol de la zone) et faute de pilotage (altitude trop basse)	Articles de presse (Le Télégramme, Le Post)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident aéronautique)
Rupture pale	de	19/07/2008	Erize-la-Brûlée - Voie Sacrée	Meuse	2	2007	Oui	Chute de pale et projection de morceaux de pale suite à un coup de foudre	Foudre + défaut de pale	Communiqué de presse exploitant Article de presse (l'Est Républicain 22/07/2008)	-
Incendie		28/08/2008	Vauvillers	Somme	2	2006	Oui	Incendie de la nacelle	Problème au niveau d'éléments électroniques	Dépêche AFP 28/08/2008	-
Rupture pale	de	26/12/2008	Raival - Voie Sacrée	Meuse	2	2007	Oui	Chute de pale		Communiqué de presse exploitant Article de presse (l'Est Républicain)	-
Maintenance		26/01/2009	Clastres	Aisne	2,75	2004	Oui	Accident électrique ayant entraîné la brûlure de deux agents de maintenance	Accident électrique (explosion d'un convertisseur)	Base de données ARIA	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Rupture pale	de	08/06/2009	Bollène	Vaucluse	2,3	2009	Oui	Bout de pale d'une éolienne ouvert	Coup de foudre sur la pale	Interne exploitant	Non utilisable dans les chutes ou les projections (la pale est restée accrochée)
Incendie		21/10/2009	Froidfond - Espinassière	Vendée	2	2006	Oui	Incendie de la nacelle	Court-circuit dans transformateur sec embarqué en nacelle ?	Article de presse (Ouest-France) Communiqué de presse exploitant Site FED	-
Incendie		30/10/2009	Freyssenet	Ardèche	2	2005	Oui	Incendie de la nacelle	Court-circuit faisant suite à une opération de maintenance (problème sur une armoire électrique)	Base de données ARIA Site Article de presse (Le Dauphiné)	FED -



PARTIE 5 – PIÈCE 2 - ETUDE DE DANGERS

Maintenance	20/04/2010	Toufflers	Nord	0,15	1993	Non	Décès d'un technicien au cours d'une opération de maintenance	Crise cardiaque	Article de presse (La Voix du Nord 20/04/2010)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Effondrement	30/05/2010	Port la Nouvelle	Aude	0,2	1991	Non	Effondrement d'une éolienne	Le rotor avait été endommagé par l'effet d'une survitesse. La dernière pale (entière) a pris le vent créant un balourd. Le sommet de la tour a plié et est venu buter contre la base entraînant la chute de l'ensemble.	Interne exploitant	-
Incendie	19/09/2010	Montjoyer-Rochefort	Drôme	0,75	2004	Non	Emballement de deux éoliennes et incendie des nacelles.	Maintenance en cours, problème de régulation, freinage impossible, évacuation du personnel, survitesse de +/- 60 tr/min	Articles de presse SER-FEE Communiqué de presse	-
Maintenance	15/12/2010	Pouillé-les-Côteaux	Loire Atlantique	2,3	2010	Oui	Chute de 3 m d'un technicien de maintenance à l'intérieur de l'éolienne. L'homme de 22 ans a été secouru par le GRIMP de Nantes. Aucune fracture ni blessure grave.		Interne SER-FEE	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident sur le personnel de maintenance)
Transport	31/05/2011	Mesvres	Saône-et-Loire	-	-	-	Collision entre un train régional et un convoi exceptionnel transportant une pale d'éolienne, au niveau d'un passage à niveau Aucun blessé		Article de presse (Le Bien Public 01/06/2011)	Ne concerne pas directement l'étude de dangers (accident de transport hors site éolien)
Rupture pale	de 14/12/2011	Non communiqué	Non communiqué	2,5	2003	Oui	Pale endommagée par la foudre. Fragments retrouvés par l'exploitant agricole à une distance n'excédant pas 300 m.	Foudre	Interne exploitant	Information peu précise sur la distance d'effet
Incendie	03/01/2012	Non communiqué	Non communiqué	2,3	2006	Oui	Départ de feu en pied de tour. Acte de vandalisme : la porte de l'éolienne a été découpée pour y introduire des pneus et de l'huile que l'on a essayé d'incendier. Le feu ne s'est pas propagé, dégâts très limités et restreints au pied de la tour.	Malveillance / incendie criminel	Interne exploitant	Non utilisable directement dans l'étude de dangers (pas de propagation de l'incendie)
Rupture pale	de 05/01/2012	Widehem	Pas-de-Calais	0,75	2000	Non	Bris de pales, dont des fragments ont été projetés jusqu'à 380 m. Aucun blessé et aucun dégât matériel (en dehors de l'éolienne).	Tempête + panne d'électricité	Article de presse (La Voix du Nord 06/01/2012) Vidéo DailyMotion Interne exploitant	-



Annexe 3 – Scénarios génériques issus de l'analyse préliminaire des risques

Cette partie apporte un certain nombre de précisions par rapport à chacun des scénarios étudiés par le groupe de travail technique dans le cadre de l'analyse préliminaire des risques.

Le tableau générique issu de l'analyse préliminaire des risques est présenté dans la partie VII.4. de la trame type de l'étude de dangers. Il peut être considéré comme représentatif des scénarios d'accident pouvant potentiellement se produire sur les éoliennes et pourra par conséquent être repris à l'identique dans les études de dangers.

La numérotation des scénarios ci-après reprend celle utilisée dans le tableau de l'analyse préliminaire des risques, avec un regroupement des scénarios par thématique, en fonction des typologies d'événement redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience par le 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).

Scénarios relatifs aux risques liés à la glace (G01 et G02)

Scénario G01

En cas de formation de glace, les systèmes de préventions intégrés stopperont le rotor. La chute de ces éléments interviendra donc dans l'aire surplombée par le rotor, le déport induit par le vent étant négligeable.

Plusieurs procédures/systèmes permettront de détecter la formation de glace :

- Système de détection de glace
- Arrêt préventif en cas de déséquilibre du rotor
- Arrêt préventif en cas de givrage de l'anémomètre.

① **Note :** Si les enjeux principaux seront principalement humains, il conviendra d'évoquer les enjeux matériels, avec la présence éventuelle d'éléments internes au parc éolien (poste de livraisons, sous-stations), ou extérieurs sous le surplomb de la machine.

Scénario G02

La projection de glace depuis une éolienne en mouvement interviendra lors d'éventuels redémarrage de la machine encore « glacée », ou en cas de formation de glace sur le rotor en mouvement simultanément à une défaillance des systèmes de détection de givre et de balourd.

Aux faibles vitesses de vents (vitesse de démarrage ou « cut in »), les projections resteront limitées au surplomb de l'éolienne. A vitesse de rotation nominale, les éventuelles projections seront susceptibles d'atteindre des distances supérieures au surplomb de la machine.

Scénarios relatifs aux risques d'incendie (I01 à I07)

Les éventuels incendies interviendront dans le cas ou plusieurs conditions seraient réunies (Ex : Foudre + défaillance du système parafoudre = Incendie).

Le moyen de prévention des incendies consiste en un contrôle périodique des installations.

Dans l'analyse préliminaire des risques seulement quelques exemples vous sont fournis. La méthodologie suivante pourra aider à déterminer l'ensemble des scénarios devant être regardé :

- Découper l'installation en plusieurs parties : rotor, nacelle, mât, fondation et poste de livraison ;
- Déterminer à l'aide de mot clé les différentes causes (cause 1, cause 2) d'incendie possibles.

L'incendie peut aussi être provoqué par l'échauffement des pièces mécaniques en cas d'emballement du rotor (survitesse). Plusieurs moyens sont mis en place en matière de prévention :

- Concernant le défaut de conception et fabrication : Contrôle qualité
- Concernant le non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance : Formation du personnel intervenant, Contrôle qualité (inspections)
- Concernant les causes externes dues à l'environnement : Mise en place de solutions techniques visant à réduire l'impact. Suivant les constructeurs, certains dispositifs sont de série ou en option. Le choix des options est effectué par l'exploitant en fonction des caractéristiques du site.

L'emballement peut notamment intervenir lors de pertes d'utilités. Ces pertes d'utilités peuvent être la conséquence de deux phénomènes :

- Perte de réseau électrique : l'alimentation électrique de l'installation est nécessaire pour assurer le fonctionnement des éoliennes (orientation, appareils de mesures et de contrôle, balisage, ...) ;
- Perte de communication : le système de communication entre le parc éolien et le superviseur à distance du parc peut être interrompu pendant une certaine durée.

Concernant la perte du réseau électrique, celle-ci peut être la conséquence d'un défaut sur le réseau d'alimentation du parc éolien au niveau du poste source. En fonction de leurs caractéristiques techniques, le comportement des éoliennes face à une perte d'utilité peut être différent (fonction du constructeur). Cependant, deux systèmes sont couramment rencontrés :

- Déclenchement au niveau du rotor du code de freinage d'urgence, entraînant l'arrêt des éoliennes ;
- Basculement automatique de l'alimentation principale sur l'alimentation de secours (batteries) pour arrêter les aérogénérateurs et assurer la communication vers le superviseur.

Concernant la perte de communication entre le parc éolien et le superviseur à distance, celle-ci n'entraîne pas d'action particulière en cas de perte de la communication pendant une courte durée.

En revanche, en cas de perte de communication pendant une longue durée, le superviseur du parc éolien concerné dispose de plusieurs alternatives dont deux principales :

- Mise en place d'un réseau de communication alternatif temporaire (faisceau hertzien, agent technique local...) ;
- Mise en place d'un système autonome d'arrêt à distance du parc par le superviseur.

Les solutions aux pertes d'utilités étant diverses, les porteurs de projets pourront apporter dans leur étude de danger une description des protocoles qui seront mis en place en cas de pertes d'utilités.



Scénarios relatifs aux risques de fuites (F01 à F02)

Les fuites éventuelles interviendront en cas d'erreur humaine ou de défaillance matérielle.

Une attention particulière est à porter aux mesures préventives des parcs présents dans des zones protégées au niveau environnemental, notamment en cas de présence de périmètres de protection de captages d'eau potable (identifiés comme enjeux dans le descriptif de l'environnement de l'installation). Dans ce dernier cas, un hydrogéologue agréé devra se prononcer sur les mesures à prendre en compte pour préserver la ressource en eau, tant au niveau de l'étude d'impact que de l'étude de dangers. Plusieurs mesures pourront être mises en place (photographie du fond de fouille des fondations pour montrer que la nappe phréatique n'a pas été atteinte, comblement des failles karstiques par des billes d'argile, utilisation de graisses végétales pour les engins, ...).

Scénario F01

En cas de rupture de flexible, perçage d'un contenant ..., il peut y avoir une fuite d'huile ou de graisse ... alors que l'éolienne est en fonctionnement. Les produits peuvent alors s'écouler hors de la nacelle, couler le long du mât et s'infiltrer dans le sol environnant l'éolienne.

Plusieurs procédures/actions permettront d'empêcher l'écoulement de ces produits dangereux :

- Vérification des niveaux d'huile lors des opérations de maintenance
- Détection des fuites potentielles par les opérateurs lors des maintenances
- Procédure de gestion des situations d'urgence

Deux événements peuvent être aggravants :

- Ecoulement de ces produits le long des pales de l'éolienne, surtout si celle-ci est en fonctionnement. Les produits seront alors projetés aux alentours.
- Présence d'une forte pluie qui dispersa rapidement les produits dans le sol.

Scénario F02

Lors d'une maintenance, les opérateurs peuvent accidentellement renverser un bidon d'huile, une bouteille de solvant, un sac de graisse ... Ces produits dangereux pour l'environnement peuvent s'échapper de l'éolienne ou être renversés hors de cette dernière et infiltrer les sols environnants.

Plusieurs procédures/actions permettront d'empêcher le renversement et l'écoulement de ces produits :

- Kits anti-pollution associés à une procédure de gestion des situations d'urgence
- Sensibilisation des opérateurs aux bons gestes d'utilisation des produits

Ce scénario est à adapter en fonction des produits utilisés.

Événement aggravant : fortes pluies qui disperseront rapidement les produits dans le sol.

Scénarios relatifs aux risques de chute d'éléments (C01 à C03)

Les scénarii de chutes concernent les éléments d'assemblage des aérogénérateurs : ces chutes sont déclenchées par la dégradation d'éléments (corrosion, fissures, ...) ou des défauts de maintenance (erreur humaine).

Les chutes sont limitées à un périmètre correspondant à l'aire de survol.

Scénarios relatifs aux risques de projection de pales ou de fragments de pales (P01 à P06)

Les événements principaux susceptibles de conduire à la rupture totale ou partielle de la pale sont liés à 3 types de facteurs pouvant intervenir indépendamment ou conjointement :

- Défaut de conception et de fabrication
- Non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance
- Causes externes dues à l'environnement : glace, tempête, foudre...

Si la rupture totale ou partielle de la pale intervient lorsque l'éolienne est à l'arrêt on considère que la zone d'effet sera limitée au surplomb de l'éolienne

L'emballlement de l'éolienne constitue un facteur aggravant en cas de projection de tout ou partie d'une pale. Cet emballlement peut notamment être provoqué par la perte d'utilité décrite au 2.2 de la présente partie C (scénarios incendies).

Scénario P01

En cas de défaillance du système d'arrêt automatique de l'éolienne en cas de survitesse, les contraintes importantes exercées sur la pale (vent trop fort) pourraient engendrer la casse de la pale et sa projection.

Scénario P02

Les contraintes exercées sur les pales - contraintes mécaniques (vents violents, variation de la répartition de la masse due à la formation de givre...), conditions climatiques (averses violentes de grêle, foudre...) - peuvent entraîner la dégradation de l'état de surface et à terme l'apparition de fissures sur la pale.

Prévention : Maintenance préventive (inspections régulières des pales, réparations si nécessaire)

Facteur aggravant : Infiltration d'eau et formation de glace dans une fissure, vents violents, emballlement de l'éolienne

Scénarios P03

Un mauvais serrage de base ou le desserrage avec le temps des goujons des pales pourrait amener au décrochage total ou partiel de la pale, dans le cas de pale en plusieurs tronçons.

Scénarios relatifs aux risques d'effondrement des éoliennes (E01 à E10)

Les événements pouvant conduire à l'effondrement de l'éolienne sont liés à 3 types de facteurs pouvant intervenir indépendamment ou conjointement :

- Erreur de dimensionnement de la fondation : Contrôle qualité, respect des spécifications techniques du constructeur de l'éolienne, étude de sol, contrôle technique de construction ;

Non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance : Formation du personnel intervenant

- Causes externes dues à l'environnement : séisme, ...



Annexe 4 – Probabilité d’atteinte et Risque individuel

Le risque individuel encouru par un nouvel arrivant dans la zone d’effet d’un phénomène de projection ou de chute est appréhendé en utilisant la probabilité de l’atteinte par l’élément chutant ou projeté de la zone fréquentée par le nouvel arrivant. Cette probabilité est appelée probabilité d’accident.

Cette probabilité d’accident est le produit de plusieurs probabilités :

$$P_{\text{accident}} = P_{\text{ERC}} \times P_{\text{orientation}} \times P_{\text{rotation}} \times P_{\text{atteinte}} \times P_{\text{présence}}$$

P_{ERC} = probabilité que l’événement redouté central (défaillance) se produise = probabilité de départ

$P_{\text{orientation}}$ = probabilité que l’éolienne soit orientée de manière à projeter un élément lors d’une défaillance dans la direction d’un point donné (en fonction des conditions de vent notamment)

P_{rotation} = probabilité que l’éolienne soit en rotation au moment où l’événement redouté se produit (en fonction de la vitesse du vent notamment)

P_{atteinte} = probabilité d’atteinte d’un point donné autour de l’éolienne (sachant que l’éolienne est orientée de manière à projeter un élément en direction de ce point et qu’elle est en rotation)

$P_{\text{présence}}$ = probabilité de présence d’un enjeu donné au point d’impact sachant que l’élément est projeté en ce point donné

Par souci de simplification, la probabilité d’accident sera calculée en multipliant la borne supérieure de la classe de probabilité de l’événement redouté central par le degré d’exposition. Celui-ci est défini comme le ratio entre la surface de l’objet chutant ou projeté et la zone d’effet du phénomène.

Le tableau ci-après récapitule les probabilités d’atteinte en fonction de l’événement redouté central.

Evènement redouté central	Borne supérieure de la classe de probabilité de l’ERC (pour les éoliennes récentes)	Degré d’exposition	Probabilité d’atteinte
Effondrement	10^{-4}	10^{-2}	10^{-6} (E)
Chute de glace	1	5×10^{-2}	5×10^{-2} (A)
Chute d’éléments	10^{-3}	$1,8 \times 10^{-2}$	$1,8 \times 10^{-5}$ (D)
Projection de tout ou partie de pale	10^{-4}	10^{-2}	10^{-6} (E)
Projection de morceaux de glace	10^{-3}	$1,8 \times 10^{-6}$	$1,8 \times 10^{-8}$ (E)

Les seuls ERC pour lesquels la probabilité d’atteinte n’est pas de classe E sont ceux qui concernent les phénomènes de chutes de glace ou d’éléments dont la zone d’effet est limitée à la zone de survol des pales et où des panneaux sont mis en place pour alerter le public de ces risques.

De plus, les zones de survol sont comprises dans l’emprise des baux signés par l’exploitant avec le propriétaire du terrain ou à défaut dans l’emprise des autorisations de survol si la zone de survol s’étend sur plusieurs parcelles. La zone de survol ne peut donc pas faire l’objet de constructions nouvelles pendant l’exploitation de l’éolienne.



Annexe 5 –Glossaire

Les définitions ci-après sont reprises de la circulaire du 10 mai 2010. Ces définitions sont couramment utilisées dans le domaine de l'évaluation des risques en France.

Accident : Evénement non désiré, tel qu'une émission de substance toxique, un incendie ou une explosion résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation d'un établissement qui entraîne des conséquences/ dommages vis à vis des personnes, des biens ou de l'environnement et de l'entreprise en général. C'est la réalisation d'un phénomène dangereux, combinée à la présence d'enjeux vulnérables exposés aux effets de ce phénomène.

Cinétique : Vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle, de l'événement initiateur aux conséquences sur les éléments vulnérables (cf. art. 5 à 8 de l'arrêté du 29 septembre 2005). Dans le tableau APR proposé, la cinétique peut être lente ou rapide. Dans le cas d'une cinétique lente, les enjeux ont le temps d'être mis à l'abri. La cinétique est rapide dans le cas contraire.

Danger : Cette notion définit une propriété intrinsèque à une substance (butane, chlore...), à un système technique (mise sous pression d'un gaz...), à une disposition (élévation d'une charge...), à un organisme (microbes), etc., de nature à entraîner un dommage sur un « élément vulnérable » (sont ainsi rattachées à la notion de « danger » les notions d'inflammabilité ou d'explosivité, de toxicité, de caractère infectieux, etc. inhérentes à un produit et celle d'énergie disponible [pneumatique ou potentielle] qui caractérisent le danger).

Efficacité (pour une mesure de maîtrise des risques) ou capacité de réalisation : Capacité à remplir la mission/fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation. En général, cette efficacité s'exprime en pourcentage d'accomplissement de la fonction définie. Ce pourcentage peut varier pendant la durée de sollicitation de la mesure de maîtrise des risques. Cette efficacité est évaluée par rapport aux principes de dimensionnement adapté et de résistance aux contraintes spécifiques.

Evénement initiateur : Evénement, courant ou anormal, interne ou externe au système, situé en amont de l'événement redouté central dans l'enchaînement causal et qui constitue une cause directe dans les cas simples ou une combinaison d'événements à l'origine de cette cause directe.

Evénement redouté central : Evénement conventionnellement défini, dans le cadre d'une analyse de risque, au centre de l'enchaînement accidentel. Généralement, il s'agit d'une perte de confinement pour les fluides et d'une perte d'intégrité physique pour les solides. Les événements situés en amont sont conventionnellement appelés « phase pré-accidentelle » et les événements situés en aval « phase post-accidentelle ».

Fonction de sécurité : Fonction ayant pour but la réduction de la probabilité d'occurrence et/ou des effets et conséquences d'un événement non souhaité dans un système. Les principales actions assurées par les fonctions de sécurité en matière d'accidents majeurs dans les installations classées sont : empêcher, éviter, détecter, contrôler, limiter. Les fonctions de sécurité identifiées peuvent être assurées à partir d'éléments techniques de sécurité, de procédures organisationnelles (activités humaines), ou plus généralement par la combinaison des deux.

Gravité : On distingue l'intensité des effets d'un phénomène dangereux de la gravité des conséquences découlant de l'exposition d'enjeux de vulnérabilités données à ces effets.

La gravité des conséquences potentielles prévisibles sur les personnes, prises parmi les intérêts visés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement, résulte de la combinaison en un point de l'espace de l'intensité des effets d'un phénomène dangereux et de la vulnérabilité des enjeux potentiellement exposés.

Indépendance d'une mesure de maîtrise des risques : Faculté d'une mesure, de par sa conception, son exploitation et son environnement, à ne pas dépendre du fonctionnement d'autres éléments et notamment d'une part d'autres

mesures de maîtrise des risques, et d'autre part, du système de conduite de l'installation, afin d'éviter les modes communs de défaillance ou de limiter leur fréquence d'occurrence.

Intensité des effets d'un phénomène dangereux : Mesure physique de l'intensité du phénomène (thermique, toxique, surpression, projections). Parfois appelée gravité potentielle du phénomène dangereux (mais cette expression est source d'erreur). Les échelles d'évaluation de l'intensité se réfèrent à des seuils d'effets moyens conventionnels sur des types d'éléments vulnérables [ou enjeux] tels que « homme », « structures ». Elles sont définies, pour les installations classées, dans l'arrêté du 29/09/2005. L'intensité ne tient pas compte de l'existence ou non d'enjeux exposés. Elle est cartographiée sous la forme de zones d'effets pour les différents seuils.

Mesure de maîtrise des risques (ou barrière de sécurité) : Ensemble d'éléments techniques et/ou organisationnels nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité. On distingue parfois :

- les mesures (ou barrières) de prévention : mesures visant à éviter ou limiter la probabilité d'un événement indésirable, en amont du phénomène dangereux
- les mesures (ou barrières) de limitation : mesures visant à limiter l'intensité des effets d'un phénomène dangereux
- les mesures (ou barrières) de protection : mesures visant à limiter les conséquences sur les enjeux potentiels par diminution de la vulnérabilité.

Phénomène dangereux : Libération d'énergie ou de substance produisant des effets, au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005, susceptibles d'infliger un dommage à des enjeux (ou éléments vulnérables) vivantes ou matérielles, sans préjuger l'existence de ces dernières. C'est une « Source potentielle de dommages »

Potentiel de danger (ou « source de danger », ou « élément dangereux », ou « élément porteur de danger ») : Système (naturel ou créé par l'homme) ou disposition adoptée et comportant un (ou plusieurs) « danger(s) » ; dans le domaine des risques technologiques, un « potentiel de danger » correspond à un ensemble technique nécessaire au fonctionnement du processus envisagé.

Prévention : Mesures visant à prévenir un risque en réduisant la probabilité d'occurrence d'un phénomène dangereux.

Protection : Mesures visant à limiter l'étendue ou/et la gravité des conséquences d'un accident sur les éléments vulnérables, sans modifier la probabilité d'occurrence du phénomène dangereux correspondant.

Probabilité d'occurrence : Au sens de l'article L. 512-1 du code de l'environnement, la probabilité d'occurrence d'un accident est assimilée à sa fréquence d'occurrence future estimée sur l'installation considérée. Elle est en général différente de la fréquence historique et peut s'écarter, pour une installation donnée, de la probabilité d'occurrence moyenne évaluée sur un ensemble d'installations similaires.

Attention aux confusions possibles :

1. Assimilation entre probabilité d'un accident et celle du phénomène dangereux correspondant, la première intégrant déjà la probabilité conditionnelle d'exposition des enjeux. L'assimilation sous-entend que les enjeux sont effectivement exposés, ce qui n'est pas toujours le cas, notamment si la cinétique permet une mise à l'abri ;
2. Probabilité d'occurrence d'un accident x sur un site donné et probabilité d'occurrence de l'accident x, en moyenne, dans l'une des N installations du même type (approche statistique).

Réduction du risque : Actions entreprises en vue de diminuer la probabilité, les conséquences négatives (ou dommages), associés à un risque, ou les deux. [FD ISO/CEI Guide 73]. Cela peut être fait par le biais de chacune des trois composantes du risque, la probabilité, l'intensité et la vulnérabilité :



- Réduction de la probabilité : par amélioration de la prévention, par exemple par ajout ou fiabilisation des mesures de sécurité
- Réduction de l'intensité :
 - par action sur l'élément porteur de danger (ou potentiel de danger), par exemple substitution par une substance moins dangereuse, réduction des vitesses de rotation, etc.
 - réduction des dangers: la réduction de l'intensité peut également être accomplie par des mesures de limitation

La réduction de la probabilité et/ou de l'intensité correspond à une réduction du risque « à la source ».

- Réduction de la vulnérabilité : par éloignement ou protection des éléments vulnérables (par exemple par la maîtrise de l'urbanisation, ou par des plans d'urgence).

Risque : « Combinaison de la probabilité d'un événement et de ses conséquences » (ISO/CEI 73), « Combinaison de la probabilité d'un dommage et de sa gravité » (ISO/CEI 51).

Scénario d'accident (majeur) : Enchaînement d'événements conduisant d'un événement initiateur à un accident (majeur), dont la séquence et les liens logiques découlent de l'analyse de risque. En général, plusieurs scénarios peuvent mener à un même phénomène dangereux pouvant conduire à un accident (majeur) : on dénombre autant de scénarios qu'il existe de combinaisons possibles d'événements y aboutissant. Les scénarios d'accident obtenus dépendent du choix des méthodes d'analyse de risque utilisées et des éléments disponibles.

Temps de réponse (pour une mesure de maîtrise des risques) : Intervalle de temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la mission/fonction de sécurité. Ce temps de réponse est inclus dans la cinétique de mise en œuvre d'une fonction de sécurité, cette dernière devant être en adéquation [significativement plus courte] avec la cinétique du phénomène qu'elle doit maîtriser.

Les définitions suivantes sont issues 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 :

Aérogénérateur : 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.

Survitesse : Vitesse de rotation des parties tournantes (rotor constitué du moyeu et des pales ainsi que la ligne d'arbre jusqu'à la génératrice) supérieure à la valeur maximale indiquée par le constructeur.

Enfin, quelques sigles utiles employés dans le présent guide sont listés et explicités ci-après :

ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

SER : Syndicat des Energies Renouvelables

FEE : France Energie Eolienne (branche éolienne du SER)

INERIS : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques

EDD : Etude de dangers

APR : Analyse Préliminaire des Risques

ERP : Etablissement Recevant du Public



Annexe 6 – Bibliographie et références utilisées

- [1] L'évaluation des fréquences et des probabilités à partir des données de retour d'expérience (ref DRA-11-406-04648A), INERIS, 2011
- [2] NF EN 61400-1 Eoliennes – Partie 1 : Exigences de conception, Juin 2006
- [3] Wind Turbine Accident data to 31 March 2011, Caithness Windfarm Information Forum
- [4] Site Specific Hazard Assessment for a wind farm project – Case study – Germanischer Lloyd, Windtest Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, 2010/08/24
- [5] Guide for Risk-Based Zoning of wind Turbines, Energy research centre of the Netherlands (ECN), H. Braam, G.J. van Mulekom, R.W. Smit, 2005
- [6] Specification of minimum distances, Dr-ing. Veenker ingenieurgesellschaft, 2004
- [7] Permitting setback requirements for wind turbine in California, California Energy Commission – Public Interest Energy Research Program, 2006
- [8] Oméga 10: Evaluation des barrières techniques de sécurité, INERIS, 2005
- [9] 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
- [10] 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
- [11] 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
- [12] Bilan des déplacements en Val-de-Marne, édition 5109, Conseil Général du Val-de-Marne
- [13] 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
- [14] Alpine test site Güttsch : monitoring of a wind turbine under icing conditions- R. Cattin et al.
- [15] Wind energy production in cold climate (WECO), Final report - Bengt Tammelin et al. – Finnish Meteorological Institute, Helsinki, 2000
- [16] Rapport sur la sécurité des installations éoliennes, Conseil Général des Mines - Guillet R., Leteurtrois J.-P. - juillet 2004
- [17] Risk analysis of ice throw from wind turbines, Seifert H., Westerhellweg A., Kröning J. - DEWI, avril 2003
- [18] Wind energy in the BSR: impacts and causes of icing on wind turbines, Narvik University College, novembre 2005




Annexe 7 – Réponses des gestionnaires de réseau

Ci-dessous la liste des gestionnaires consultés en 2024 :

- CdC Argentan Intercom (page 95)
- ORANGE (page 96)
- ENEDIS (page 98)
- Groupe IEL (page 102)

CdC Argentan Intercom

© DICT.fr




Ministère chargé de l'écologie

Récépissé de DT
Récépissé de DICT

*Au titre du chapitre IV du titre V du livre V (partie réglementaire) du Code de l'environnement
et de la section 12 du chapitre IV du titre III du livre V de la 4^{ème} partie (partie réglementaire) du Code du travail*

(Annexe 2 de l'arrêté du 15 février 2012 modifié - NOR : DEVP1116359A)



N°14435*04

Destinataire

Dénomination : IEL DEVELOPPEMENT IEL

Complément / Service :

Numéro / Voie : TSA 70011

Lieu-dit / BP :

Code Postal / Commune : 6 9 1 3 4 DARDILLY CEDEX

Pays : France

N° consultation du téléservice : 2 0 2 4 0 8 2 8 0 1 6 0 9 D C 9

Référence de l'exploitant :

N° d'affaire du déclarant : 312312408

Personne à contacter (déclarant) : FOLLEZOU Erven

Date de réception de la déclaration : 28 / 08 / 2024

Commune principale des travaux : MOULINS SUR ORNE

Adresse des travaux prévus : Houdonnières

Coordonnées de l'exploitant :

Raison sociale : Communauté de Communes Argentan Intercom Service technique

Personne à contacter : Olivier Champain

Numéro / Voie : TSA 70011

Lieu-dit / BP :

Code Postal / Commune : 6 9 1 3 4 DARDILLY Cedex

Tél. : 0 2 3 3 1 2 2 5 2 5 Fax : 0 2 3 4 0 0 7 0 6 0

Éléments généraux de réponse

☐ Les renseignements que vous avez fournis ne nous permettent pas de vous répondre. La déclaration est à renouveler. Précisez notamment :

☒ Les réseaux/ouvrages que nous exploitons ne sont pas concernés au regard des informations fournies. Distance > à : _____ m

☐ Il y a au moins un réseau/ouvrage concerné (voir liste jointe) de catégorie : EL _____ (voir liste des catégories au verso)

Modification ou extension de nos réseaux / ouvrages

Modification ou extension de réseau/ouvrage envisagée dans un délai inférieur à 3 mois : _____

☐ Réalisation de modifications en cours sur notre réseau/ouvrage.

Veuillez contacter notre représentant : _____ Tél. : _____

NB : Si nous avons connaissance d'une modification du réseau/ouvrage dans le délai maximal de 3 mois à compter de la consultation du téléservice, nous vous en informons.

Emplacement de nos réseaux / ouvrages

☐ Plans joints : Références : Echelle⁽¹⁾ : Date d'édition⁽¹⁾ : Sensible : Prof. régl. min⁽¹⁾ : Matériau réseau⁽¹⁾ :

NB : La classe de précision A, B ou C figure dans les plans.

☐ Réunion sur chantier pour localisation du réseau/ouvrage : ☐ Date retenue d'un commun accord : ____ / ____ / ____ à ____ h ____

ou ☐ Prise de RDV à l'initiative du déclarant (date du dernier contact non conclusif : ____ / ____ / ____)

☐ Votre projet doit tenir compte de la servitude protégeant notre ouvrage.

☐ (cas d'un récépissé de DT) Vous devez prévoir des investigations complémentaires à notre charge (hors cas d'exemption prévus dans la réglementation) ⁽²⁾

☐ Des branchements non cartographiés sont présents. Ils sont soit pourvus d'affleurements visibles et rattachés à un réseau principal souterrain identifié dans les plans joints, soit munis de dispositifs automatiques supprimant tout risque en cas d'endommagement ⁽²⁾

(1): facultatif si l'information est fournie sur le plan joint (2): pour les tronçons et branchements non cartographiés en classe A, prévoir des clauses techniques et financières particulières dans le marché

Recommandations de sécurité

Les recommandations techniques générales en fonction des réseaux et des techniques de travaux prévues sont consultables sur www.reseaux-et-canalisation.gouv.fr

Les recommandations techniques spécifiques suivantes sont à appliquer, en fonction des risques liés à l'utilisation des techniques de travaux employées : selon travaux : remise en état du revêtement existant

Rubriques du guide technique relatives à des ouvrages ou travaux spécifiques : _____

Pour les exploitants de lignes électriques : si la distance d'approche a été précisée, la mise hors tension est : ☐ possible ☐ impossible

Mesures de sécurité à mettre en œuvre : _____

Dispositifs importants pour la sécurité :

Cas de dégradation d'un de nos ouvrages

En cas de dégradation d'un de nos ouvrages, contactez nos services au numéro de téléphone suivant : 0 9 2 0 0 3 5 3 6 8

Pour toute anomalie susceptible de mettre en cause la sécurité au cours du déroulement du chantier, prévenir le service départemental d'incendie et de secours (par défaut le 18 ou le 112) : _____

Responsable du dossier


Nom : _____

Désignation du service : _____

Tél. : _____

Signature de l'exploitant ou de son représentant

Nom du signataire : CHAMPAIN Olivier

Signature :  Sogelink[®]

Date : 30 / 08 / 2024 Nombre de pièces jointes, y compris les plans : 0

La loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 modifiée relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés, garantit un droit d'accès et de rectification des données auprès des organismes destinataires du formulaire.



ORANGE

DICTIONNAIRE

Récépissé de DT
Récépissé de DICT

Au titre du chapitre IV du titre V du livre V (partie réglementaire) du Code de l'environnement
et de la section 12 du chapitre IV du titre III du livre V de la 4^{ème} partie (partie réglementaire) du Code du travail
(Annexe 2 de l'arrêté du 15 février 2012 modifié - NOR : DEVP1116359A)

Destinataire

☒ Récépissé de DT
☐ Récépissé de DICT
☐ Récépissé de DT/DICT
conjointe

Dénomination : IEL DEVELOPPEMENT IEL
Complément / Service :
Numéro / Voie : TSA 70011
Lieu-dit / BP :
Code Postal / Commune : 6 9 1 3 4 DARDILLY CEDEX
Pays : France

Coordonnées de l'exploitant :
Raison sociale : ORANGE - RD NORMANDIE Service DICT
Personne à contacter :
Numéro / Voie :
Lieu-dit / BP : TSA 70011
Code Postal / Commune : 6 9 1 3 4 DARDILLY CEDEX
Tél. : 0 9 6 9 3 9 3 2 1 2 **Fax :**

Éléments généraux de réponse

☐ Les renseignements que vous avez fournis ne nous permettent pas de vous répondre. La déclaration est à renouveler. Précisez notamment :
☐ Les réseaux/ouvrages que nous exploitons ne sont pas concernés au regard des informations fournies. Distance > à : _____ m
☒ Il y a au moins un réseau/ouvrage concerné (voir liste jointe) de catégorie : TL _____ (voir liste des catégories au verso)

Modification ou extension de nos réseaux / ouvrages

Modification ou extension de réseau/ouvrage envisagée dans un délai inférieur à 3 mois :
☐ Réalisation de modifications en cours sur notre réseau/ouvrage.
Veuillez contacter notre représentant : _____ Tél. : _____
NB : Si nous avons connaissance d'une modification du réseau/ouvrage dans le délai maximal de 3 mois à compter de la consultation du téléservice, nous vous en informons.

Emplacement de nos réseaux / ouvrages

☒ Plans joints : Références : Echelle : _____ Date d'édition : _____ Sensible : _____ Prof. régl. mini : _____ Matériau réseau : _____
NB : La classe de précision A, B ou C figure dans les plans.
☐ Réunion sur chantier pour localisation du réseau/ouvrage : ☐ Date retenue d'un commun accord : _____ à _____ h
ou ☐ Prise de RDV à l'initiative du déclarant (date du dernier contact non conclusif : _____ / _____ / _____)
☐ Votre projet doit tenir compte de la servitude protégeant notre ouvrage.
☐ (cas d'un récépissé de DT) Vous devez prévoir des investigations complémentaires à notre charge (hors cas d'exemption prévus dans la réglementation) (2)
☐ Des branchements non cartographiés sont présents. Ils sont soit pourvus d'affleurants visibles et rattachés à un réseau principal souterrain identifié dans les plans joints, soit munis de dispositifs automatiques supprimant tout risque en cas d'endommagement (2)
(1): facultatif si l'information est fournie sur le plan joint (2): pour les tronçons et branchements non cartographiés en classe A, prévoir des clauses techniques et financières particulières dans le marché

Recommandations de sécurité

Les recommandations techniques générales en fonction des réseaux et des techniques de travaux prévues sont consultables sur www.reseaux-et-canalizations.gouv.fr
Les recommandations techniques spécifiques suivantes sont à appliquer, en fonction des risques liés à l'utilisation des techniques de travaux employées :
Liaison fort trafic
Rubriques du guide technique relatives à des ouvrages ou travaux spécifiques : _____
Pour les exploitants de lignes électriques : si la distance d'approche a été précisée, la mise hors tension est : ☐ possible ☐ impossible
Mesures de sécurité à mettre en œuvre : _____
CODE 3 : si nécessité d'un complément d'information sur la localisation de nos ouvrages, votre contact est : _____
pdc.s.ato@orange.com
Dispositifs importants pour la sécurité :

Cas de dégradation d'un de nos ouvrages

En cas de dégradation d'un de nos ouvrages, contactez nos services au numéro de téléphone suivant : 0 8 1 0 3 0 0 1 1 1
Pour toute anomalie susceptible de mettre en cause la sécurité au cours du déroulement du chantier, prévenir le service départemental d'incendie et de secours (par défaut le 18 ou le 112) : _____

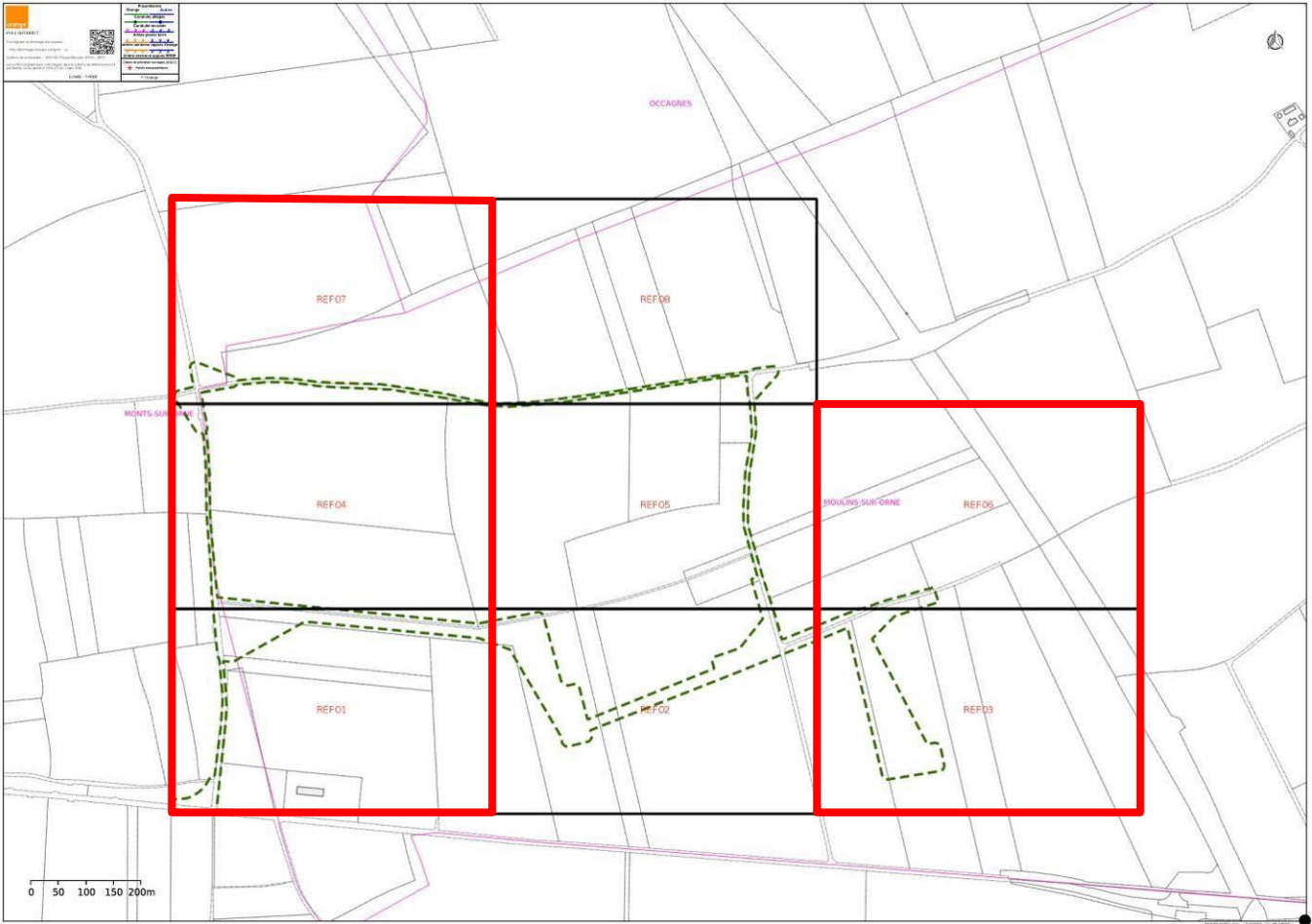
Responsable du dossier

Nom : _____
Désignation du service : POLE RDT/RDICT
Tél. : 0 2 2 8 5 6 3 5 3 5

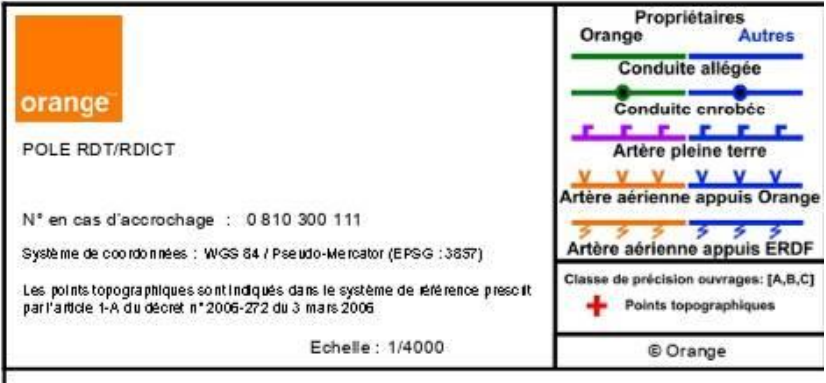
Signature de l'exploitant ou de son représentant

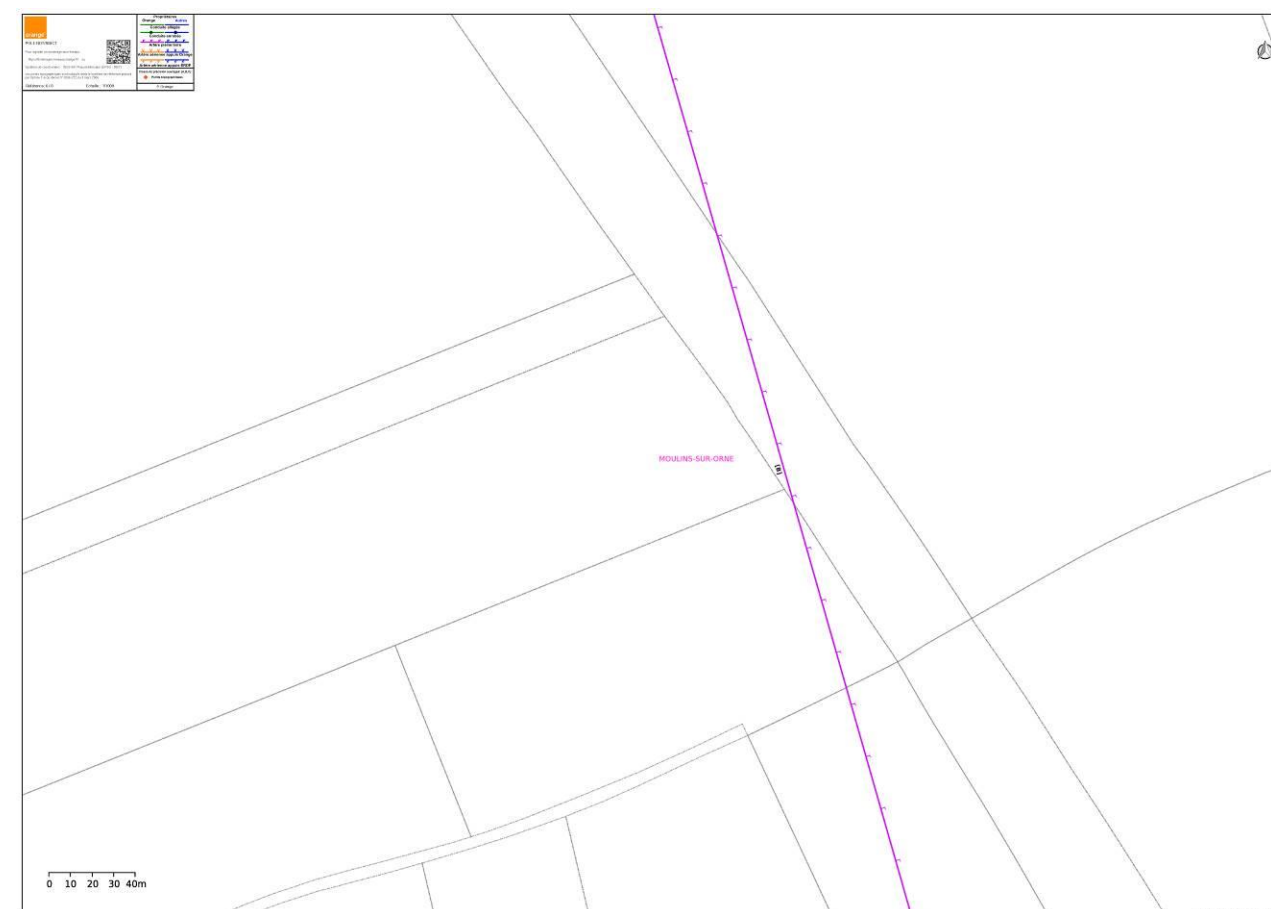
Nom du signataire : GUTIERREZ Mario
Signature : _____
Date : 29 / 08 / 2024 Nombre de pièces jointes, y compris les plans : 9

La loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 modifiée relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés, garantit un droit d'accès et de rectification des données auprès des organismes destinataires du formulaire.




Légende :






ENEDIS


 République Française
 Ministère chargé
 de l'écologie

Récépissé de DT Récépissé de DICT


 N° 14435*04

Au titre du chapitre IV du titre V du livre V (partie réglementaire) du Code de l'environnement
 et de la section 12 du chapitre IV du titre III du livre V de la 4ème partie (partie réglementaire) du Code du travail
 (Annexe 2 de l'arrêté du 15 février 2012 modifié - NOR : DEVP1116359A)

Destinataire

☒ Récépissé de DT
☐ Récépissé de DICT
☐ Récépissé de DT/DICT conjointe

Dénomination
 Numéro / Voie
 Code postal / Commune
 Pays

IEL DEVELOPPEMENT
 TSA 70011
 69134 DARDILLY CEDEX
 France

N° consultation du téléservice : 2024082801609DC9
 Référence de l'exploitant : 2435039047.243501RDT02
 N° d'affaire du déclarant : 312312408
 Personne à contacter (déclarant) : FOLLEZOU Erven
 Date de réception de la déclaration : 28/08/2024
 Commune principale des travaux : 61200 MOULINS SUR ORNE
 Adresse des travaux prévus : Houdonnières

Coordonnées de l'exploitant :

Raison sociale : ENEDIS-DR-NOR-EXPLOITANT
 Personne à contacter :
 Numéro / Voie : 8-10 Promenade du Fort
 Lieu-dit / BP :
 Code Postal / Commune : 14008 CAEN
 Tél. : +33231303420 Fax :

Éléments généraux de réponse

☐ Les renseignements que vous avez fournis ne nous permettent pas de vous répondre. La déclaration est à renouveler. Précisez notamment :
☐ Les réseaux/ouvrages que nous exploitons ne sont pas concernés au regard des informations fournies. Distance > à : _____ m
☒ Il y a au moins un réseau/ouvrage concerné (voir liste jointe) de catégorie : EL (voir liste des catégories au verso)

Modification ou extension de nos réseaux / ouvrages

Modification ou extension de réseau/ouvrage envisagée dans un délai inférieur à 3 mois :
☐ Réalisation de modifications en cours sur notre réseau/ouvrage.
 Veuillez contacter notre représentant : _____ Tél. : _____
 NB : Si nous avons connaissance d'une modification du réseau/ouvrage dans le délai maximal de 3 mois à compter de la consultation du téléservice, nous vous en informons.

Emplacement de nos réseaux / ouvrages

☒ Plans joints : Références : Plans joints Echelle : _____ Date d'édition : _____ Sensible : ☒ Prof. régl. mini : 65 cm Matériau réseau :
 NB : La classe de précision A, B ou C figure dans les plans.
☐ Réunion sur chantier pour localisation du réseau/ouvrage : ☐ Date retenue d'un commun accord : _____ à _____
 ou ☐ Prise de RDV à l'initiative du déclarant (date du dernier contact non conclusif : _____)
☐ Votre projet doit tenir compte de la servitude protégeant notre ouvrage.
☐ (cas d'un récépissé de DT) Vous devez prévoir des investigations complémentaires à notre charge (hors cas d'exemption prévus dans la réglementation).
☒ Des branchements non cartographiés sont présents. Ils sont soit pourvus d'affleurants visibles et rattachés à un réseau principal souterrain identifié dans les plans joints, soit munis de dispositifs automatiques supprimant tout risque en cas d'endommagement.

(1) : facultatif si l'information est fournie sur le plan joint (2) pour les tronçons et branchements non cartographiés en classe A, prévoir des clauses techniques et financières particulières dans le marché

Recommandations de sécurité

Les recommandations techniques générales en fonction des réseaux et des techniques de travaux prévues sont consultables sur www.reseaux-et-canalisation.gouv.fr
 Les recommandations techniques spécifiques suivantes sont à appliquer, en fonction des risques liés à l'utilisation des techniques de travaux employées :
Des branchements souterrains sans affleurant et/ou aéro-souterrain sont susceptibles d'être dans l'emprise des travaux déclarés.
 Rubriques du guide technique relatives à des ouvrages ou travaux spécifiques : Chapitre 3.1, 6.1 et 6.2 du guide (Fascicule 2)
 Pour les exploitants de lignes électriques : si la distance d'approche a été précisée, indiquez si la mise hors tension est : ☐ possible ☒ impossible
 Mesures de sécurité à mettre en œuvre : **Suite à l'évaluation de la distance d'approche entre vos travaux et nos ouvrages, veuillez vous reporter au document joint "Recommandations Enedis et protection"**

Dispositifs importants pour la sécurité :

Cas de dégradation d'un de nos ouvrages

En cas de dégradation d'un de nos ouvrages, contactez nos services au numéro de téléphone suivant : 0181624701
 Pour toute anomalie susceptible de mettre en cause la sécurité au cours du déroulement du chantier, prévenir le service départemental d'incendie et de secours (par défaut le 18 ou le 112) : SDIS de l'Orne 0233813500

Responsable du dossier

Nom : FLEURY laurent
 Désignation du service : Pôle Sécurité des Tiers
 Tél. :

Signature de l'exploitant ou de son représentant

Nom : FLEURY laurent
 Signature :
 Date : 28/08/2024 Nombre de pièces jointes, y compris les plans : 4

La loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 modifiée relative à l'information, aux fichiers et aux libertés, garantissant un droit d'accès et de rectification des données auprès des organismes destinataires du formulaire. (RCP V0.6.1.1.00)
 PROTYs.fr 2435039047.243501RDT02 - MOULINS SUR ORNE 61200 - 2024082801609DC9 1/21

Légende des plans d'ensemble des réseaux aériens et souterrains

Postes électriques

- Poste source
Poste de distribution
Poste privé
Production

Appareils de coupure et accessoires

- Interrupteur aérien
Parafoudre
Coffret de coupure souterrain
Remontée aéro-souterraine

Réseaux

BT en exploitation	HTA en exploitation
Réseau aérien nu	Réseau aérien nu
Réseau aérien torsadé	Réseau aérien torsadé
Réseau souterrain	Réseau souterrain
Branchement aérien	Branchement aérien
Branchement souterrain	Branchement souterrain

Les réseaux hors exploitation sont représentés en noir avec la symbolologie dédiée (aérien nu, aérien torsadé, etc.).

Echelle de représentation

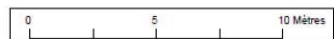
Echelle	Sur plan	Sur terrain
1/200 ^e	1 cm	2 m
1/2000 ^e	1 cm	20 m
1/10000 ^e	1 cm	100 m

L'impression est susceptible de modifier l'échelle des plans. Il faut veiller à imprimer en « taille réelle ».

Sur les plans de détail (1/200^e) imprimés à l'échelle, 1 cm papier équivaut à 2 m sur le terrain.



Il est impératif de vérifier l'échelle du plan remis grâce à l'échelle graduée indiquée sous la carte.



Enedis - 34 place des Corolles
92079 Paris La Défense Cedex

SA à directeur et à conseil de surveillance
Capital de 270 037 000 € - R.C.S. de Nanterre 444 608 442
Enedis est certifié ISO 14001 pour l'environnement.

Pour le long de cet trait



Lire et comprendre un plan Enedis

Ce document présente les principaux éléments constituant les ouvrages électriques exploités par Enedis.

Il vous donnera des éléments de lecture des plans d'ensemble des réseaux aériens et souterrains, ainsi que ceux des plans de détails des réseaux souterrains à l'échelle 1/200^e (localisation et représentation des réseaux et branchements avec leurs classes de précision).

La bonne compréhension de tous ces éléments de représentation doit contribuer à la meilleure localisation des ouvrages Enedis sur le terrain et ainsi éradiquer le risque d'électrisation des exécutants et d'endommagement du réseau.

Version mars 2022

Format - N° de consultation
A3_2024082801609DC9

Plan de situation

Numéro Dommage aux ouvrages
Tel : 01 81 62 47 01

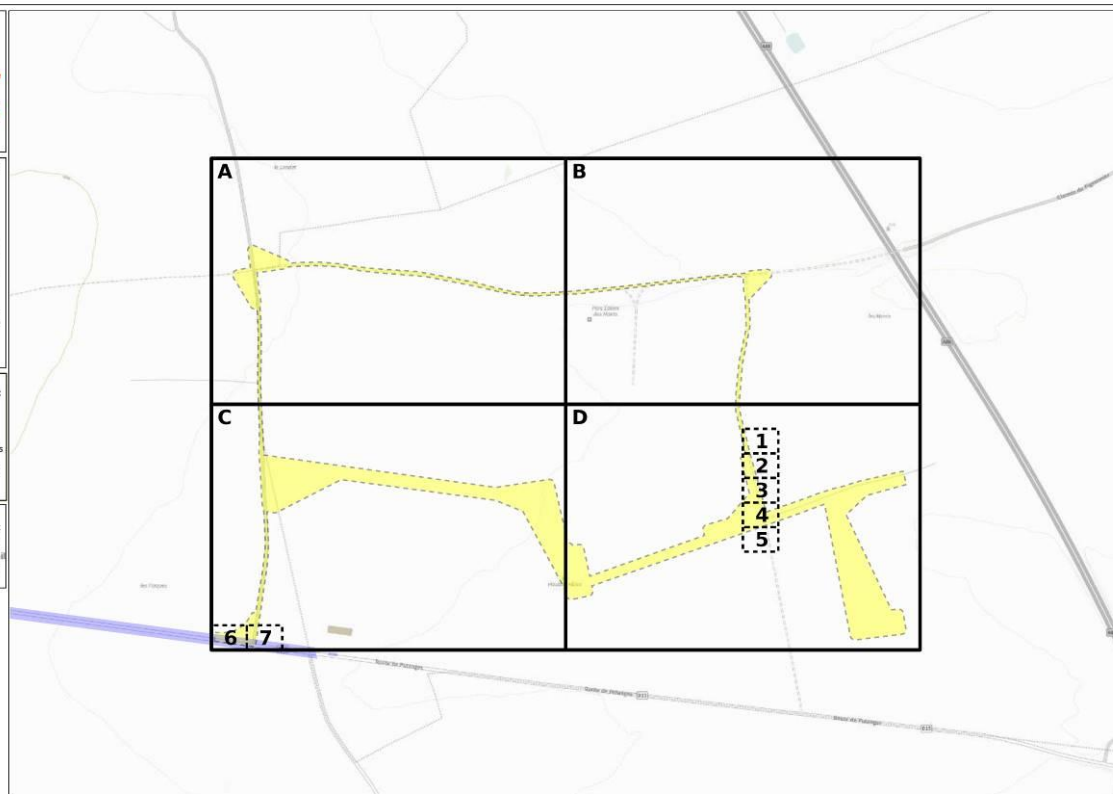
Les réponses ci-jointes n'engagent la responsabilité d'Enedis qu'à l'intérieur de l'emprise des travaux que vous avez déclarés. En particulier, les projets Enedis ne sont complétés qu'à l'intérieur de cette zone.

Les trois points affichés sur le présent plan de situation, sont également repérés sur les plans de réseaux souterrains associés. Attention leurs coordonnées sont fournies à titre indicatif. Le réseau doit être localisé à partir des côtes présentes et plus généralement en mesurant la distance entre le réseau et les éléments du fond de plan.

Coordonnées des 3 points
Exprimées en WGS84 (long-lat)
PR1 : -0.090744;48.752539
PR2 : -0.105634;48.749837
PR3 : -0.104711;48.749786

- Emprise de vos travaux
Zone de Travaux Impactant le Sol
Projet de travaux Enedis
Au moins un réseau est absent dans les plans de détails

- Carte(s) du plan d'ensemble des réseaux (aériens et souterrains)
Carte(s) du plan de détail des réseaux souterrains (marquage piquetage)

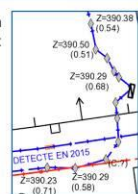


© ENEDIS 2021

La profondeur et l'altimétrie

L'altimétrie indiquée sur les plans par un « Z= » représente l'altitude par rapport au niveau de la mer (NGF IGN69). La profondeur est renseignée entre parenthèses.

Le niveau du sol peut évoluer dans le temps. Il est possible que les ouvrages Enedis soient situés à une profondeur différente de celle indiquée sur les plans.

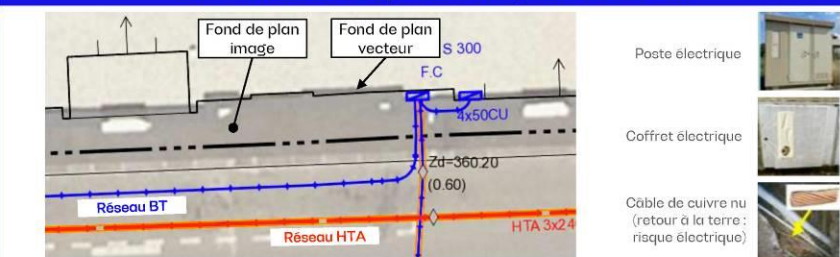


Travaux en zone d'incertitude

- Zone d'incertitude classe A ≤ 50cm
Zone d'incertitude classe B ≤ 1m50 (1m pour les brchts)
Fuséau d'incertitude classe C > 1m50 (1m pour les brchts)

Conformément au fascicule 2 « Guide technique » de la réglementation « DT-DICT », pour réaliser des travaux en zone d'incertitude sur la position des ouvrages Enedis (parties hachurées), il est nécessaire d'utiliser une technique non agressive dite « technique douce ».

Les éléments composant les plans de détail



- Poste électrique
Coffret électrique
Câble de cuivre nu (retour à la terre : risque électrique)

Légende des plans de détail

Ouvrages et classes de précision

	Réseau BT	Branchement BT	HTA
Classe A	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]
Classe B	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]
Classe C	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]
Réseau abandonné	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]
Fourreau	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]
Poste	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]
Mise à la terre	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]

Dans un rayon de 5m autour des postes de distribution HTA/HTA et HTA/BT, la détection non intrusive des réseaux électriques ne permet pas d'atteindre la classe A du fait de la trop grande densité de réseaux.

Accessoires réseaux principaux

- Coffret électrique
Coffret RMBT
Junction BT
Junction HTA
Remontée aéro-sout. BT
Remontée aéro-sout. HTA
Boite capot BT
Boite capot HTA
Poteau

Objets fond de plan vecteur principaux

- Bâtiment
Porte
Bordure de trottoir
Mur
Plaque d'égout
Avaloir eaux pluviales
Bouche d'eau
Plaque
Arbre

Format - N° de consultation
A3_2024082801609DC9

Plan d'ensemble des réseaux aériens et souterrains - CARTE C

Numéro Dommage aux ouvrages
Tel : 01 81 62 47 01

Plan édité le :
28/08/2024

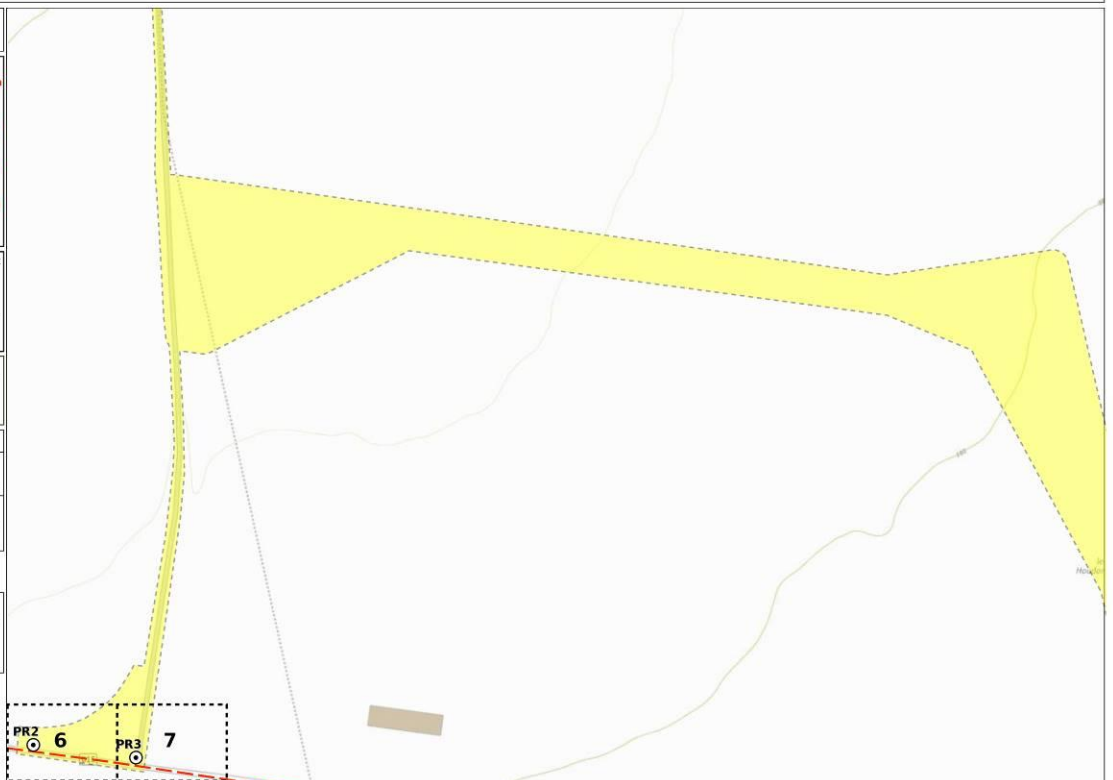
Les réseaux susceptibles d'être présents sur le plan d'ensemble sont :
+ Les réseaux aériens (uniquement sur ce plan)
+ Les réseaux souterrains leur positionnement plus précis est détaillé dans la suite du document. La majorité des branchements reliés à ces réseaux ne sont pas représentés sur ce plan.

Sur ce plan les ouvrages sont en classe C. S'ils sont représentés dans les plans des réseaux souterrains, il faudra alors se baser sur la classification indiquée dans ces plans.

- Emprise de vos travaux
Zone de Travaux Impactant le Sol

- Réseau électrique
BT : Aérien, Torsadé, Souterrain
HTA : Aérien, Torsadé, Souterrain, Galerie

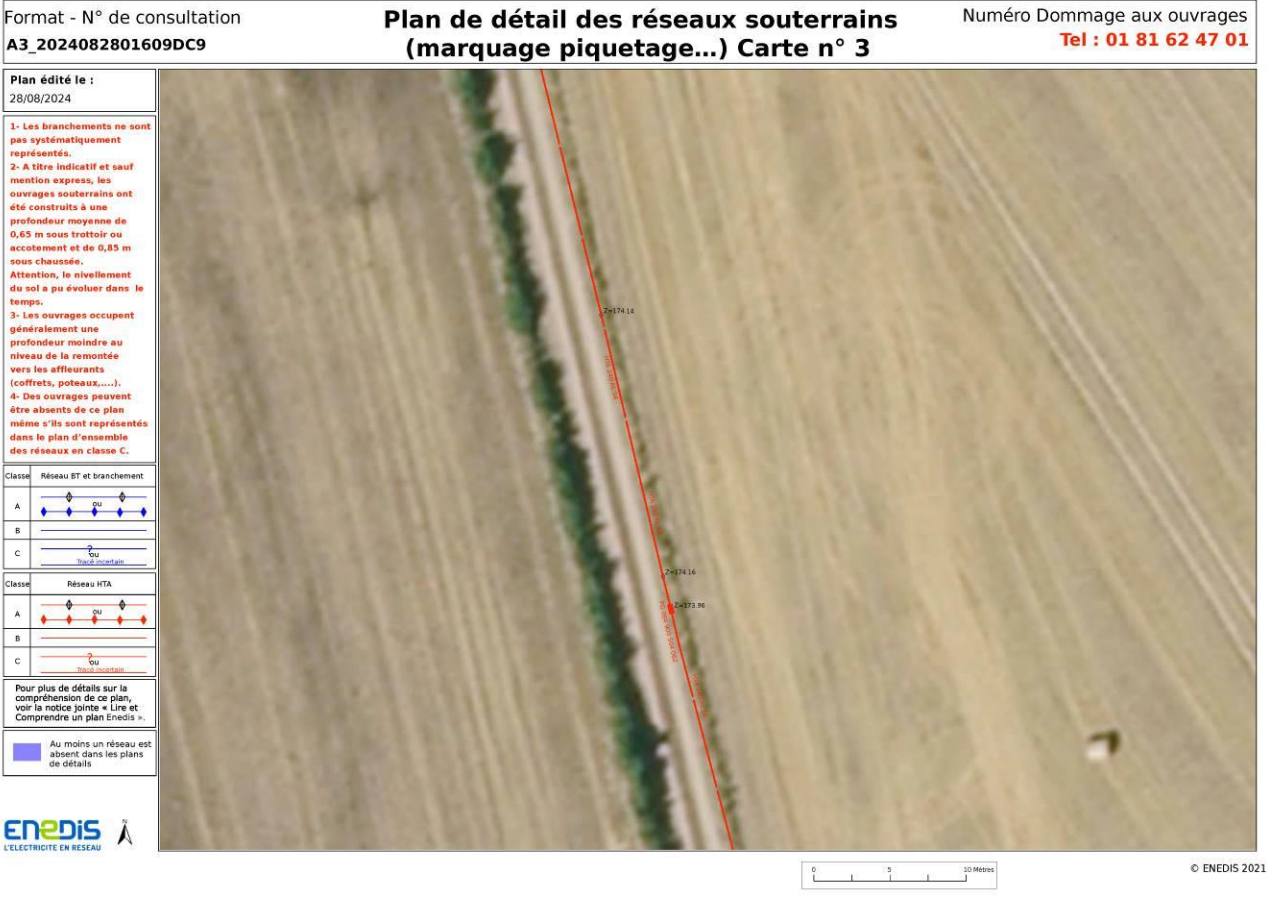
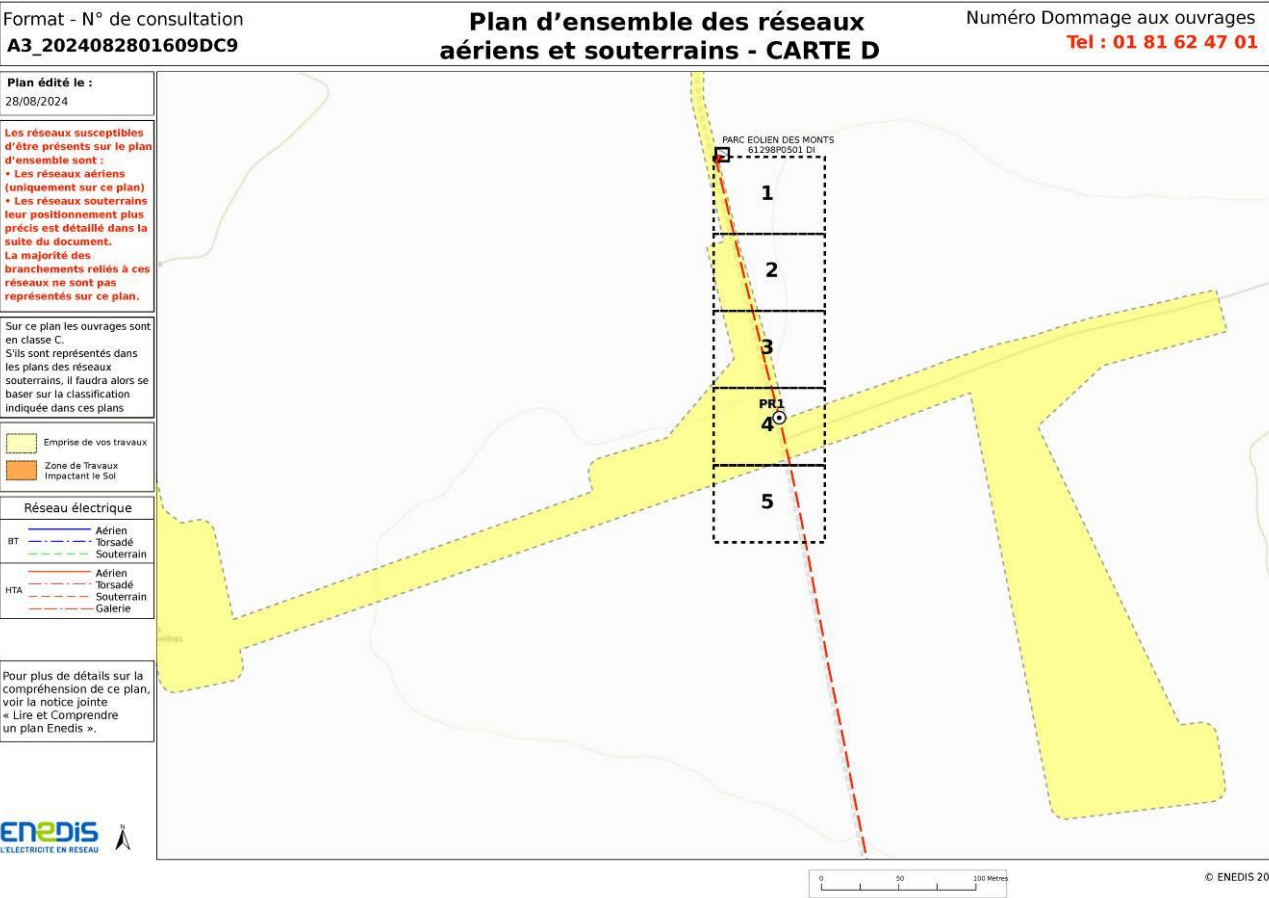
Pour plus de détails sur la compréhension de ce plan, voir la notice jointe « Lire et Comprendre un plan Enedis ».



© ENEDIS 2021



PARTIE 5 – PIÈCE 2 - ETUDE DE DANGERS






PARTIE 5 – PIÈCE 2 - ETUDE DE DANGERS



GROUPE IEL

© DICT.fr

 **Résumé de DT**
Résumé de DICT

*Au titre du chapitre IV du titre V du livre V (partie réglementaire) du Code de l'environnement
et de la section 12 du chapitre IV du titre III du livre V de la 4^{ème} partie (partie réglementaire) du Code du travail*

(Annexe 2 de l'arrêté du 15 février 2012 modifié - NOR : DEVP1116359A)

Destinataire

☒ Résumé de DT
☐ Résumé de DICT
☐ Résumé de DT/DICT
conjointe

Dénomination : IEL DEVELOPPEMENT IEL
Complément / Service :
Numéro / Voie : TSA 70011
Lieu-dit / BP :
Code Postal / Commune : 6,9 1 3,4 | DARDILLY CEDEX
Pays : France

N° consultation du téléservice : 2 0 2 4 0 8 2 8 0 1 6 0 9 D C 9 |
Référence de l'exploitant : Moulin Sur Orne
N° d'affaire du déclarant : 312312408
Personne à contacter (déclarant) : FOLLEZOU Erven
Date de réception de la déclaration : 28 / 08 / 2024
Commune principale des travaux : MOULINS SUR ORNE
Adresse des travaux prévus : Houdonnières

Coordonnées de l'exploitant :
Raison sociale : IEL SAINT BRIEUC
Personne à contacter : Vincent BOUVIER
Numéro / Voie : TSA 70011
Lieu-dit / BP :
Code Postal / Commune : 6,9 1,3,4 | DARDILLY CEDEX
Tél. : 0 2 3 0 9 6 0 5 | 7 8 | **Fax :** 0 1 7 0 9 2 | 1 3 5 | 1 |

Éléments généraux de réponse

☐ Les renseignements que vous avez fournis ne nous permettent pas de vous répondre. La déclaration est à renouveler. Précisez notamment :
☐ Les réseaux/ouvrages que nous exploitons ne sont pas concernés au regard des informations fournies. Distance > à : _____ m
☒ Il y a au moins un réseau/ouvrage concerné (voir liste jointe) de catégorie : EL (voir liste des catégories au verso)

Modification ou extension de nos réseaux / ouvrages

Modification ou extension de réseau/ouvrage envisagée dans un délai inférieur à 3 mois :
☐ Réalisation de modifications en cours sur notre réseau/ouvrage.
Veuillez contacter notre représentant : _____ Tél. : _____
NB : Si nous avons connaissance d'une modification du réseau/ouvrage dans le délai maximal de 3 mois à compter de la consultation du téléservice, nous vous en informons.

Emplacement de nos réseaux / ouvrages

☒ Plans joints : Références : Echelle⁽¹⁾ : Date d'édition⁽¹⁾ : Sensible : Prof. règl. min⁽¹⁾ : Matériau réseau⁽¹⁾ :
NB : La classe de précision A, B ou C figure dans les plans.
Plan éolienne 1/500 22 / 02 / 2022 ☒ _____ cm
FT chemin +PDL 1/500 21 / 09 / 2022 ☐ _____ cm
☐ Réunion sur chantier pour localisation du réseau/ouvrage : ☐ Date retenue d'un commun accord : ____ / ____ / ____ à ____ h ____
ou ☐ Prise de RDV à l'initiative du déclarant (date du dernier contact non conclusif : ____ / ____ / ____)
☒ Votre projet doit tenir compte de la servitude protégeant notre ouvrage.
☐ (cas d'un résumé de DT) Vous devez prévoir des investigations complémentaires à notre charge (hors cas d'exemption prévus dans la réglementation) ⁽²⁾
☐ Des branchements non cartographiés sont présents. Ils sont soit pourvus d'affleurants visibles et rattachés à un réseau principal souterrain identifié dans les plans joints, soit munis de dispositifs automatiques supprimant tout risque en cas d'endommagement ⁽²⁾
(1): facultatif si l'information est fournie sur le plan joint (2): pour les tronçons et branchements non cartographiés en classe A, prévoir des clauses techniques et financières particulières dans le marché

Recommandations de sécurité

Les recommandations techniques générales en fonction des réseaux et des techniques de travaux prévues sont consultables sur www.reseaux-et-canalizations.gouv.fr
Les recommandations techniques spécifiques suivantes sont à appliquer, en fonction des risques liés à l'utilisation des techniques de travaux employées :
Des branchements souterrains sont susceptibles d'être dans l'emprise des travaux
Rubriques du guide technique relatives à des ouvrages ou travaux spécifiques :
Pour les exploitants de lignes électriques : si la distance d'approche a été précisée, la mise hors tension est : ☒ possible ☐ impossible
Mesures de sécurité à mettre en œuvre : Vous devez évaluer les distances d'approche du réseau avant le début des travaux

Dispositifs importants pour la sécurité :

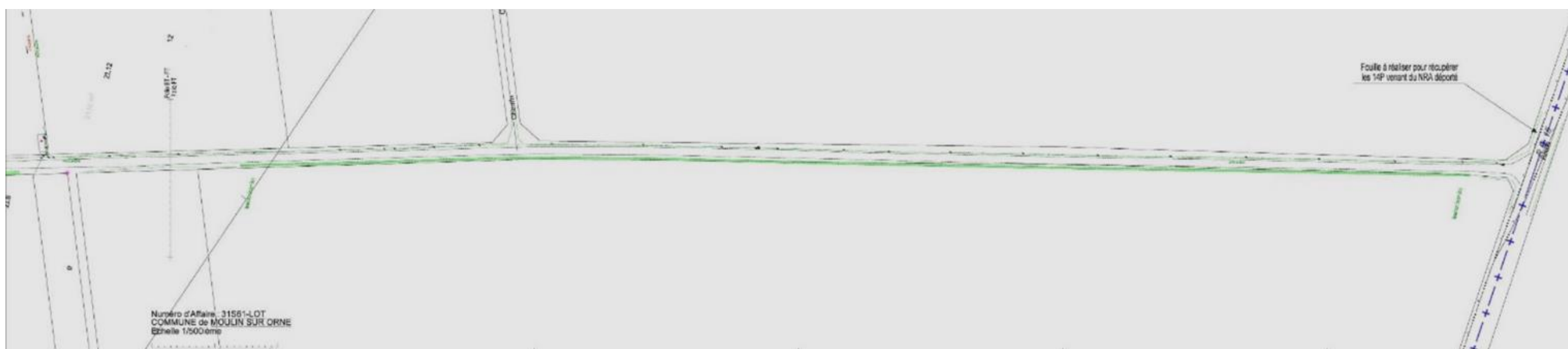
Cas de dégradation d'un de nos ouvrages

En cas de dégradation d'un de nos ouvrages, contactez nos services au numéro de téléphone suivant : 0 7 8 7 7 2 4 9 6 5
Pour toute anomalie susceptible de mettre en cause la sécurité au cours du déroulement du chantier, prévenir le service départemental d'incendie et de secours (par défaut le 18 ou le 112) : _____

Responsable du dossier
Nom : CANIVET
Désignation du service : IEL EXPLOITATION
Tél. : 0 7 5 6 4 1 0 7 2 3

Signature de l'exploitant ou de son représentant
Nom du signataire : BOUVIER Vincent
Signature :  Sogelink
Date : 29 / 08 / 2024 Nombre de pièces jointes, y compris les plans : 2

La loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 modifiée relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés, garantit un droit d'accès et de rectification des données auprès des organismes destinataires du formulaire.





Annexe 8 – NHS, Formations et Plan de prévention

Plan de prévention – Groupe IEL

6. ANALYSE DES RISQUES

Phase d'activité Particulière	Identification du risque	Mesure de prévention
Circulation / Accès au chantier	Heurt avec une personne à pied	<ul style="list-style-type: none">• Port du casque, chaussures et gilet de haute visibilité.• Les Engins de chantiers seront équipés d'avertisseurs de reculs et d'avertisseurs lumineux• Vitesse réduite à 20km/h aux abords d'une personne à pied• Les priorités sont définies comme suit : Engins chantier > VL > piétons sauf base vie ou c'est l'inverse.
Accès	Augmentation du risque lié à la prise de drogues, médicaments ou alcool	<ul style="list-style-type: none">• Interdiction formelle de conduire ou d'accès au site sous l'effet de l'alcool, ou de toute substance susceptible de provoquer des somnolences, vertiges, pertes d'attention
Circulation / Accès au poste	Postes HTB et HTA	<ul style="list-style-type: none">• Limitation aux abords du poste à 20 km/h• Les véhicules sont interdits dans le poste• Habilitation des personnes conformes aux travaux à effectuer et à la réglementation française• Port des EPI obligatoire selon la nature des travaux
Accès dans la tour	Risque de chute et de heurt	<ul style="list-style-type: none">• Toujours être au minimum 2 dans l'éolienne• Présence d'un système d'évacuation dans chaque nacelle et dans chaque véhicule• Montée dans l'éolienne interdite au-dessus de 25m/s de vent sur une période de 10 minutes
Accès dans la tour	Chute de l'échelle	<ul style="list-style-type: none">• S'assurer de la bonne fixation de son stop-chute sur le rail• Formation aux travaux en hauteur• Fermer les trappes à chaque passage
Accès dans la tour	Chute dans le cas d'une défaillance de l'élévateur de personnes	<ul style="list-style-type: none">• Utilisation de l'élévateur qu'en présence de personnes formées (2 personnes maxi)• Présence de la notice d'utilisation de l'élévateur dans celui-ci• Vérification de la dernière date de contrôle de l'élévateur (tous les 6 mois)• Port des EPI• Port du harnais et recommandation de s'attacher avec la longe au point d'ancrage situé en haut de l'élévateur• Possibilité d'évacuer l'élévateur en se mettant en sécurité sur l'échelle

Phase d'activité Particulière	Identification du risque	Mesure de prévention
Accès à la nacelle et au HUB	Mécanismes en mouvement (arbre lent, rotor ...) en présence de personnes à l'intérieur =>Ecrasement, happage	<ul style="list-style-type: none">• Sécurité intrinsèque de la machine (arrêt de celle-ci avant ascension en s'assurant qu'on ne puisse pas la redémarrer à distance)• Blocage mécanique et hydraulique du rotor• Ne pas porter des vêtements trop larges Les longues doivent être retirées à proximité de pièces en mouvement• Téléphone portable ou radio
Accès au HUB	Chute dans le rotor	<ul style="list-style-type: none">• Téléphone portable ou radio• Utilisation de l'échelle d'accès au HUB• Port du harnais (Pas obligatoire)• Accès au HUB interdit au-dessus de 12m/s de vent sur une période moyenne de 10 minutes
Accès sur le toit de la nacelle	Chute en hauteur	<ul style="list-style-type: none">• Port des EPI• Accroche de la longe aux points d'ancrage situés sur le toit• Limite de vent : 12 m/s
Accès aux armoires électriques ou aux cellules	Exposition à des pièces nues sous tension =>risque d'électrocution, d'électrisation	<ul style="list-style-type: none">• Port des EPI adaptés (gants ; casque avec visière ; tapis isolant ; chaussures de sécurité)• Habilitation des personnes conformes aux travaux à effectuer• Consignation des éoliennes ; séparation ; condamnation + signalisation ; identification ; vérification d'absence de tension condamnation ; mise à la terre et en court-circuit
Conditions climatiques	Tempêtes, Orages, Chute de glace venant des pâles	<ul style="list-style-type: none">• Interdiction de s'approcher de la machine• Pour le foudroiement, attendre minimum une heure après l'évènement pour s'approcher des machines• Evacuation immédiate des turbines en cas d'orage
Travail dans l'éolienne	Travailleur isolé (risque d'accident ou d'incident)	<ul style="list-style-type: none">• Interdiction d'être seul dans une éolienne ; travail en binôme impératif• Téléphone portable ou radio
Travail dans l'éolienne	Chute d'outils ou d'objets (dans la tour, à l'extérieur de la nacelle)	<ul style="list-style-type: none">• Vérification du bon état de marche des outils• Fermer les trappes de la tour à chaque passage pour éviter la chute d'objet• En cas de travail entre paliers, pas de personnel sur le palier du dessous• Les outils sont montés, soit au treuil, soit dans un sac prévu à cet effet• Port du casque avec jugulaire et des chaussures de sécurité dans la tour et aux abords du site• Fermeture de la trappe de la nacelle dès la fin de l'utilisation



Phase d'activité Particulière	Identification du risque	Mesure de prévention
Travail dans l'éolienne	Outils électroportatifs, ou pneumatiques (perceuse, boulonneuse ...)	<ul style="list-style-type: none">• Vérification du bon état de marche du matériel• Port des EPI adaptés : casque, lunettes, gants, protections auditives• Marquage CE• Rangement du matériel à la fin de l'utilisation
Travail dans l'éolienne	Malaise en cas de forte chaleur	<ul style="list-style-type: none">• S'hydrater régulièrement• Porter des vêtements de travail adaptés• Informer les salariés
Travail dans la nacelle	Chute de hauteur, foulure, entorse ...	<ul style="list-style-type: none">• Fermer la trappe entre la tour et la nacelle• Port des chaussures de sécurité et du casque
Travail dans la nacelle	Utilisation du treuil (risque de chute de la personne à l'ouverture de la trappe)	<ul style="list-style-type: none">• Vérification de la date de dernière vérification (annuelle)• Présence du manuel d'utilisation du treuil• Port du harnais de sécurité double longes et accroche à un point d'ancrage dans la nacelle (matérialisé en jaune) AVANT l'ouverture de la trappe
Travail dans la nacelle	Risque d'écrasement au sol	<ul style="list-style-type: none">• Balisage de la zone d'évolution du treuil• Utilisation du treuil uniquement par du personnel formé• Respect de la charge maximale autorisée
Travail sur le toit de la nacelle	Insolation / hypothermie / Chute de hauteur	<ul style="list-style-type: none">• Prévoir des vêtements adaptés aux conditions climatiques• Porter des lunettes de soleil ainsi qu'une crème de protection• S'hydrater suffisamment• Port du harnais de sécurité double longes et accroche à un point d'ancrage matérialisé en jaune
Accès/Travail au poste de livraison (local HTA) (local SCADA)	Risque d'électrocution / d'électrisation	<ul style="list-style-type: none">• Accès INTERDIT aux personnes non autorisées• Autorisation d'accès au site délivrée par le chargé de travaux électriques
Travail avec des machines-outils	Risque mécanique	<ul style="list-style-type: none">• Vérification du bon état des outils• Utilisation adéquate des outils• Port des EPI adaptés : casque, lunettes, gants, protections auditives
Travail sur l'ensemble du site	Risque de chute de plein pied	<ul style="list-style-type: none">• Port des chaussures de sécurité• Ne pas encombrer les circulations• Ne pas se précipiter
Travail dans les cellules du poste ou des éoliennes	Présence de pièces nues sous tension =>risque d'électrocution / d'électrisation	<ul style="list-style-type: none">• Utilisation des EPI (gants, chaussures, tapis, casquette avec visière ...)• Présence d'une perche à corps• Habilitation des personnes• Autorisation de travail obligatoire avant tous travaux ou interventions à délivrer par le chargé de travaux électriques• Application des mesures de consignation et le cas échéant attestation de consignation• Etre 2 dans le poste• Balisage de la zone de travail

Phase d'activité Particulière	Identification du risque	Mesure de prévention
Travaux sur site	Risque incendie	<ul style="list-style-type: none">• Respecter les plans d'évacuation et de sauvetage dans l'installation• Porter les EPI obligatoires (casque, chaussures, gilet fluorescent)• En cas d'incendie : si vous êtes dans la nacelle, évacuer par les trappes de secours en utilisant l'appareil d'évacuation connecté aux points d'ancrage caractérisés.• Si vous êtes dans la partie inférieure de la tour il faut quitter l'éolienne via l'échelle vers la porte de sortie• Il faut éviter d'inhaler toute fumée d'incendie, Attention – Danger de mort• Si vous essayez d'éteindre le feu, il ne faut le faire qu'en tenant compte du risque avec un extincteur adapté• Il faut lancer immédiatement un appel d'urgence, si nécessaire demander l'intervention de secours spéciaux (sauvetage en altitude)• S'il n'y a aucun appareil de secours/de descente en corde dans la nacelle, il faut emporter avec soi l'appareil de secours de la voiture• L'appareil de secours/de descente en corde ne sera fixé en cas d'urgence avec l'anneau d'ancrage que sur un point d'accrochage caractérisé• Les utilisateurs doivent être initiés en théorie et pratique à l'emploi sûr de l'appareil de secours d'évacuation• Contrôle visuel et fonctionnel de l'appareil d'évacuation avant emploi• Employer l'appareil d'évacuation selon les règles de sécurité et les instructions de service• L'appareil d'évacuation des personnes ne doit pas être utilisé à d'autres fins• L'appareil d'évacuation peut être endommagé par les arêtes vives• Si le risque propre du sauveteur est trop élevé, il doit attendre l'arrivée de services d'interventions professionnels• L'appareil de secours d'évacuation détérioré (usure/sollicitation par la chute/perce de fonction) ne doit pas être utilisé• Il faut immédiatement signaler au responsable EE N°1 et EE N°2 tout incident important pour la sécurité



Autres Risques identifiés	Mesures de Prévention
Projection et chute de glace par les pales	- Respecter l'affichage mis en place par le maître d'œuvre concernant les risques de projection de glace - Ne pas se garer et travailler sous l'éolienne
Orage et Foudroiement	- Accès interdit en cas d'orage - Evacuer l'éolienne en cas d'orage - Approche déconseillée malgré la protection par la mise à la terre existante - Attendre minimum 1h avant d'entrer dans une éolienne après un orage.
Manipulation de charge avec le treuil de service	- Ne pas stationner sous la charge ou dans un périmètre suffisant à l'aplomb de la trappe de service de la nacelle - La personne au sol qui guide le conducteur de treuil doit être en contact visuel avec lui ou en contact verbal via radio - Elle doit également informer toute personne s'approchant sous la nacelle du danger de chute d'objet - Les charges à lever doivent être fixées soigneusement - La trappe du treuil doit être refermée après levage - Port du casque obligatoire
Utilisation de produits nocifs ou toxiques	- Port des gants, de la tenue et du masque adéquats conformément aux FDS - Respect des conditions de stockage et d'utilisation (Cf. FDS sur site)
Energies résiduelles électriques ou mécaniques	- Mise à la terre après sectionnement - Annulation des énergies mécaniques résiduelles
Bruit lié à l'utilisation de l'outil hydraulique	- Port de casque ou de bouchons d'oreille

7. PROCEDURE EN CAS D'ACCIDENT & MISE EN SECURITE DU SITE

CONTACTS & INFORMATIONS UTILES EN CAS D'ACCIDENT	
Moyen d'alerte : téléphone portable	
N° d'appel en cas d'accident ou d'incendie : Faire le	112
Présence de Sauveteurs Secouristes du Travail sur le site :	<input type="checkbox"/> NON <input checked="" type="checkbox"/> OUI (faciliter leur intervention)
Contacts à prévenir :	
- l'exploitant sera prévenu au plus tôt au :	07.87.72.49.65
- Prévenir sa hiérarchie directe et responsable d'EE N°2 au	04.67.20.43.65
Nom & Adresse du Parc éolien :	Parc Eolien de Nieul, Lieu-dit « Les Grosses Terres » 85240 RIVES D'AUTISE

ORGANISATION DES PREMIERS SECOURS

ACCIDENTS, URGENCES MEDICALES (sauf électriques)

En cas d'accidents, la procédure d'intervention d'urgence générale est la suivante :

1. **Protéger** : Identifier l'origine de l'accident et les dangers persistants pour la victime et les personnes exposées. Si cela est possible sans se mettre en danger, supprimer le danger ou soustraire la victime de la zone dangereuse. Si ce n'est pas possible, interdire l'accès à la zone dangereuse et appeler les secours.

2. **Examiner** : Rechercher les signes indiquant que la vie de la victime est menacée.

3. **Faire Alerter** : Faire alerte si possible ou alerter soi-même les secours en appelant le **112**

Préciser l'accident aux secours :

- Le lieu (nom, adresse du parc et numéro de l'éolienne)
- La nature (chute de hauteur, électrisation...)
- Le Nombre de victimes
- La position dans l'éolienne de la victime (nacelle, suspendue dans son harnais,...) en cas d'intervention en hauteur demander l'intervention du GRIMP et si besoin d'un véhicule de désincarcération si la porte doit être forcée

Ne JAMAIS raccrocher le premier

Si possible envoyer une personne à l'entrée du site pour accueillir les secours

4. **Secourir** Suivre les indications des secours & effectuer les gestes de premiers secours

En cas d'accidents électriques,

Procéder aux étapes de secours suivantes avant de suivre la procédure générale en cas d'accidents décrite en amont.

Décharge électrique issue d'un circuit sous tension !

⊗ **Ne pas** toucher la personne blessée tant que l'alimentation du circuit n'a pas été entièrement coupée.

► Suivre les procédures de consignation-déconsignation pour couper l'alimentation du circuit.

► Éviter tout contact avec la personne blessée tant que l'alimentation n'a pas été entièrement coupée et que les étapes de consignation-déconsignation n'ont pas été réalisées.

En cas de suspicion de décharge électrique, il convient de réaliser la procédure d'intervention d'urgence générale suivante :

1. Couper toute l'alimentation.

2. Vérifier que toute l'alimentation a été coupée.

3. Verrouiller l'alimentation sur la position OFF afin que personne ne puisse rétablir le courant par inadvertance.



MISE EN SECURITE DU SITE

En cas de conditions météo extrêmes tels que orages, tremblements de terre, tempêtes, tempêtes de sables, inondations, givre,
Ne pas intervenir sur le site, les éoliennes via leur système de sécurité se mettront en sécurité si la situation l'exige. Si vous êtes dans l'éolienne quitter sans délai le site.
Prévenir sa hiérarchie directe et l'exploitant en cas d'évènements pouvant porter atteinte aux installations du parc (exemple : inondations, tremblements de terres). Etablir une zone temporaire de sécurité si possible et si nécessaire.

En cas de d'incident sur une éolienne,

Établissement d'une zone temporaire de sécurité

Lors de l'établissement d'une zone temporaire de sécurité en cas d'incident d'éolienne (p. ex. incendie, emballement d'éolienne ou séparation des débris), définir un périmètre de sécurité d'au moins 500 mètres de rayon autour de la base de l'éolienne. Si le rayon de 500 mètres ne peut pas être atteint en raison de l'environnement, le rayon maximum possible doit être défini.

Incendie

En cas d'incendie à l'intérieur ou à proximité d'une éolienne :

1. Appuyer sur le bouton d'arrêt d'urgence. S'il est possible de le faire en toute sécurité et que cela ne retarde pas la sortie de l'éolienne, déconnecter l'éolienne au niveau du disjoncteur haute tension principal. Le personnel à l'extérieur de l'éolienne ne doit pas s'approcher de l'éolienne dans le but d'appuyer sur le bouton d'arrêt d'urgence.

2. Quitter immédiatement l'éolienne, en utilisant uniquement l'équipement de lutte contre les

incendies pour permettre l'évacuation de l'éolienne en toute sécurité.

3. Établir une zone temporaire de sécurité et s'éloigner de la zone de sécurité en se déplaçant face au vent ou chercher à s'abriter si nécessaire.

4. Avertir l'exploitant et les responsables Vestas qui peuvent contacter les services d'urgence locaux si de l'aide est nécessaire pour éteindre l'incendie.

Emballement de l'éolienne, Séparation de débris, Défaillance des freins, Balourd du rotor, Défaut de lubrification grave

Dans ces cas,

1. Appuyer sur le bouton d'arrêt d'urgence. S'il est possible de le faire en toute sécurité et que cela ne retarde pas la sortie de l'éolienne, déconnecter l'éolienne au niveau du disjoncteur haute tension principal. Le personnel à l'extérieur de l'éolienne ne doit pas s'approcher de l'éolienne dans le but d'appuyer sur le bouton d'arrêt d'urgence.

2. Quitter immédiatement l'éolienne et établir une zone temporaire de sécurité, si nécessaire.

3. S'éloigner de la zone de sécurité en se déplaçant face au vent ou chercher à s'abriter si nécessaire.

4. Avertir l'exploitant et les responsables Vestas qui peuvent contacter les services d'urgence locaux si de l'aide est nécessaire pour résoudre le problème.

L'exploitant se chargera d'avertir au plus vite la DREAL.



PARTIE 5 – PIÈCE 2 - ETUDE DE DANGERS

VESTAS : Extraits de la Notice Hygiène et Sécurité

Opération	Danger	Condition dangereuse	Préconisations - Mesures préventives
<i>Travail en hauteur, travail de nuit, manipulation de substances chimiques, équipement personnel de sécurité</i>			
Travaux en hauteur lors de la phase de chantier, stockage et utilisation de produits chimiques	<ul style="list-style-type: none">- Chute du personnel.- Blessures graves.- Blessures fatales.- Empoisonnements, allergie	<ul style="list-style-type: none">- Absence de contrôle d'équipement, mauvaise éclairage, ...	<ul style="list-style-type: none">- Contrôler son équipement de sécurité avant de commencer à travailler. Tout équipement endommagé doit être jeté.- Porter les EPIs (harnais, longe et stop chute) vérifiés et approuvés.- Etre formé aux travaux en hauteur(en cours de validité).- Etre attaché aux points d'ancrages indiqués lors des travaux dans une zone non équipée de protection collective.- S'assurer de bonnes conditions d'éclairage lors du travail de nuit, afin de travailler en toute sécurité.- Maintenir un contact radio permanent entre le superviseur de site, les techniciens et les grutiers.- Lire les instructions des différents documents de sécurité.- Utiliser les protections personnelles obligatoires, telles que gants, lunettes de protection et masques respiratoires.- Porter en permanence des vêtements appropriés.- Avoir un kit anti-pollution en permanence à proximité des produits chimiques (pas dans le container si les produits sont utilisés sur site).

Opération	Risque	Condition dangereuse	Préconisations - Mesures préventives
<i>Risques de chutes (même niveau ou niveaux différents) - risque de coup / heurts - risque de chute d'objets</i>			
Travaux de maintenance	<ul style="list-style-type: none">- Chute au même niveau- Chute à un niveau inférieur	<ul style="list-style-type: none">- Surfaces irrégulières, escaliers- Travaux en hauteur- Déplacements verticaux	<ul style="list-style-type: none">- Utiliser les rampes dans les escaliers.- Faire extrêmement attention en marchant sur le terrain.- Ne pas courir.- Signaliser et/ou protéger les zones présentant des dénivelés ou des irrégularités temporaires.- Signaler et interdire d'accès les surfaces rendues glissantes à cause de la pluie.- Reporter sans attendre toute situation dangereuse et mettre en place des mesures adéquates le plus tôt possible.- Se déplacer de façon adéquate : escaliers, couloirs, surfaces avec traitement antidérapant, etc.- Faire extrêmement attention en se déplaçant à l'intérieur de la turbine.- Utiliser obligatoirement le système antichute composé d'un harnais, de la ligne de vie et du dispositif d'ancrage.- Maintenir fermées les trappes de la tour et de la nacelle.- S'ancrer à des points homologués ou à des ancrages improvisés résistants à une charge minimale de 1 000 Kg.- Utiliser des dispositifs de fixation directement entre le point d'ancrage et le harnais, sans élément intermédiaire.- Coordonner les travaux superposés. Les éviter le plus possible.- Utiliser d'autres systèmes alternatifs de ligne de vie (double ancrage, corde d'assurance provisoire, etc.) s'il n'y a pas de ligne de vie ou s'il n'est pas dans un état approprié.- S'attacher au préalable à un point fixe au moyen d'un élément d'attache et d'un absorbeur avant de se détacher ou de s'attacher à la ligne de vie sur les plateformes à plus de 2 mètres de hauteur.- Faire usage des plateformes intermédiaires sur l'échelle et utiliser l'aide à la montée si celui-ci est disponible.- Contrôler l'équipement de sécurité avant de commencer à travailler.- Jeter tout équipement endommagé.
Travaux de maintenance	<ul style="list-style-type: none">- Objets sur passage- Surfaces glissantes- Coups contre objets fixés- Faux pas	<ul style="list-style-type: none">- Manque d'ordre et de propreté- Eléments de l'aérogénérateur- Eclairage insuffisant	<ul style="list-style-type: none">- Ranger les équipements et les outils.- Ne pas déposer de matériels dans des lieux dangereux pouvant tomber à des niveaux inférieurs ou encombrer.- Nettoyer immédiatement les restes et fuites d'huile, de graisses, d'eau et de liquides réfrigérants.- Utiliser un casque de sécurité.- Se déplacer par les surfaces destinées à cet effet.- Ajuster le niveau d'éclairage en fonction des exigences visuelles relatives aux travaux, ce niveau ne doit jamais être inférieur à 200 lux dans la nacelle et dans la tour.- Utiliser la lampe frontale si besoin
Utilisation des élévateurs personnels	<ul style="list-style-type: none">- Divers		<ul style="list-style-type: none">- Réserver l'utilisation des élévateurs au seul personnel formé à l'utilisation, à l'inspection préalable, aux normes de sécurité et aux dispositifs d'urgence.- Maintenir les portes fermées pendant la montée.- Appuyer sur le bouton d'urgence pour monter ou descendre de la cabine.- Ne pas utiliser lorsque la vitesse du vent est supérieure à 18 m/s.- Port du harnais obligatoire.- se tenir éloigné du trou de l'élévateur pour le personnel se trouvant sur les plates-formes de la tour sur les parcours de l'élévateur.- Ne pas actionner les dispositifs d'arrêt externes lorsque l'élévateur est en marche.- Ne pas modifier ou intervenir sur une quelconque pièce de l'ascenseur, notamment les pièces affectant les conditions de sécurité.- Procéder aux vérifications périodiques réglementaires.
Travail sur la nacelle	<ul style="list-style-type: none">- Chute	<ul style="list-style-type: none">- Ouvertures sans protection possibles (trappe d'accès de la nacelle)- Travail sur la face extérieure de la nacelle	<ul style="list-style-type: none">- Utiliser des systèmes de ligne de vie, des chaussures de protection à semelles antidérapantes et un casque de sécurité avec jugulaire.- Etre particulièrement prudent lors de tout déplacement.
Travaux de maintenance	<ul style="list-style-type: none">- Chute d'objets non fixés	<ul style="list-style-type: none">- Elévation de matériel à la turbine	<ul style="list-style-type: none">- Utiliser des sacs et des éléments de hissage homologués et appropriés au matériel à hisser.- Ne pas monter avec des outils dans les mains ou les poches. Utiliser des ceintures porte-outils.- Ne pas rester sous des charges suspendues. Ne pas utiliser les lignes de vie simultanément.- Ne pas garer de véhicules sous la nacelle.- Monter les objets lourds à l'aide du palan interne.



PARTIE 5 – PIÈCE 2 - ETUDE DE DANGERS

Opération	Risque	Condition dangereuse	Préconisations - Mesures préventives
<i>Risque électrique</i>			
Travaux électriques : haute et basse tension	- Travaux comportant des risques électriques	- Electrocutation - Brûlures - Coups	- Seul le personnel autorisé ou formé par l'entreprise peut effectuer des travaux comportant des risques électriques. - Utiliser les équipements de protection pour travailler sur des éléments à haute tension (gants de sécurité, tabouret/tapis isolants, écran facial). - Effectuer les travaux hors tension. - Maintenir les armoires électriques et les boîtiers de connexions fermés. - Ne pas travailler en portant des éléments métalliques qui pourraient causer un court-circuit (montres, chaînettes, etc.) - Coordonner les consignations pour les manœuvres. - Tout travail effectué dans la zone d'accès limité du transformateur doit être préalablement autorisé et soumis à une procédure définissant l'ordre dans lequel les opérations seront réalisées, le matériel et les mesures de protection et les circonstances qui pourraient donner lieu à une interruption des travaux.
Travaux électriques : haute et basse tension	- Fuites de gaz causant des lésions de divers degrés suite à une intoxication	- Présence d'hexafluorure de soufre dans les équipements électriques	- Réaliser une maintenance périodique des zones où ce type de substance est présent. - Ne jamais manger ou boire dans la zone sans s'être lavé les mains au préalable. - Garder les vêtements et outils, composants et résidus dans des sacs hermétiquement fermés jusqu'à ce qu'ils soient nettoyés ou enlevés.
Local SCADA / poste de livraison	- Contacts électriques	- Proximité avec éléments motorisés - Décrochements ou détérioration d'une partie de l'installation ou de son isolation	- Effectuer tous les travaux sur les installations électriques ou à proximité de celles- sans alimentation si possible. - Coordonner tout travail impliquant une décharge électrique, obtenir une autorisation écrite avant toute intervention et suivre la procédure définissant l'ordre dans lequel les opérations seront réalisées, le matériel et les mesures de protection utilisés et les circonstances qui pourraient donner lieu à une interruption des travaux. - Déconnecter et reconnecter le réseau électrique lors de travail avec respectivement la haute et basse tension avec les travailleurs habilités et qualifiés pour cette opération. - Isoler correctement les conducteurs électriques et les doter d'un dispositif VAT. - Ne pas travailler en portant des éléments métalliques qui pourraient causer un court-circuit (montres, chaînettes, etc.) - Arrêter tout travail en cours sur les conducteurs à nu ou sur tout équipement électrique connecté sur ces derniers en cas de tempête imminente. - Mettre un casque de sécurité, une visière prévue pour le soudage à l'arc, des gants diélectriques avec des éléments de protection mécanique contre les coupures, perforations et autres, ainsi que des chaussures de sécurité et utilisation des tapis lors de toute intervention,.
<i>Risque hydraulique</i>			
Travaux de maintenance	- Accrochage	- Eléments rotatifs	- Protéger les éléments rotatifs. - Bloquer l'actionnement de ceux-ci avant d'y travailler. - En cas de risque d'accrochage, ne pas porter le harnais de sécurité si des bandes dépassent ou restent ballantes. - Prévenir les autres employés avant de mettre en marche des éléments rotatifs. - Equiper les machines de mécanismes de freinage et d'arrêt disposant d'un dispositif d'urgence doté de commandes faciles d'accès et facilement repérables. - Porter des vêtements près du corps
<i>Utilisation d'outils</i>			
Travaux de maintenance	- Divers - Coupures - Accrochage - Projection d'huile à haute pression	- Utilisation des outils - Utilisation d'outils coupants ou contondants - Utilisation d'outils hydrauliques à haute pression	- Tous les outils doivent être marqués CE, en bon état d'utilisation et révisés régulièrement (mini tous les ans). - Vérifier les outils avant leur utilisation. - Utiliser les équipements de protection correspondant au travail à effectuer. - Utiliser les machines et les outils conformément aux spécifications des manuels. - Ne pas bloquer les dispositifs de sécurité. - Garder les outils de coupe ou ceux à bouts pointus dans des housses de protection en cuir ou en métal afin de prévenir toute lésion en cas de contact accidentel. - Ne jamais enlever les chutes de coupe sans porter de gants. - Utiliser des gants mécaniques comportant une protection appropriée contre les coupures, perforations, etc. - Suivre la notice d'utilisation du fabricant. - Vérifier l'étiquette d'inspection de la clé, des tubes et de la pompe. - Réaliser une inspection visuelle préalable.



PARTIE 5 – PIÈCE 2 - ETUDE DE DANGERS

Opération	Risque	Condition dangereuse	Préconisations - Mesures préventives
			<ul style="list-style-type: none">- Effectuer le placement de la clé et l'actionnement du boîtier de commande par la même personne.- Effectuer une maintenance adéquate et des révisions périodiques de l'ensemble des équipements dotés de liquides sous pression.- Ne changer aucune pièce tant que les installations sont sous pression.- Mettre correctement en place tous les caches avant la mise en rotation de la turbine. Garder une distance de sécurité s'il est nécessaire de démarrer la rotation sans les caches.
<i>Risque d'incendie</i>			
Travaux de maintenance	- Incendie	- Travaux à chaud	<ul style="list-style-type: none">- Interdire tous les travaux à chaud (pouvant provoquer un incendie), sauf autorisation écrite et conforme aux normes correspondantes.- Mettre en place un permis de feu obligatoire. Les EPI minimum sont bottes, gants, casque et lunettes, habits couvrants.
<i>Risque chimique</i>			
Utilisation de produits chimiques	<ul style="list-style-type: none">- Projection de liquides et de particules- Projections- Irritations- Autres	<ul style="list-style-type: none">- Travaux avec produits chimiques- Particules projetées par le vent- Manipulation de produits chimiques	<ul style="list-style-type: none">- Utiliser des lunettes / masque / visière/ gants de sécurité en cas de risque de projection de particules par le vent ou autres.- Lire la fiche de sécurité du produit chimique à utiliser. Les consignes de sécurité mentionnées doivent être respectées.- Disposer d'un extincteur en cas de travail avec des produits inflammables.- Vérifier que les contenants possèdent tous leurs labels (avec les pictogrammes appropriés)- Maintenir un système de ventilation approprié dans tous les espaces afin d'éviter l'accumulation de vapeurs émises par des produits chimiques qui rendent l'atmosphère d'un espace difficilement respirable.- Réaliser une étude risque chimique
<i>Isolement et communication</i>			
Travaux de maintenance	<ul style="list-style-type: none">- Isolement- Incoordination	<ul style="list-style-type: none">- Travaux en solitaire- Manque de communication	<ul style="list-style-type: none">- Effectuer les travaux dans les aérogénérateurs par des équipes de deux personnes minimum.- Interdire les travaux en solitaire dès lors qu'il y a port d'EPI de catégorie III.- Mettre en place un plan d'urgence spécifique en cas de travail en isolement.- Utiliser des dispositifs de radio pour communiquer entre employés.- Contrôler les niveaux des batteries des dispositifs de radio avant de commencer les travaux.
<i>Manutention</i>			
Travaux de maintenance	<ul style="list-style-type: none">- Luxations- Entorses- Lombalgies- Lésions dorsolombaires	<ul style="list-style-type: none">- Ergonomie- Manipulation manuelle de charges	<ul style="list-style-type: none">- Effectuer des pauses lors des travaux en position forcée.- Effectuer des rotations avec les autres employés lors des travaux en position forcée.- Utiliser des moyens de manipulation mécanique.- Mettre en pratique les normes de base de manipulation manuelle des charges.- Formation ergonomique intégrée au cursus de formations des nouveaux embauchés.- Modifier les instructions de travail si non applicables ou obsolètes.- Effectuer le travail avec des équipes renforcées- Effectuer une formation ergonomique sur les travaux à risques et le respect des préconisations gestes et postures.- Ne pas manipuler de charge supérieure à 21 kg pour un employé.- Ne pas manipuler de charge supérieure à 36 kg pour deux employés.
<i>Conditions météorologiques</i>			
Travaux de maintenance	<ul style="list-style-type: none">- Malaises- Exposition aux UV	<ul style="list-style-type: none">- Conditions météorologiques défavorables (températures extrêmes, faible luminosité ou travail nocturne ...)	<ul style="list-style-type: none">- Mettre des vêtements d'extérieur et des vêtements qui protègent du soleil et de la pluie.- Porter des lunettes de soleil en cas de forte luminosité.- Mettre des vêtements fins et assurer une hydratation continue avec un apport de sels minéraux (eau fraîche de préférence) en cas de températures élevées.- Adapter les horaires de travail (début matinal si maintenance programmée).- Ventiler la nacelle (ouverture des skylight).- Utiliser au maximum les équipements mécaniques disponible (monte personnes, palan interne, ...) pour éviter toute surcharge physique de travail.- Prévoir un groupe électrogène et des éclairages si nécessaire.- Ne jamais commencer un travail sans éclairage.
Travaux de maintenance	- Dommages personnels	- Conditions météorologiques	- Interrompre tout travail en cas de conditions météorologiques extrêmes et personne ne doit rester dans le parc

Opération	Risque	Condition dangereuse	Préconisations - Mesures préventives
	- Situations d'urgence	extrêmes (tempête, vent fort orage, ...)	<ul style="list-style-type: none">- éolien.- Ne pas rester dans l'aérogénérateur ni dans le parc éolien en cas d'orage. Une fois l'orage terminé, attendre un minimum de deux heures avant de retourner dans les aérogénérateurs (présence d'électricité statique).- Préciser les recommandations liées à la vitesse du vent à partir de laquelle les travaux sont interrompus, en cas de doute, l'évacuation du site prévaut.
<i>Formation</i>			
Travaux de maintenance	- Divers	- Manque de formation et d'informations	<ul style="list-style-type: none">- Mettre en place un cycle complet de formation avant d'envoyer les techniciens en missions :<ul style="list-style-type: none">o Formation travaux en hauteuro Pratiques de secours et d'évacuationo Formation au manuel de sécurité (Délivrance du manuel de sécurité)o Formation électriqueo Formation secourismeo Formation manipulation d'extincteurso Formation ergonomique (dès 3 mois d'ancienneté)- Revoir périodiquement les formations, celles-ci feront l'objet de tests.- Dispenser des formations techniques.- Mettre en place un système de parrainage pour ne pas avoir deux débutants dans une même équipe.



Lampe frontale

Utilisée dans les zones de la turbine où la lumière est insuffisante. Ses caractéristiques sont les suivantes : luminosité et faisceau réglables, étanche, ampoule de longue durée, ...

Longe de sécurité

La longe de sécurité est portée dès qu'il y a un risque de chute. Elle peut s'étendre jusqu'à 2 mètres en cas de chute et permet de ralentir et d'absorber une partie du choc.

Système anti-chute verticale

Le système s'attache au rail de sécurité des différentes échelles et sécurise l'utilisateur lors de ses déplacements verticaux dans l'éolienne.

Combinaison

Le type de combinaison dépend du site du projet. Toutefois la proximité d'éléments électriques implique de porter une combinaison de protection contre l'incendie et les chocs électriques.

Chaussures de sécurité

Embout renforcé en acier, solide, légère, protection à la cheville, isolation thermique, résistantes aux huiles, aux acides et aux alcalins,...

Casque

Casque idéal pour travailler en position verticale, isolation électrique, insert réglable, bandeau, protecteurs d'oreille,...

Lunettes de sécurité

Vision claire, verres anti-rayures et anti-brouillard, zone de visibilité de 180°, maintien ajustable, protections latérales,...

Gilet de sécurité

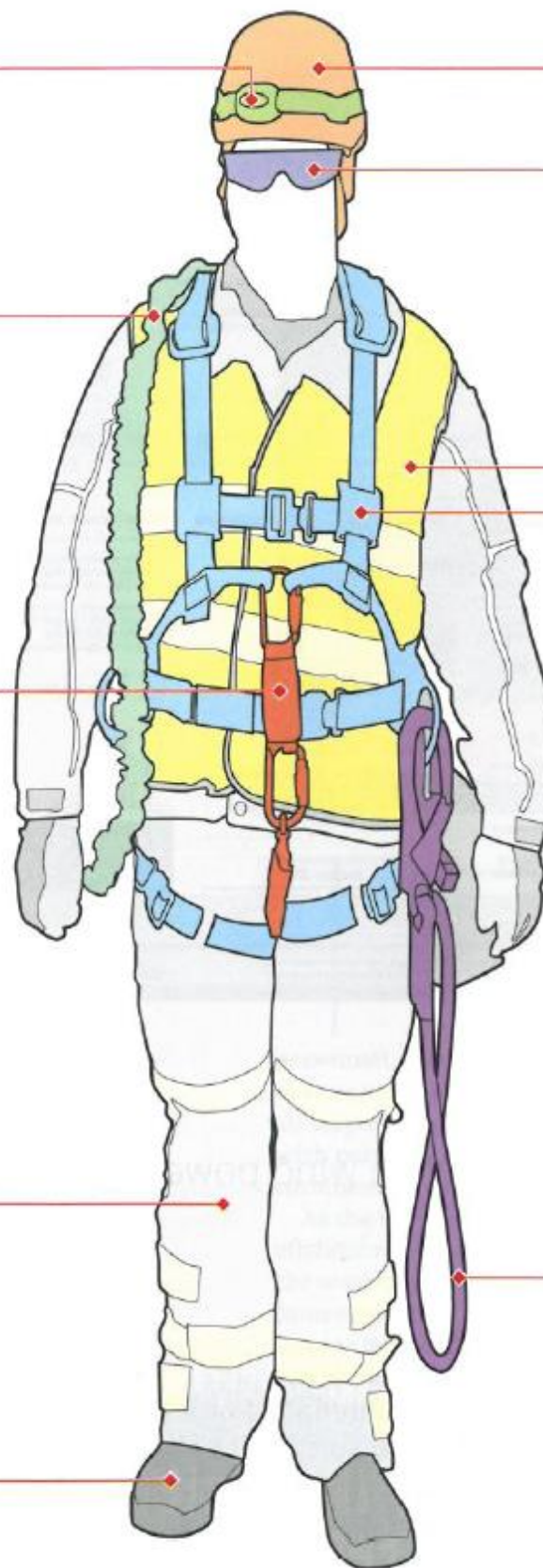
Bien visible, il permet à l'utilisateur d'être localisé par ses collègues dans la turbine.

Harnais de sécurité intégral

Il doit être confortable et permettre les mouvements. Il doit être lisse pour éviter d'accrocher, il possède des coutures renforcées et un étiquetage détaillé pour une utilisation facile. Les sangles doivent être résistantes aux intempéries.

Longe de maintien ajustable

Permet d'accrocher l'utilisateur à un élément fixe, il est ajustable à différentes longueurs (jusqu'à 2 mètres).



Présentation des EPI couramment utilisés dans le cadre de la maintenance des éoliennes (source : Vestas)

