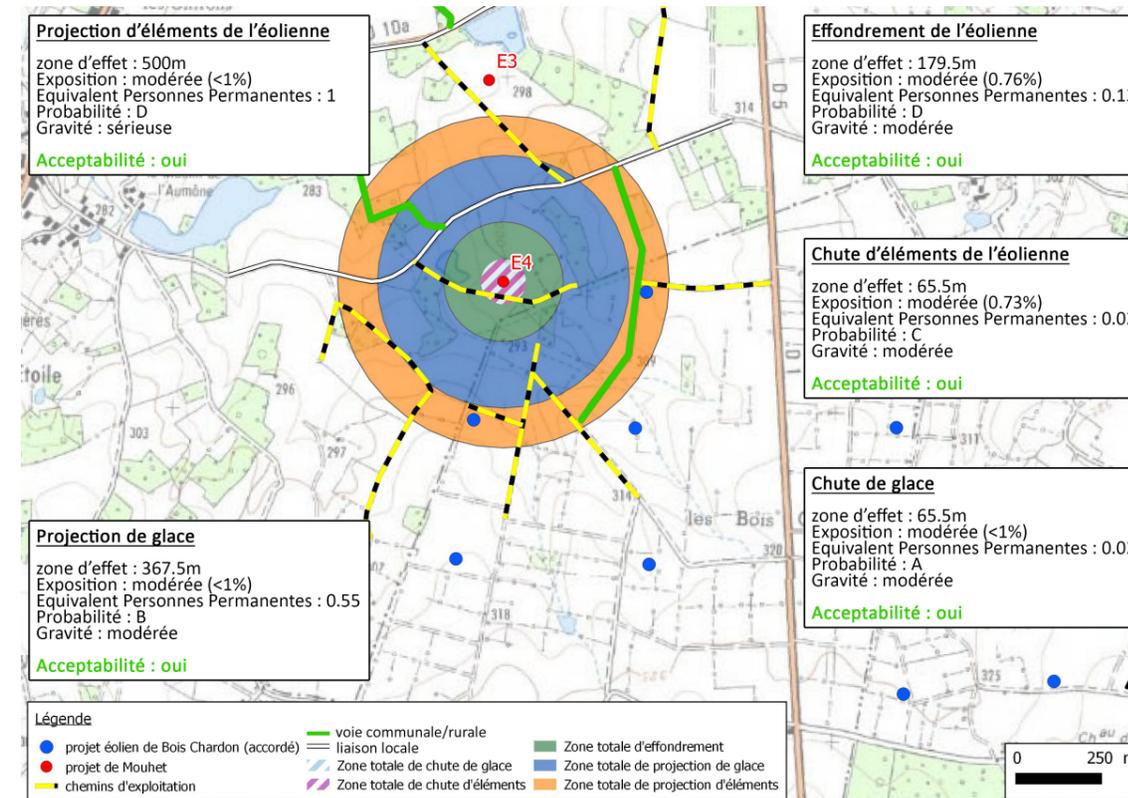
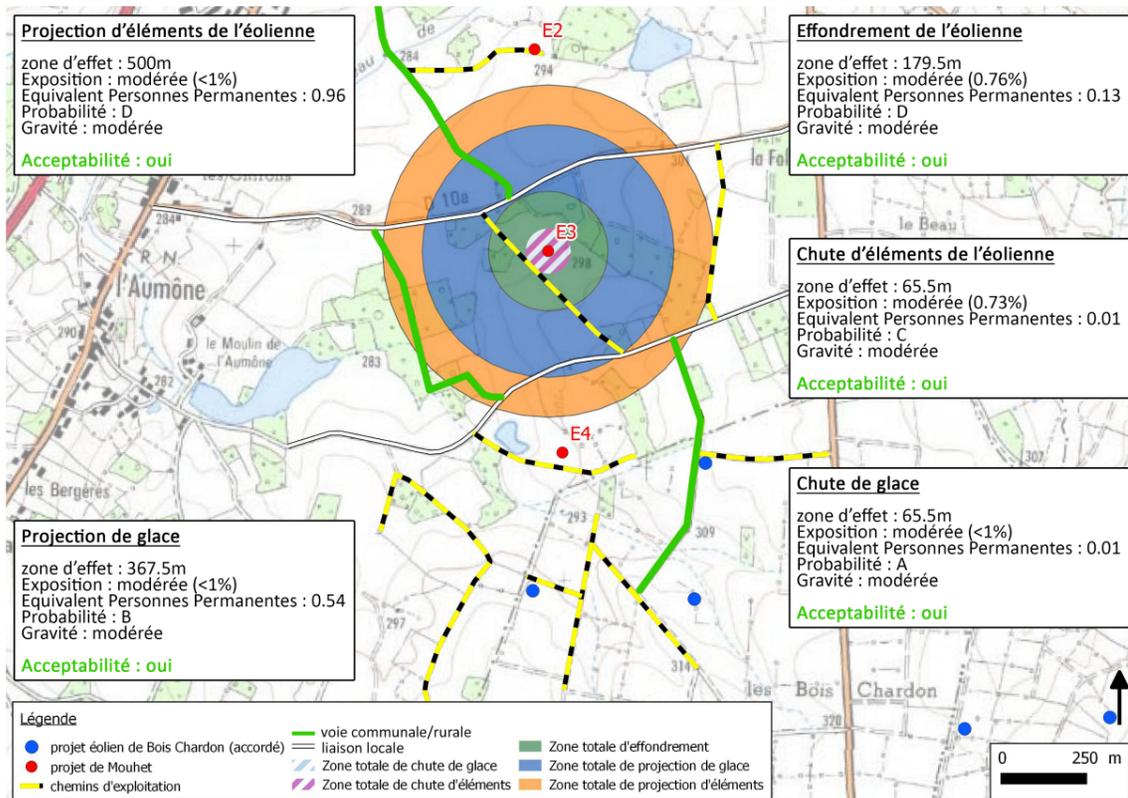
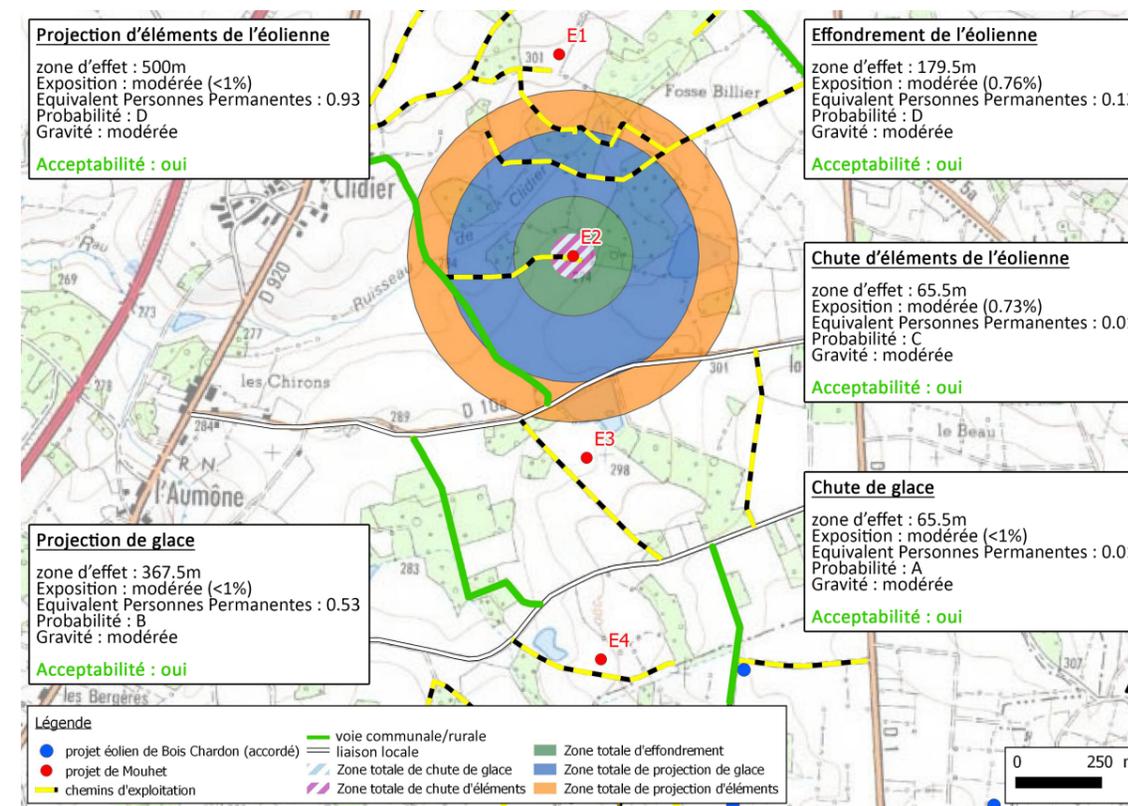
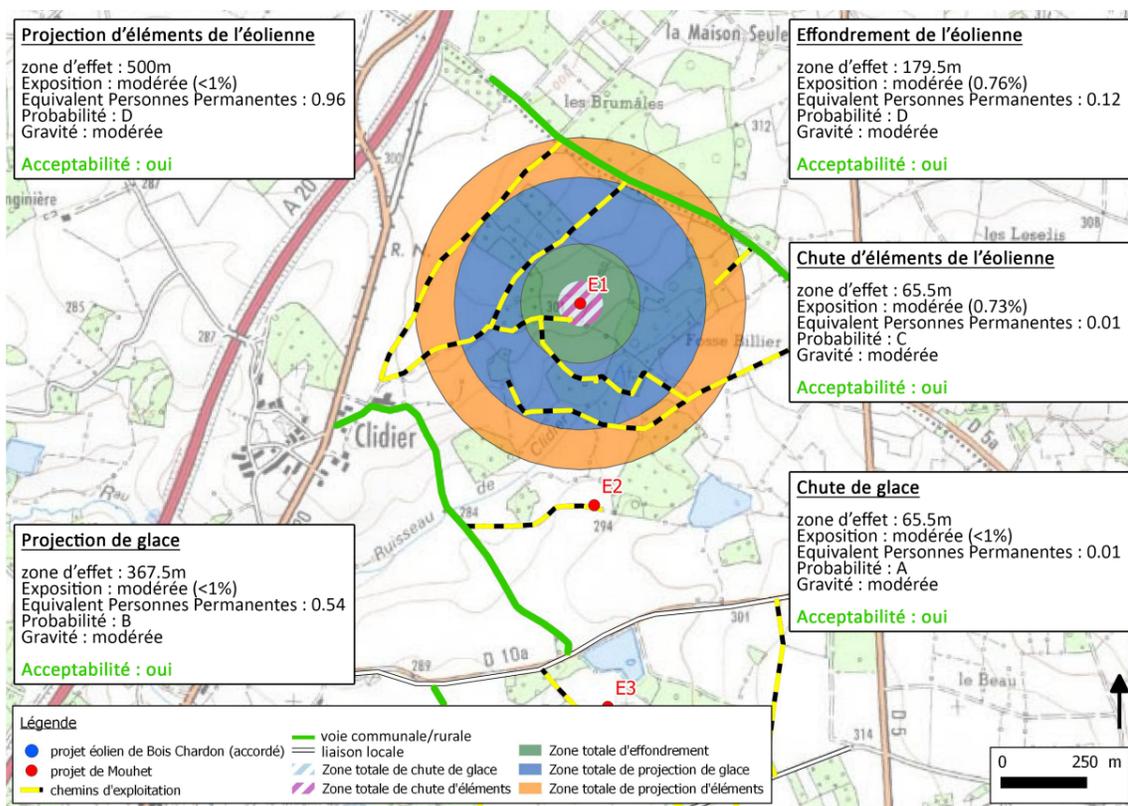




PARTIE 5 – PIÈCE 2 - ÉTUDE DE DANGERS



Carte 36 : cartographies de synthèse pour les 4 éoliennes



3.7.3.2 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.

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.

Les accidents potentiels identifiés sont de cinq sortes :

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

Récapitulatif					
Gravité	Classe de Probabilité				
<i>(traduit l'intensité et le nombre de personnes exposées)</i>	E	D	C	B	A
Désastreuse					
Catastrophique					
Importante					
Sérieuse		Projection de pale ou fragment de pale E4			
Modérée		Projection de pale ou fragment de pale E1 à E3 Effondrement d'éolienne E1 à E4	Chute d'éléments E1 à E4	Projection de glace E1 à E4	Chute de glace E1 à E4

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

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

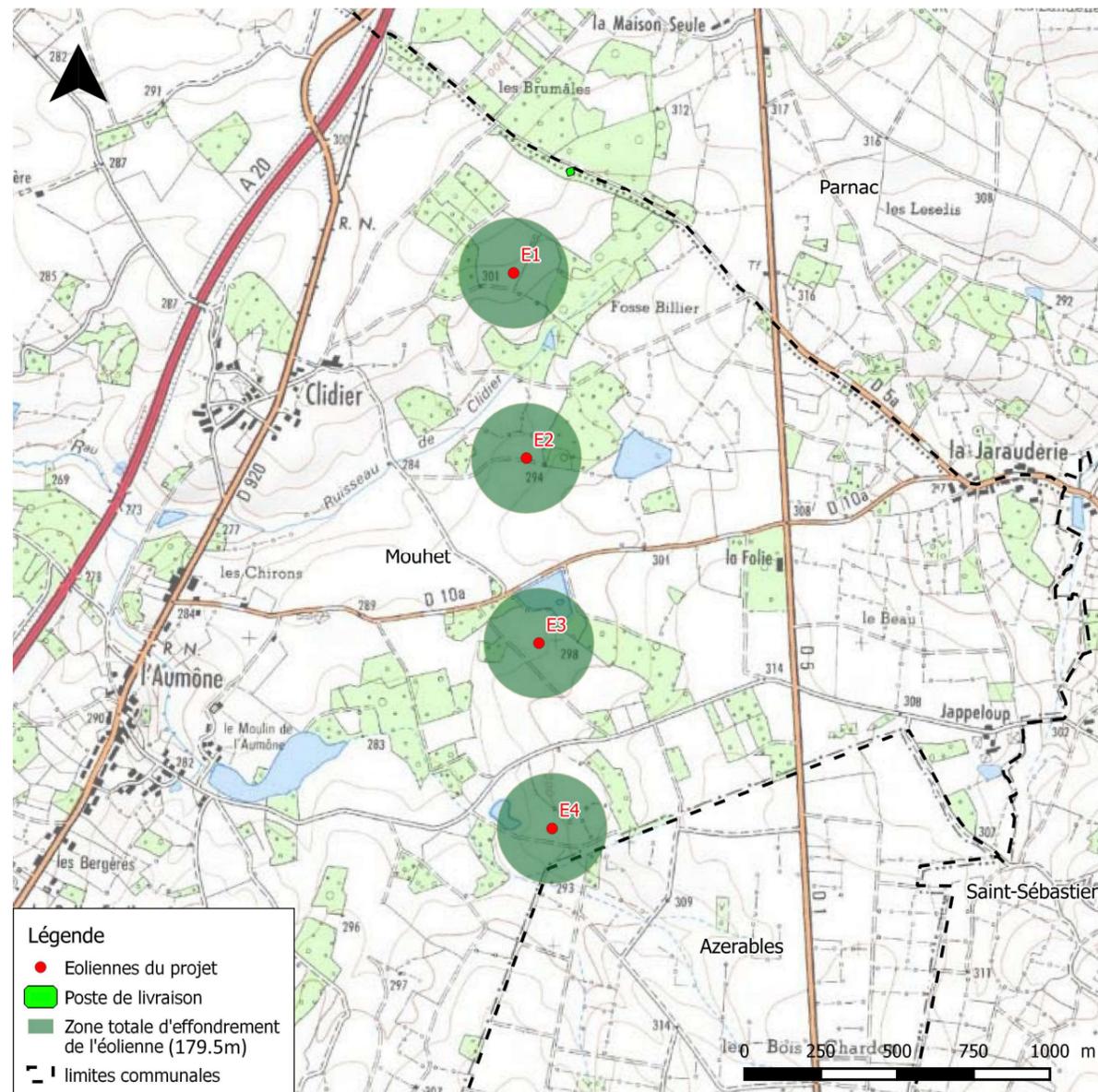
- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice
- certains accidents figurent en case jaune. Pour ces accidents, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie VII.6 sont mises en place.

Enfin, d'après la matrice présentée ci-avant le risque associé à chaque événement étudié est acceptable. Nous pouvons alors conclure que l'acceptabilité du risque généré par site éolien de Mouhet est acceptable.



3.7.3.3 Cartographie des risques

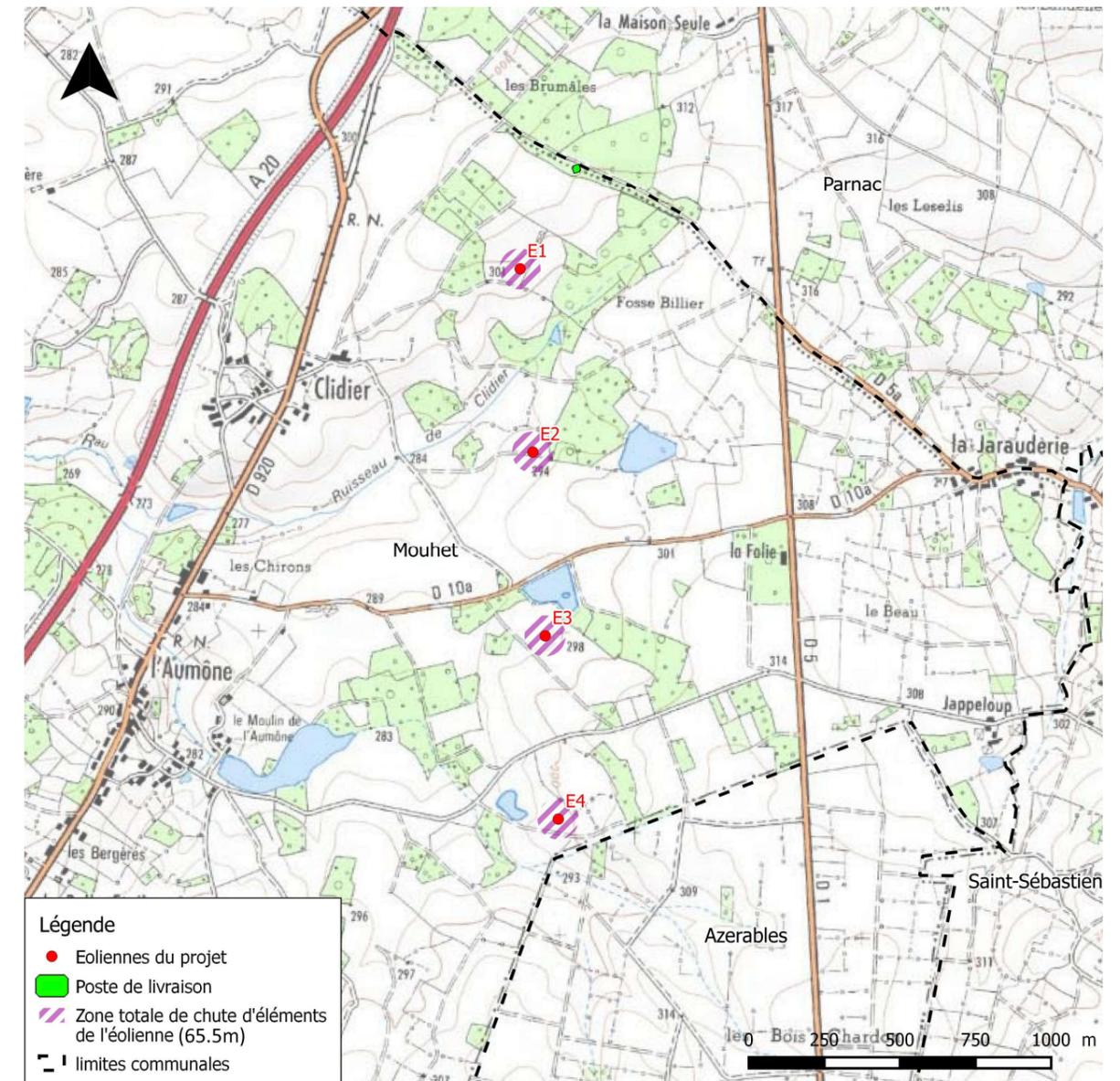
■ Effondrement de l'éolienne



Carte 37 : 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 179,5 mètres autour de chaque éolienne.
- 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 E1, E2 E3 et E4.

■ Chute d'éléments de l'éolienne

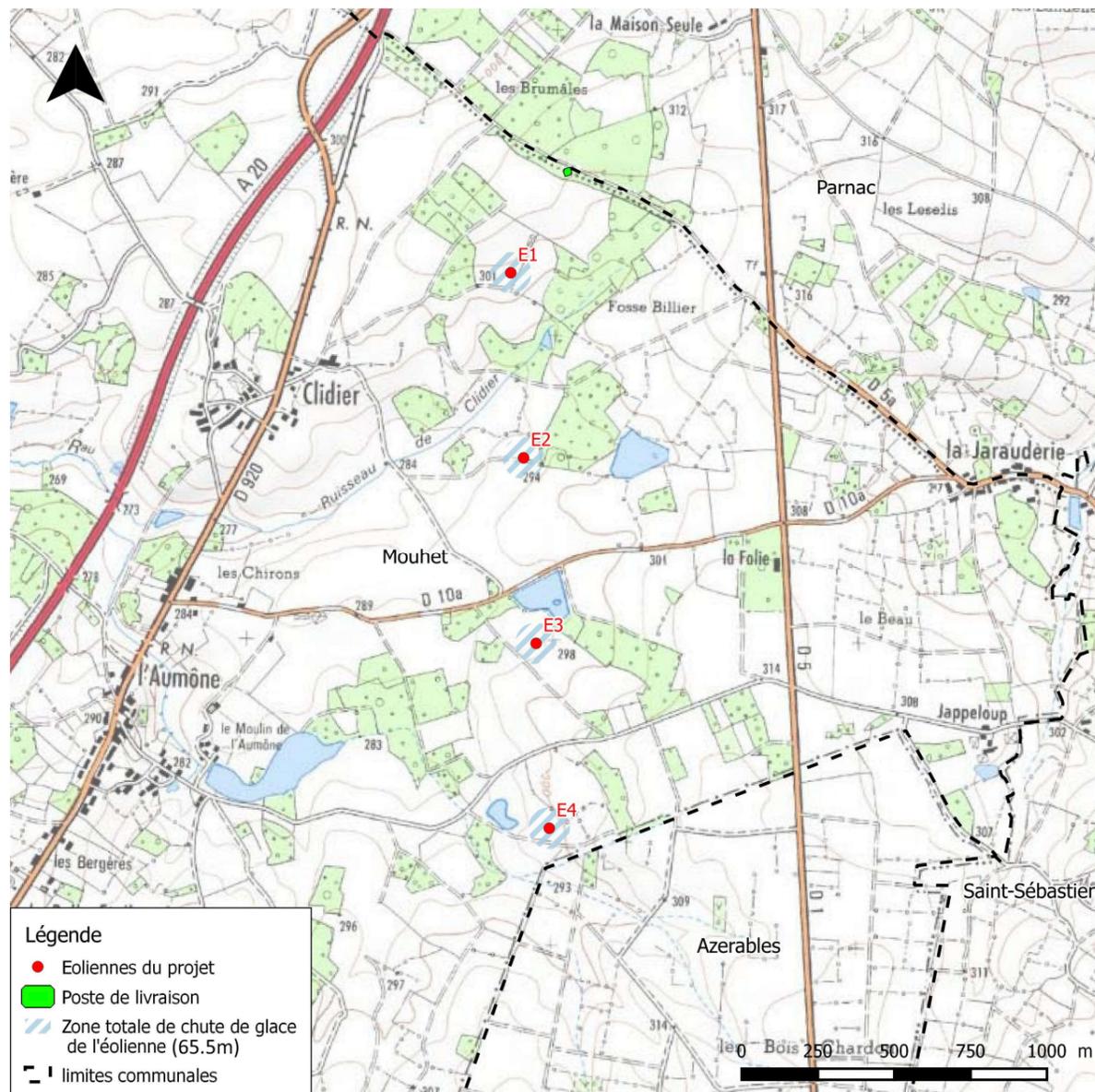


Carte 38 : Zone d'effet de la chute d'éléments par éolienne

- Toutes les éoliennes sont concernées par ce scénario.
- Ce scénario a une cinétique rapide.
- La zone d'effet afférente à ce scénario est de 65,5 mètres et 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.
- Le risque est acceptable pour E1, E2, E3 et E4.



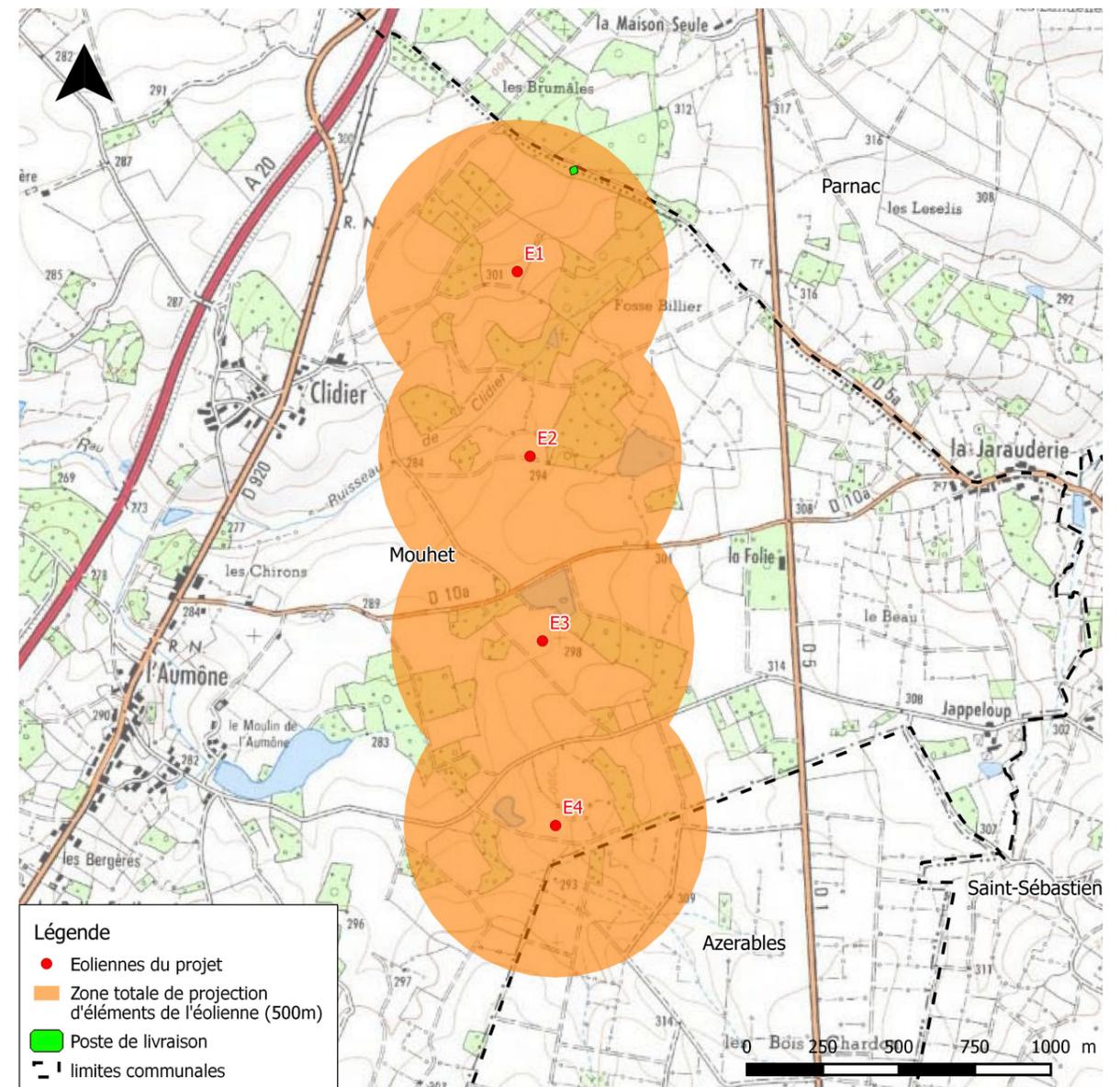
▪ Chute de glace



Carte 39 : 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 65,5 mètres et 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 (sauf si les températures hivernales sont supérieures à 0°C).
- La gravité de ce scénario est qualifiée de modérée.
- Le risque est acceptable pour E1, E2, E3 et E4.

▪ Projection de pale ou de fragment de pale

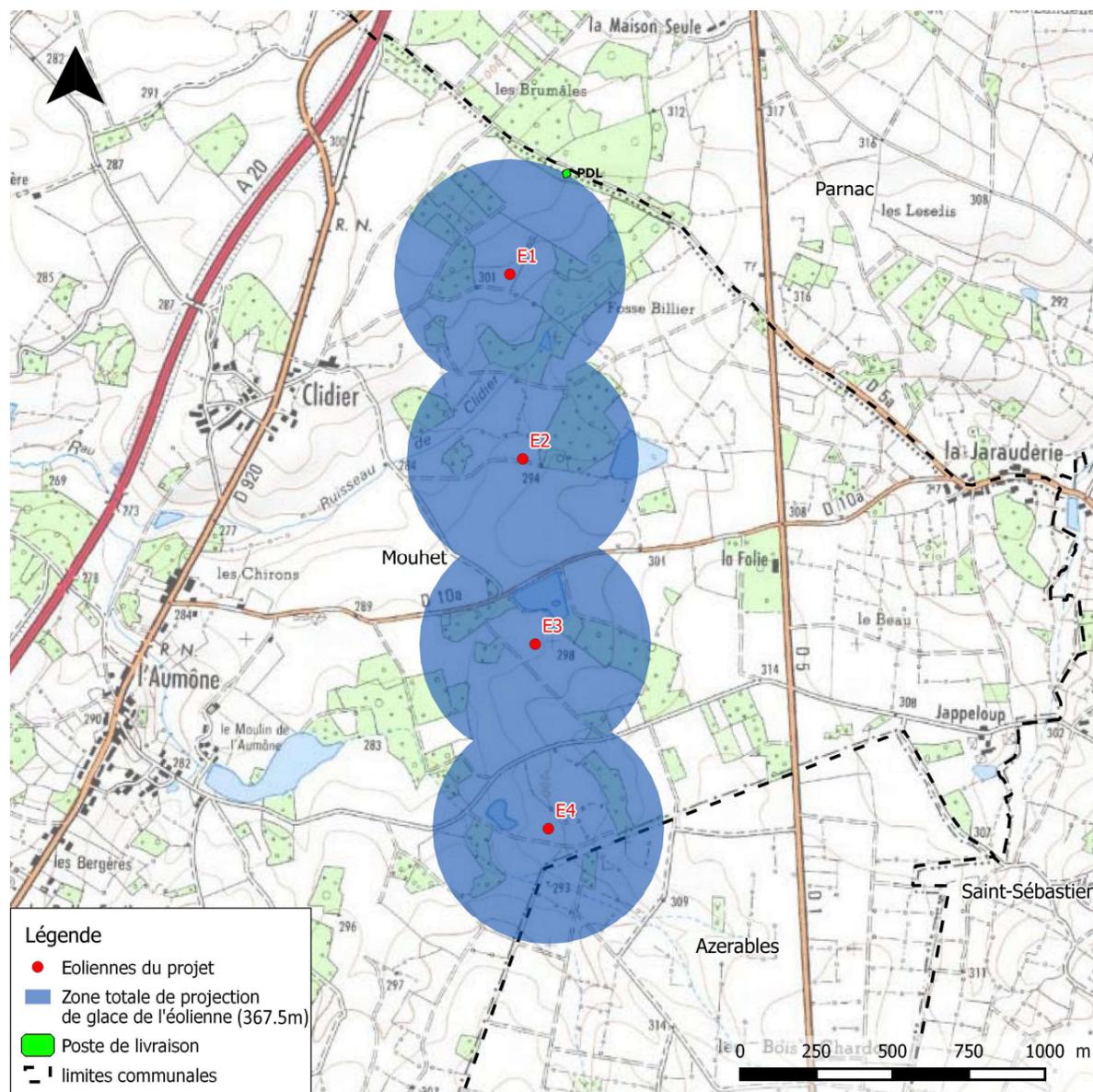


Carte 40 : Zone d'effet de projection de pale ou fragment de pale par éolienne

- 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 et concerne moins de 1 EPP pour E1 à E3 et 1 EPP pour E4.
- 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 de modérée pour E1, E2 et E3 et sérieuse pour E4.
- Le risque est acceptable pour E1, E2, E3 et E4.



- Projection de glace



Carte 41 : Zone d'effet de projection de glace par éolienne

- Toutes les éoliennes sont concernées par ce scénario.
- Ce scénario a une cinétique rapide.
- Les 4 éoliennes sont concernées, avec moins de 1 EPP pour chaque éolienne.
- La zone d'effet afférente à ce scénario est de $1,5 \times (H+2R)$ soit 367,5 mètres
- 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 E1, E2, E3 et E4

3.8 Projet de raccordement selon l'article 323-40

3.8.1 Notice explicative

3.8.1.1 - Présentation générale du projet

IEL Exploitation 14 porte un projet éolien située sur la commune de Mouhet dans le département de l'Indre.

Ce projet éolien consiste à implanter 4 éoliennes **Nordex N131 – 3MW – moyeu à 114 mètres**.

La hauteur sommitale est de 179,5 m.

Le site est un milieu où l'agriculture et l'élevage sont présents.

Les chemins utilisés pour l'activité agricole seront utilisés pour l'acheminement des éoliennes. Quelques chemins d'accès, sur des distances relativement courtes, seront créés afin de permettre la circulation des engins de transport et de levage jusqu'aux emplacements prévus.

Le poste de livraison (PDL) électrique aura d'une dimension externe d'environ 9,4 mètres de longueur, 2,6 mètres de largeur et 2,87 mètres au-dessus du sol ; le poste de livraison contiendra toutes les armoires électriques.

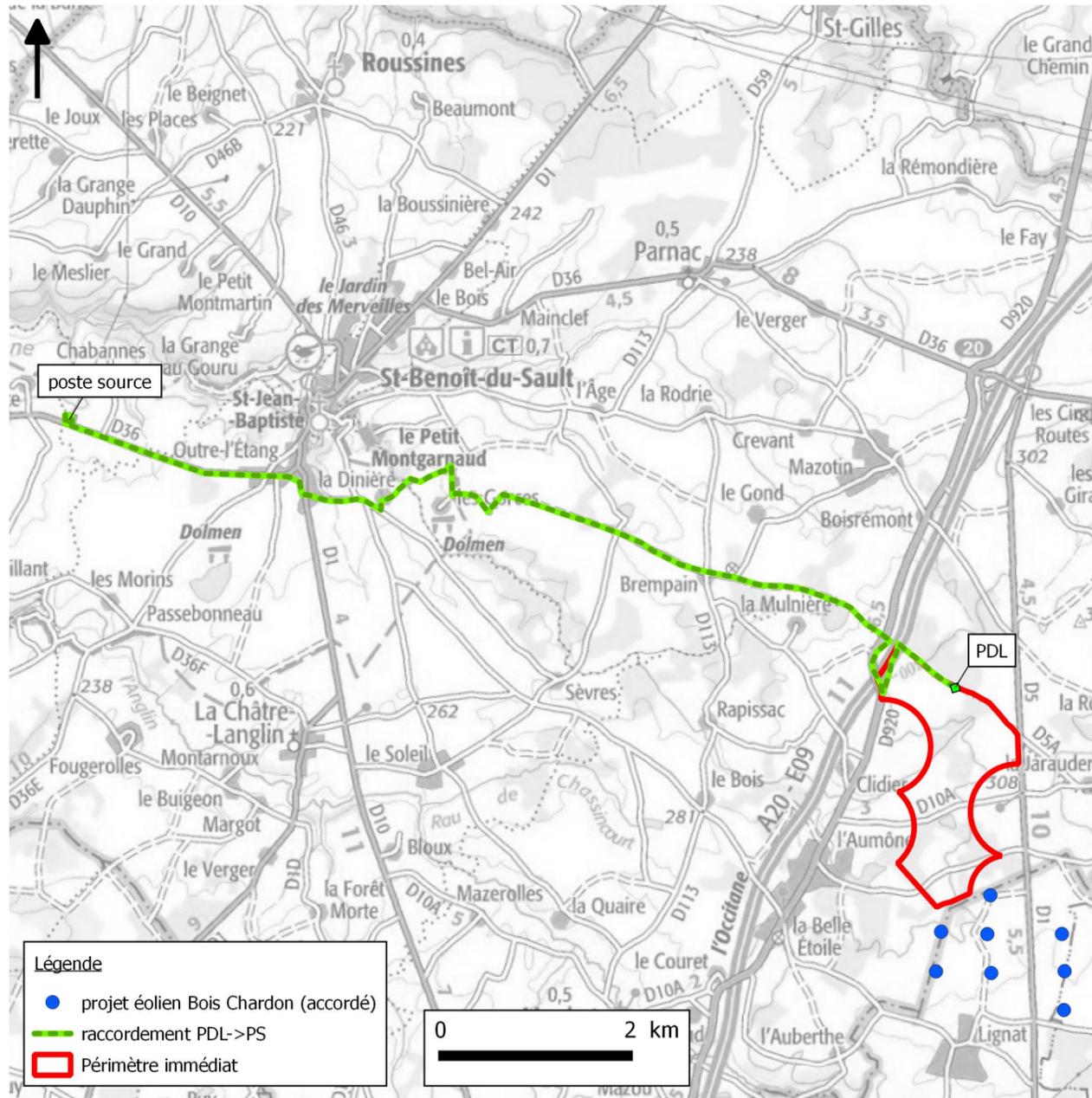
Le raccordement intra-site sera réalisé par des spécialistes de la Voirie Réseau Distribution (VRD) et du génie électrique. Les câbles seront enterrés à 0,8m/1m minimum avec sablage (ou enrubannage géotextile). La terre végétale sera préalablement décapée puis remise en place après intervention. Par ailleurs, nous avons consulté les gestionnaires de réseaux ENEDIS et SAUR; ainsi nous nous sommes assuré que nos réseaux enterrés n'interféreraient pas avec les réseaux existants.

Le raccordement au poste source électrique se fait en souterrain le long des chemins d'accès aux éoliennes. Les éoliennes seront raccordées par une liaison enterrée à 80/100 cm de profondeur. Dans le cadre du présent projet, un poste de livraison a été prévu. Il sera situé au lieu-dit au nord du projet à proximité de l'accès desservant l'éolienne E1.

Dans le cadre de ce projet, les travaux de raccordement électrique ne comprennent pas la construction des stations de transformation aux pieds des éoliennes puisque celles-ci sont intégrées dans chaque mât.

Pour ce qui est du tracé du câblage, celui-ci empruntera en priorité les chemins d'accès créés et existants ainsi que les parcelles pour lesquelles un accord foncier a été trouvé avec les propriétaires et les exploitants.

Le poste de livraison sera raccordé au poste source électrique de Roussines via un câble enterré. Cette tâche sera réalisée par ENEDIS et financée par IEL Exploitation 14. Ce tracé sera connu précisément suite à l'obtention de la proposition technique et financière fourni par ENEDIS qui peut être demandée seulement après l'autorisation du parc éolien. Néanmoins, vous trouverez ci-après le tracé possible du raccordement.



Carte 42 : carte du raccordement potentiel envisagé au poste source de Roussines

- Le câblage téléphonique sera également installé en bordure de chemins d'accès et ce à une profondeur approximative d'un mètre. On note que ce câblage empruntera le même parcours que le câble électrique enterré, diminuant ainsi l'impact induit.
- Les détails des éléments en relation avec les câbles et le poste de livraison sont consultables dans le dossier ICPE aux chapitres et pages indiqués dans le tableau ci-après :

Informations	Etude d'impact
Topographie - hydrographie	Section VII
Faune - Flore	Section III
Carte de synthèse des enjeux	Section II
Servitudes	Section IV
Paysage (poste de livraison)	Section IV

3.8.1.2 Description technique des ouvrages électriques et du poste de livraison (ouvrages privés)

3.8.1.2.1 Généralités :

- Nature de l'ouvrage : réseau souterrain
- Nature des canalisations : réseau HTA et Fibre Optique
- Catégorie : 2^{ème} (au sens du décret n°82-167 du 16 Février 1982)
- Tension de service : 20 000 V
- longueur électrique (longueur totale du câble) et géographique (on enlève les remontées aéro-souterraines vers poste de livraison et unité de production = longueur des tranchées)

Câble	Sous voies publiques ou accotement	En domaine privé (autre que voie)	Total
Longueur électrique	95m	2875m	2970m
Longueur géographique	95m	2835m	2930m

Tableau 17 : Longueur électrique et géographique des câbles



3.8.1.2.2 Description du système de distribution :

Thème	Informations
	Réseau électrique interne en HTA : 20kV Réseau de communication interne : FO
1) - Définition du système et description générale de la distribution (nature de la tension, nombre de fils, existence ou non de lignes de tensions différentes de sous-stations, poste de livraison, etc...)	<p>4 circuits électriques reliés au PDL :</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 circuit pour le transit de 3MW <p>4 circuits de communication reliés au PDL :</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 circuit vers E1 1 circuit vers E2 1 circuit vers E3 1 circuit vers E4
2°) - Caractéristique maximales de l'ouvrage	<p>Puissance active maximale de sortie : 14 400 kW</p> <p>Les transformateurs présents dans chaque éolienne sont situés en nacelle</p>
3) - Transformateurs, emplacement, puissance	<p>Au total :</p> <p>2 transformateurs de 2600 kVA chacun</p>
4) - Poste de livraison	<p>Poste de livraison équipé de 6 cellules HT :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 cellule arrivée réseau ENEDIS - 1 cellule comptage (transformateurs de tensions) - 1 cellule de protection générale avec le disjoncteur principal et l'automate de protection - 1 cellule départ injection (filtre) - 1 cellule arrivée injection (filtre) - 1 cellule départs vers les 3 circuits connectés au PDL (E1, E2 E3 et E4) <p>Le poste de livraison abrite également le SCADA du parc (système de supervision et d'acquisition de données) auquel sont reliées toutes les éoliennes par le biais du réseau FO.</p>

Tableau 18 : Description du système de distribution

3.8.1.2.3 Renseignements sur la distribution :

Tronçon	Longueur géographique du tronçon	Commune	Voies publiques empruntées (Désignation de la voie)	Domaines privés empruntés (section et numéros)	Observations
PDL à E1 95 mm² Al	450m	Mouhet		ZH11	En plein champ (450m)
E1 à E2 95 mm² Al	795m	Mouhet		ZH11	En plein champ (260 m) Câblage au centre d'un chemin existant (30m) En plein champ (250m) En plein champ avec utilisation de la technique du forage dirigé pour éviter la zone humide (190m) En plein champ (65m)
E2 à E3 95 mm² Al	420m	Mouhet		ZI19	En plein champ (420m)
	85m		RD10a		En accotement de la RD 10a + traversée de la RD 10a (85 m)
E3 à E4 95 mm² Al	100m	Mouhet		ZK29	Sous et au centre de l'accès créé pour E3 (100m)
	450m				En plein champ (450m)
	10m		Voie communale 105		Traversée de voirie communale (10m)
	620m			ZK12 ZK15	En plein champ (620m)

Tableau 19 : Détails de la distribution électrique de l'installation



3.8.1.2.4 Le câble / les câbles

- Détails techniques

A - Support	
1 – Nature et type des supports	Néant
2 – Nature et type des armements	Néant
3 – Distance maximum entre 2 supports consécutifs	Néant
4 - Distance moyenne entre 2 supports consécutifs	Néant
B – Isolateur	
1 – Nature	Néant
2 – Type	Néant
C – Conducteurs aériens	
1 – Nature du métal	Néant
2 – Section des conducteurs en mm	Néant
3 – Section et nature du conducteur de terre	Néant
D – Conducteurs souterrains	
1 – Type de câble	NF C 33-226 12/20 (24) kV- EDR
2 – Nature de l'âme des conducteurs	Aluminium
3 – Nombre, disposition et section des conducteurs	3 conducteurs, assemblage torsadé, section du conducteur unique : 95mm ² , ou 150mm ² (selon tronçon du circuit), toron constitué de 19 à 37 fils selon section
4 – Nature des couches isolantes	Isolation XLPE / Gaine extérieure PE
5 – Caractéristique du câble	Tension de service : 20kV / Classe C2 Anti-termite Étanchéité AD8
6 – Profondeur et pose du câble	Pose du câble HTA : pleine terre Pose de la Fibre optique : sous fourreau PVC
<ul style="list-style-type: none"> Sous accotement En plein champ 	0,8m sous accotement 1,2m en plein champ voire plus pour la technique en forage dirigé
7 – Profondeur et pose du câble sous chaussée	Pose du câble : sous fourreau /1,2m sous chaussée
8 – Protection	Enterrabilité Directe Renforcée (EDR) → Surgaine PE
9 – Tranchées	Tranchées ouvertes sur toute la longueur du tracé hormis sur environ 190 mètres linéaires qui seront réalisés en forage dirigé (évitement d'une zone humide). Pose câble pleine terre, sans sable ni géotextile Pose de la Fibre optique sous fourreau PVC

Tableau 20 : Détails techniques des conducteurs souterrains

- Description du câble avec schéma (ou fiche descriptive)

Voir exemple de fiche technique ci-après pour un câble de section 95mm².



Contact
 Nexans France
 Téléphone: 33 4 74 32 16 00
 contact.fr@nexans.com

NF C 33-226 12/20 (24) kV
C 33-226 12/20 (24) kV 3x1x95 N/G C2 RT
 Code article Nexans: 10183508
 Référence pays: 01248087
 EAN 13: 342780034836

Câble MT aluminium type NF C33-226

Description

Utilisation
 Le câble NF C 33-226 est destiné à la distribution publique moyenne tension HTA 12/20 kV.
 Il est classé AD8 au sens de la norme NF C 13-200 (eau douce < 0.2 bar)
 La gaine extérieure du câble est résistante aux termites.

Description
 Il peut être constitué de 3 conducteurs de phase assemblés en torsade.
 L'écran aluminium est prévu pour écouler à la terre les courants de court-circuit du réseau EDF, à savoir 1000 A pendant 1 seconde pour les réseaux souterrains.

Variantes
 Nous sommes en mesure de fournir sur demande des câbles type NF C 33-226 avec les variantes suivantes :

- Ame cuivre
- Tension différente
- Section différente
- Conducteur de terre
- Ecran aluminium d'épaisseur renforcée
- Câble non propagateur de la flamme (NF C 32-070 C2)
- Torsade
- Protection polyéthylène pour Enterrabilité Directe Renforcée (EDR) en torsade.





Normes
 Nationales NF C 33-226

							
---	---	---	---	---	---	---	---

Généré le 04/02/15 Créé pour Vincent Louâpre - <http://www.nexans.fr> Page 1 / 3

Toutes les informations et les caractéristiques dimensionnelles et électriques affichées sur les documents commerciaux et les fiches techniques de Nexans ne sont données qu'à titre indicatif et ne sont pas contractuelles. Elles sont donc susceptibles de modification sans préavis.

Document 1 : Fiche technique câble 95mm² - partie 1





Contact
Nexans France
Téléphone: 33 4 74 32 16 00
contact.fr@nexans.com

NF C 33-226 12/20 (24) kV
C 33-226 12/20 (24) kV 3x1x95 N/G C2 RT
Code article Nexans: 10183508

Caractéristiques

Caractéristiques de construction

Nature de l'âme	Aluminium
Flexibilité de l'âme	Câblée classe 2
Forme de l'âme	Câblée circulaire
Matière du semi-conducteur intérieur	Semi-conducteur extrudé
Isolation	XLPE (chemical)
Matière du semi-conducteur extérieur	Elastomère extrudé cannelé pelable
Matière constituant l'étanchéité longitudinale	Poudre gonflante
Ecran	ALU/PET tape screening foil
Gaine extérieure	PE
Couleur de la gaine	Noire + 2 liserés gris
Protection	Aucune

Caractéristiques dimensionnelles

Section du conducteur	95 mm ²
Nombre de conducteurs	3
Nombre de fils par toron	19
Diamètre du conducteur (mm)	11,3 mm
Diamètre sur isolation	24,1 mm
Diamètre maximal sur isolation	25,4 mm
Épaisseur moyenne de l'isolant (mm)	5,5 mm
Épaisseur de l'écran	150 µm
Épaisseur de la gaine	2,5 mm
Diamètre externe nominal (mm)	67,3 mm
Diamètre approximatif de la torsade	67,3 mm
Masse approximative	2821 kg/km

Caractéristiques électriques

Tension de service nominale U ₀ /U (Um)	12 / 20 (24) kV
Résistance inductive à 50 Hz	0,12 Ohm/km
Capacité approx. des conducteurs de phase	0,21 µF / km
Résistance ohmique max. du conducteur à 20°C	0,32 Ohm/km
Inductance nominale	0,39 mH/km
Résistance de l'âme en courant alternatif à 90°C - pose à plat	0,411 Ohm/km
Chute de tension en tri-phasé	0,73 V/A.km

Caractéristiques mécaniques

Flexibilité du câble	Rigide
Résistance mécanique aux chocs	Bonne
Force de traction maximale admissible	855 daN

							
Flexibilité de l'âme Câblée classe 2	Tension de service nominale U ₀ /U (Um) 12 / 20 (24) kV	Flexibilité du câble Rigide	Résistance mécanique aux chocs Bonne	Admissible traction load max. 855 daN	Temp. installation, plage -10 .. 50 °C	Non propagateur de la flamme C2, NF C 33-070	Résistance aux intempéries Très bonne

Généré le 04/02/15 Créé pour Vincent Louâpre - <http://www.nexans.fr> Page 2 / 3

Toutes les informations et les caractéristiques dimensionnelles et électriques affichées sur les documents commerciaux et les fiches techniques de Nexans ne sont données qu'à titre indicatif et ne sont pas contractuelles. Elles sont donc susceptibles de modification sans préavis.

Document 2 : Fiche technique câble 95mm² - partie 2



Contact
Nexans France
Téléphone: 33 4 74 32 16 00
contact.fr@nexans.com

NF C 33-226 12/20 (24) kV
C 33-226 12/20 (24) kV 3x1x95 N/G C2 RT

Caractéristiques d'utilisation

Température ambiante lors de l'installation, plage	-10 .. 50 °C
Non propagateur de la flamme	C2, NF C 33-070
Résistance aux intempéries	Très bonne
Anti-termite	Oui
Rayon de courbure minimum en utilisation statique	700 mm
Étanchéité	AD8

Information de livraison

Marquage

NEXANS - n° usine - NF C 33-226 FR-N20XA8E-AR - section - AI - 12/20 (24) kV - année - mois - type de notice d'installation - G épaisseur de gaine - Sc épaisseur du semi-conducteur - EC épaisseur de l'écran - C2 RT température d'installation

Repérage des phases : 1, 2, 3 marqué en hélice.

La torsade porte un repérage métrique sur la gaine d'une phase, ainsi qu'un repère de traçabilité.

							
Flexibilité de l'âme Câblée classe 2	Tension de service nominale U ₀ /U (Um) 12 / 20 (24) kV	Flexibilité du câble Rigide	Résistance mécanique aux chocs Bonne	Admissible traction load max. 855 daN	Temp. installation, plage -10 .. 50 °C	Non propagateur de la flamme C2, NF C 33-070	Résistance aux intempéries Très bonne

Généré le 04/02/15 Créé pour Vincent Louâpre - <http://www.nexans.fr> Page 3 / 3

Toutes les informations et les caractéristiques dimensionnelles et électriques affichées sur les documents commerciaux et les fiches techniques de Nexans ne sont données qu'à titre indicatif et ne sont pas contractuelles. Elles sont donc susceptibles de modification sans préavis.

Document 3 : Fiche technique câble 95mm² - partie 3



- Mise en place du câble inter-éoliennes au poste de livraison (PDL) avec les coupes types des tranchés (en terrain privé, sous accotement, en traversé de voirie en fonction de la nature de la voie) et/ou du forage dirigé.

La mise en place du câble HTA au PDL se fera par confection de têtes de type NKTCB24/630 raccordées au niveau des cellules HT.



Photo 3 : Têtes de câbles NKTCB24/630

L'entrée des câbles dans le vide sanitaire du PDL se fera par l'intermédiaire des entrées défonçables, équipées de manchons étanches.



Photo 4 : Poste de livraison et passages de câbles défonçables

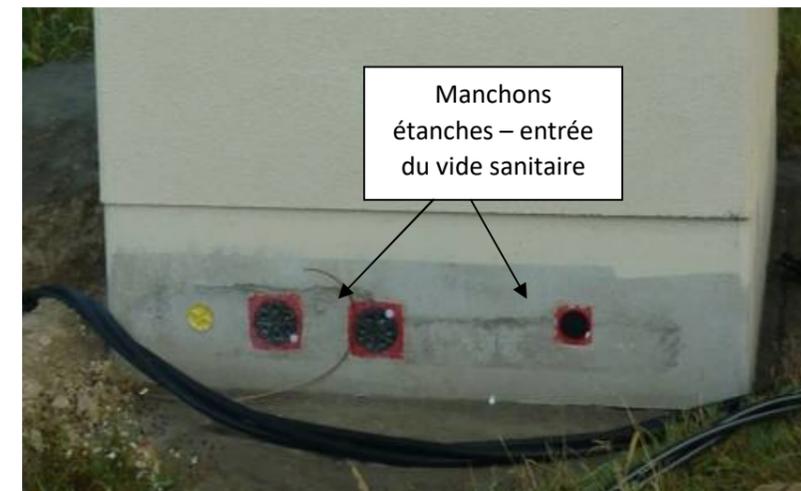


Photo 5 : Manchons étanches du PDL



▪ Coupe des tranchées-types

Les coupes sont représentées dans le cas où 2 circuits sont présents en fond de tranchée.

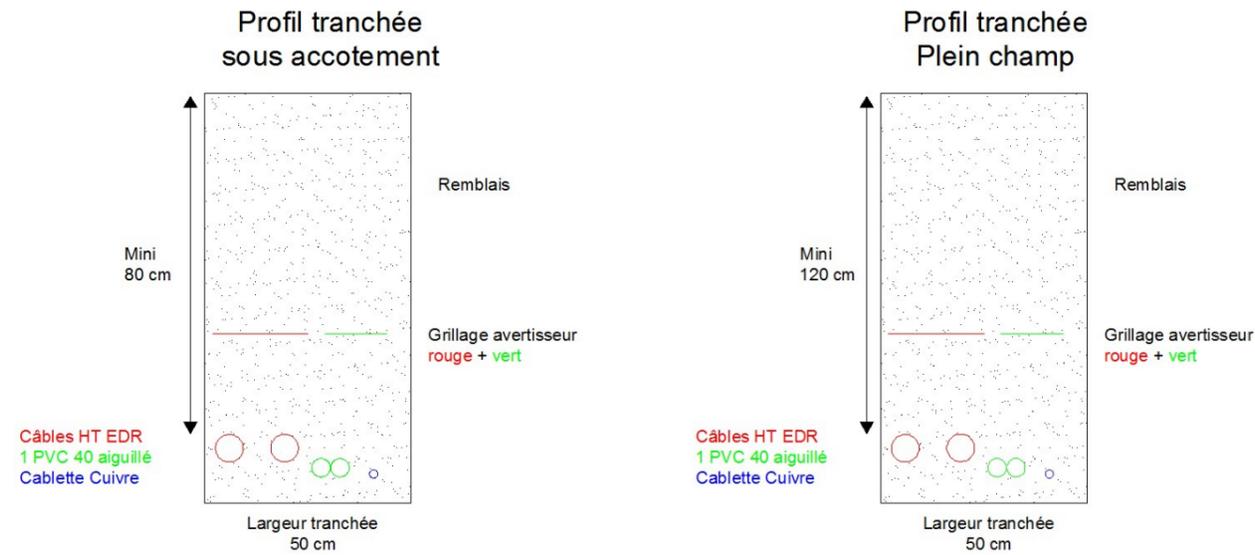
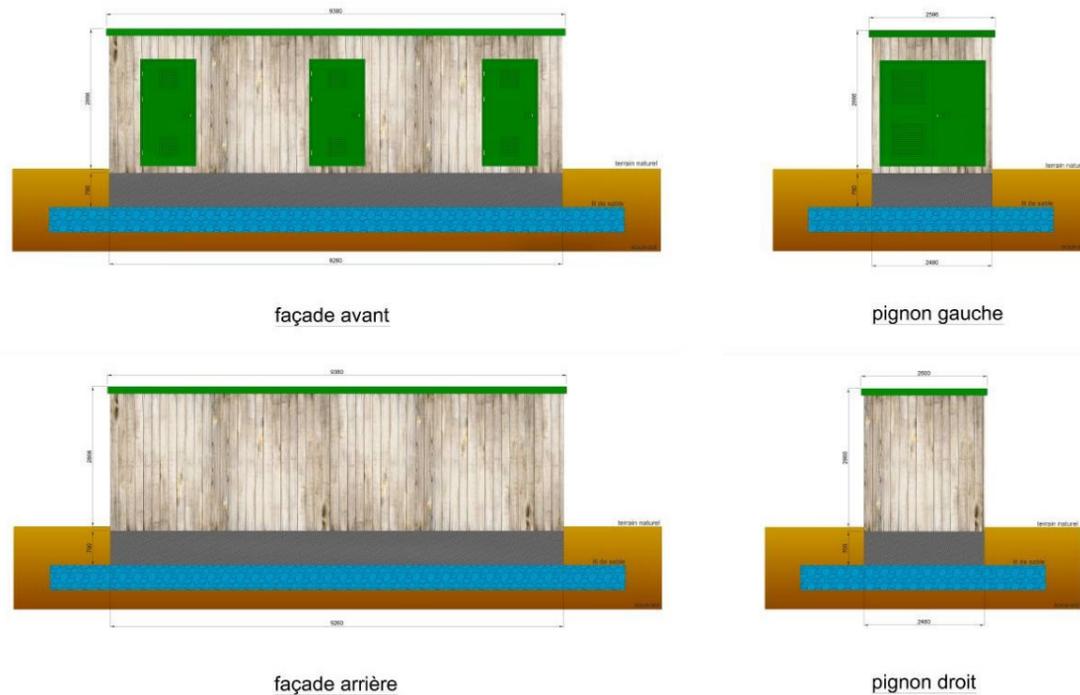


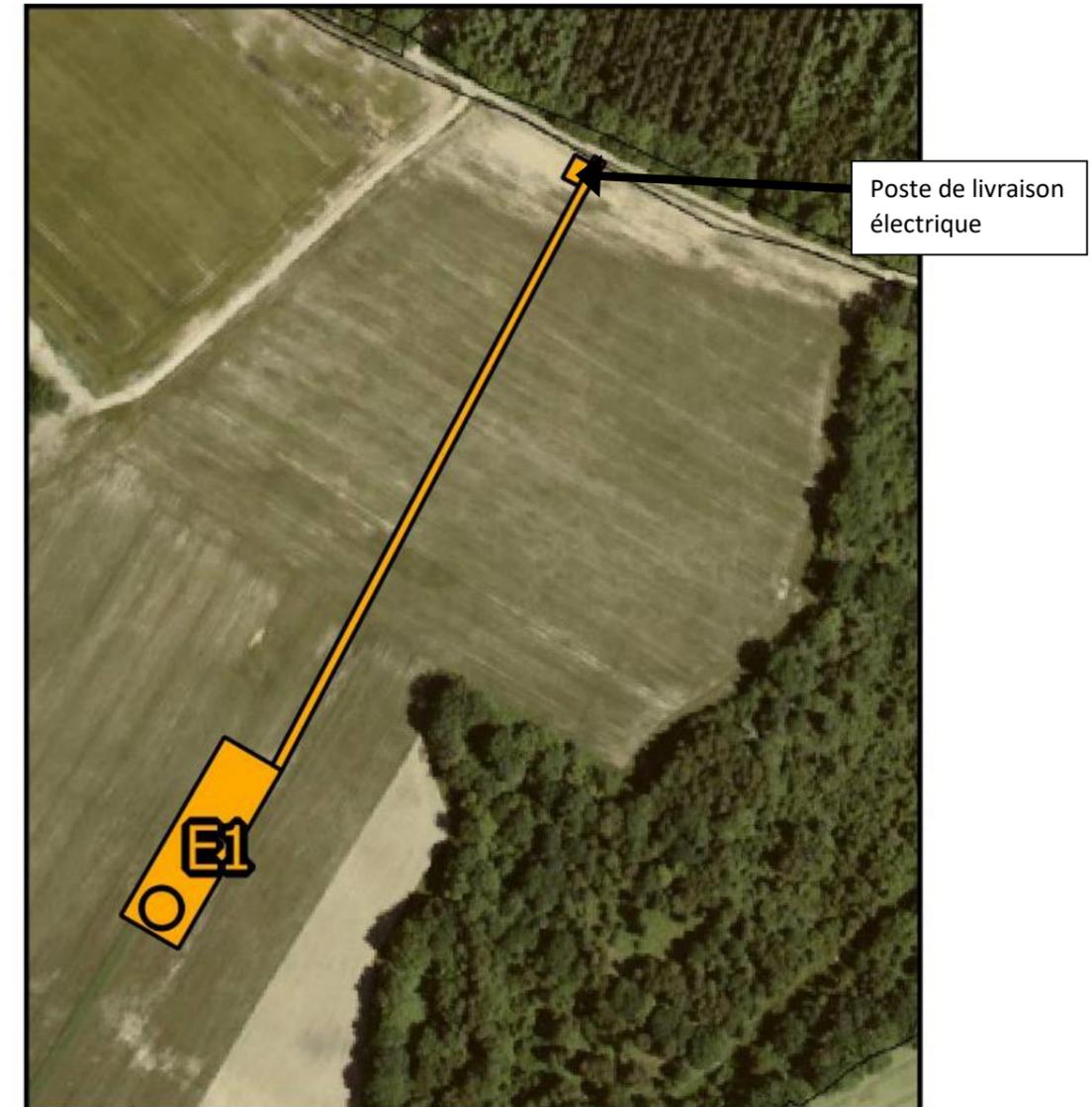
Figure 18 : Profil des tranchées

3.8.1.2.5 Le poste de livraison (PDL)

▪ aspect et implantation : voir le plan en dernière page et les plans du Permis de construire (Pièce AU 10)



Document 4 : Pose de livraison électrique – 4 faces



Document 5 : Localisation du poste de livraison

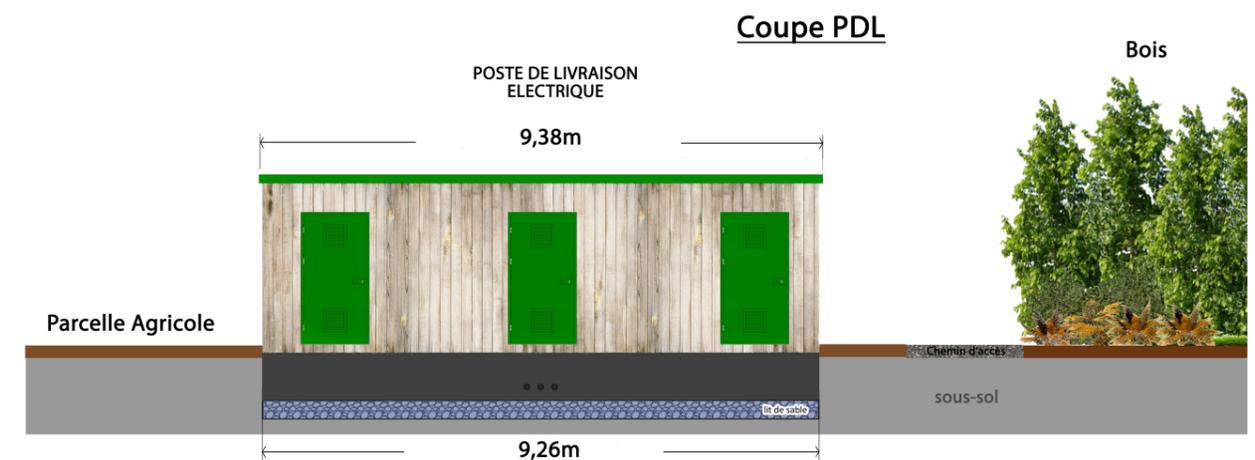
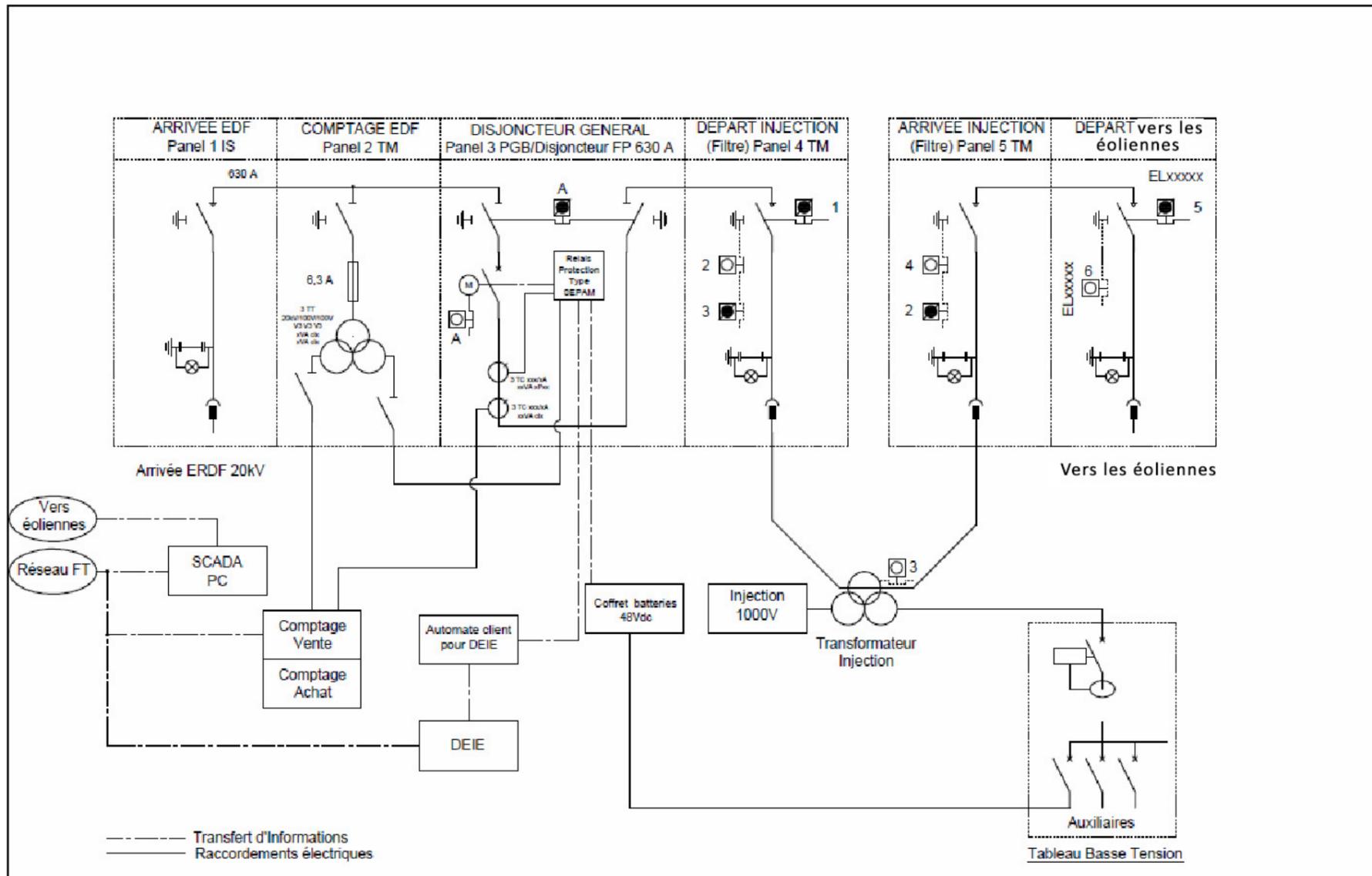


Figure 19 : Simulation d'un poste de livraison électrique avec bardage bois



- description technique et puissance : schéma unifilaire du PDL ci-après



- protection contre l'incendie
 - Tous les câbles HT utilisés sont de classe C2 (non propagateur de flammes)
 - Un extincteur adapté aux feux d'origine électrique est disponible à proximité immédiate de la porte d'entrée, dans chaque éolienne et dans le PDL. De plus, il sera transmis un dossier au SDIS présentant l'architecture du projet lors de la mise en service. Le SDIS sera également convié pour une réunion de démarrage.
- mise en place
 - Le PDL est installé sur un lit de sable en-dessous duquel est disposée une boucle de fond de fouille (boucle de terre).
 - Les câbles rentreront en façade, comme indiqué précédemment

3.8.1.3 Engagement du porteur de projet

3.8.1.3.1 Respect des règles de l'art

Les installations seront exécutées conformément aux dispositions de la loi du 15 juin 1906 et selon les règles de l'Art et répondront aux prescriptions du dernier Arrêté Interministériel connu déterminant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les lignes d'énergie électrique. (Arrêté du 17 mai 2001 modifié par l'arrêté du 26 avril 2002 et celui du 10 mai 2006)

3.8.1.3.2 Contrôle technique des travaux

Le porteur de projet s'engage à diligenter un contrôle technique par une société indépendante dûment habilitée et accréditée en application de l'article 13 du décret n°2011-1697 modifié et de l'arrêté d'application du 14 janvier 2013 dans le respect des conditions prévues par l'arrêté d'application du 14 janvier 2013.

3.8.1.3.3 Information du gestionnaire du réseau public

Conformément à l'article 7 du décret n°2011-1697 modifié, le porteur de projet s'engage à transmettre au gestionnaire du réseau public de distribution d'électricité (Enedis) les informations permettant à ce dernier d'enregistrer la présence des lignes privées dans son SIG des ouvrages.



3.8.1.4 Information auprès de l'INERIS

Le porteur de projet atteste s'être fait connaître auprès de l'INERIS qui gère le « guichet unique » en application des dispositions des articles L.554-1 à L.554-4 et R.554-1 et suivants du code de l'environnement qui sont relatives à la sécurité des travaux souterrains, aériens ou subaquatiques de transport et de distribution.

▪ Tableau bilan DT/DICT :

Ce tableau fait le recensement des voiries et réseaux situés à proximité des réseaux de câbles à construire et le service gestionnaire associé - <http://www.reseaux-et-canalisation.ineris.fr>

N° de la DT	Exploitant	Contact	Date de la réponse	Commentaires
2020110903770D37	Département de l'Indre UT de la Châtre TSA 70011 69134 DARDILLY cedex	MOREAU Nicolas Tél : 02.54.62.12.20	10/11/2020	Concerné par un ouvrage
2020110903770D37	ERDF DR CENTRE Chemin de l'Allée 45146 ST JEAN DE LA RUELLE cedex	COCU Alexis Tél : 02.38.80.36.80	10/11/2020	Concerné par un ouvrage
2020110903770D37	ERDF DR LIMOUSIN 8 Allée Théophile Gramme 87012 LIMOGES cedex1	TULLOT Patricia Tél : 05.55.06.44.11	13/11/2020	Concerné par un ouvrage
2020110903770D37	SAUR GRAND OUEST CENTRE LOIRE TSA 70011 69134 DARDILLY cedex	RETHORE Pascal Tél : 02.49.19.60.18	12/11/2020	Concerné par un ouvrage
2020110903770D37	ORANGE Service DICT TSA 70011 69134 DARDILLY cedex	BLINO Didier Tél. : 02.28.56.35.35	16/11/2020	Concerné par un ouvrage
2020110903770D37	GRTgaz PECA-ANG-RC ARGENTON 62 rue de la Brigade Rac 16023 ANGOULEME	MOULINEC Nadia Tél. : 05.45.24.23.72	09/11/2020	Concerné par un ouvrage

Tableau 21 : Liste des demandes DICT



3.8.1.5 Certificat de maîtrise foncière des propriétés

Il concerne les accords des propriétaires privés et des locataires, et les indemnités faites.

A SAINT-BRIEUC, le 24 novembre 2020

CERTIFICAT DE MAITRISE DES PROPRIETES

Je soussignée, Ronan Moalic, en qualité de gérant de la société IEL Exploitation 14, certifie que nous sommes en possession de toutes les autorisations à l'amiable, relatives au passage dans les propriétés privées :

- des lignes électriques souterraines 3x150 mm² Alu et 3x95 mm² Alu
 - du terrain du poste de livraison
- Commune de Mouhet.

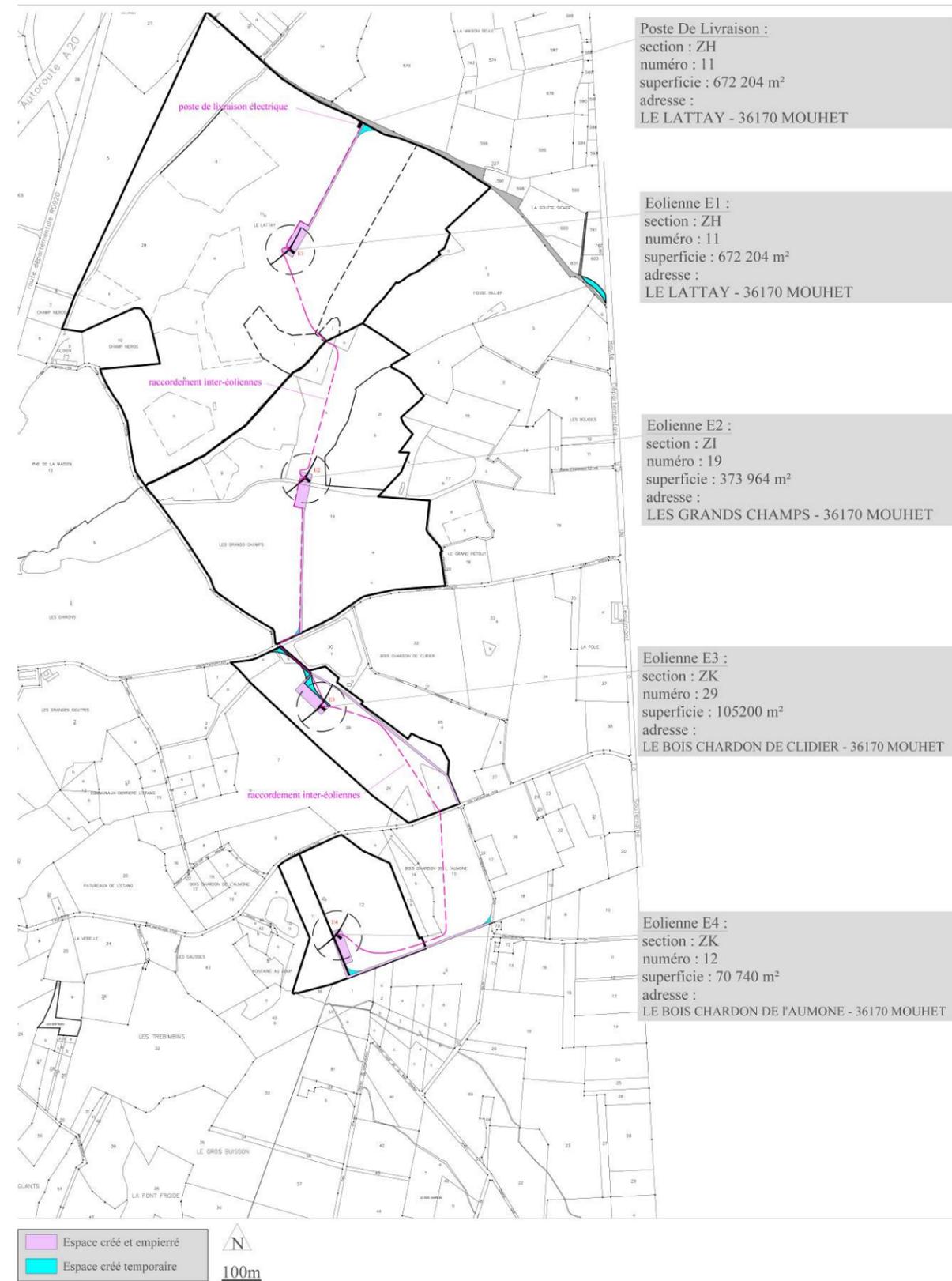
Construction des liaisons HTA souterraines de catégorie 2 (20 KV) d'une longueur d'environ 2 930 m mètres permettant de relier les éoliennes du parc de Mouhet au poste de Livraison raccordé par Enedis au réseau électrique de Distribution Public.

Des indemnités sont prévues, au minimum, sur la base du barème de la Chambre d'Agriculture pour :

- les occupations du sous-sol et du terrain de poste
- les dommages instantanés résultants de l'exécution des travaux de pose des ouvrages électriques

Ronan MOALIC, Gérant de IEL Exploitation 14

I.E.L. EXPLOITATION 14
 41TER BOULEVARD CARNOT
 22000 SAINT-BRIEUC
 ☎ 02 30 96 02 21
 INFO@IEL-ENERGIE.COM

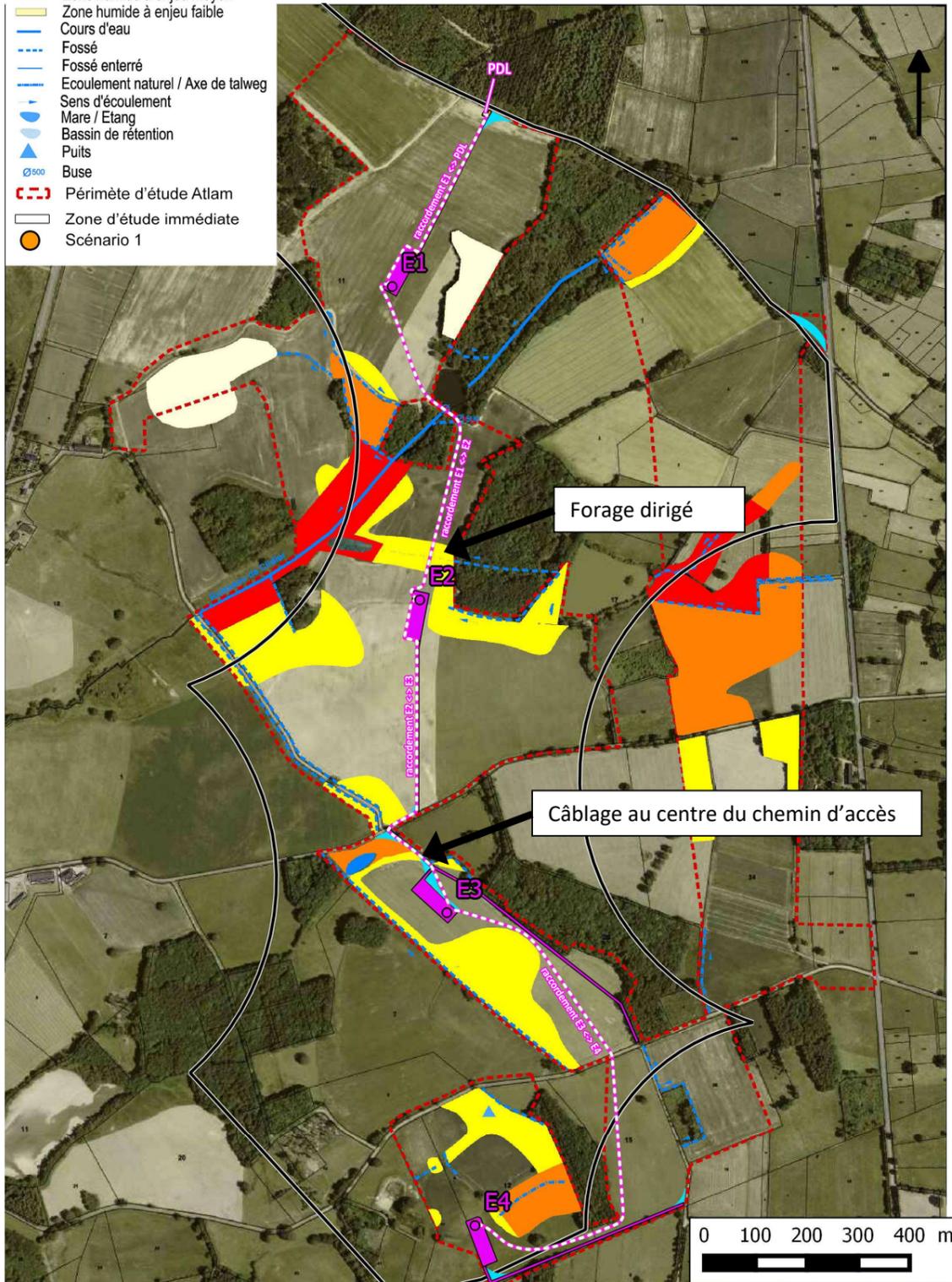


Carte 43 : Localisation du câblage inter-éolienne du projet de Mouhet



Légende :

- Zone humide à enjeu très fort
- Zone humide à enjeu fort
- Zone humide à enjeu moyen
- Zone humide à enjeu faible
- Cours d'eau
- - - Fossé
- - - Fossé enterré
- Ecoulement naturel / Axe de talweg
- Sens d'écoulement
- Mare / Etang
- Bassin de rétention
- ▲ Puits
- Buse
- - - Périphérie d'étude Atlam
- Zone d'étude immédiate
- Scénario 1



Le tracé le moins impactant sur les zones humides, tout en considérant les contraintes techniques (chute de tension) a été privilégié :

- La traversée d'une zone humide par un fourreau de câbles ne se fait pas par le biais d'une tranchée ouverte **mais d'un forage dirigé (tel qu'utilisé pour passer sous une voie ferrée ou une rivière). La zone humide est ainsi contournée par le dessous, sans destruction même partielle de cette dernière.** Cette technique est détaillée dans la section VII de l'étude d'impact.
- Le câblage pour relier l'éolienne E3, sera réalisé **au centre et sous le chemin d'accès créé**, ne créant pas ainsi d'impacts supplémentaires sur la zone humide.

Carte 44 : Raccordement entre les éoliennes et localisation des zones humides



3.9 Conclusion

Les principaux accidents majeurs identifiés dans le site éolien de Mouhet 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 179,5m	Rapide	exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes)	Modérée	Acceptable
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol (65,5m)	Rapide	exposition modérée	C	Modérée	Acceptable
Chute de glace	Zone de survol (65,5m)	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)	Modérée sauf E4 Sérieuse	Acceptable
Projection de glace	1,5 x (H + 2R) autour des éoliennes soit 367,5 m	Rapide	exposition modérée	B	Modérée	Acceptable

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°11 : 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°12 : 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°11 : 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°12 : 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 site éolien de Mouhet sont acceptables.

Récapitulatif					
Gravité	Classe de Probabilité				
<i>(traduit l'intensité et le nombre de personnes exposées)</i>	E	D	C	B	A
Désastreuse					
Catastrophique					
Importante					
Sérieuse		Projection de pale ou fragment de pale E4			
Modérée		Projection de pale ou fragment de pale E1 à E3 Effondrement d'éolienne E1 à E4	Chute d'éléments E1 à E4	Projection de glace E1 à E4	Chute de glace E1 à E4

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

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 = $0,4 \times 0,5 \times 20\ 000/100 = 40$ 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. L'analyse de ces données est présentée dans la partie VI. de la trame type de l'étude de dangers.

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	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 CGM Site Vent de Colère	-
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 CGM Site Vent du Bocage	-
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 CGM 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 CGM 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 CGM 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 CGM 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 CGM 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 2,5 m à 50m, mat intact	Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)	Rapport du CGM 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



PARTIE 5 – PIÈCE 2 - ÉTUDE DE DANGERS

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
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 (survitesses 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	-
Rupture de pale	2005	Wormhout	Nord	0,4	1997	Non	Bris de pale		Site Vent de Colère	Information peu précise
Rupture de pale	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 FED Articles de presse (Ouest France) Journal FR3	-
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 de pale	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 de pale	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 retrofit des boulons de charnières effectué sur toutes les machines en exploitation.	Article de presse (Le Télégramme)	-
Emballlement	03/2008	Dinéault	Finistère	0,3	2002	Non	Emballlement 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 de pale	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 de pale	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 de pale	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)



PARTIE 5 – PIÈCE 2 - ÉTUDE DE DANGERS

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
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 FED Article de presse (Le Dauphiné)	-
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 Communiqué de presse SER-FEE	-
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 de pale	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 de pale	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	-

Tableau 22 : Tableau de l'accidentologie française



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)

1.1.2 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.

1.1.3 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 où 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, ...).

1.1.4 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.

1.1.5 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'emballement de l'éolienne constitue un facteur aggravant en cas de projection de tout ou partie d'une pale. Cet emballement peut notamment être provoqué par la perte d'utilité décrite au 2.2 de la présente partie C (scénarios incendies).

1.1.6 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.

1.1.7 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, emballement de l'éolienne

1.1.8 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.

Evènement 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.

Evènement 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 Gütisch : 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., Leteurtois 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 – Caractérisation des scénarios retenus pour les phases de chantier et de démantèlement

Conformément aux préconisations du guide de l'étude de dangers, les accidents du travail pouvant intervenir lors des phases de chantier et de démantèlement ne sont pas considérés dans les scénarios étudiés.

Au même titre, les scénarios "projection de glace", "projection d'éléments" et "chute de glace" ne sont pas des scénarios retenus dans cette caractérisation spécifiques aux phases de chantier et de démantèlement. En effet, ces scénarios sont traités dans le corps de l'étude de dangers dans des conditions qui sont compatibles avec le chantier et le démantèlement.

Plus spécifiquement, les risques de chute d'éléments et d'effondrement d'éolienne peuvent être adaptés au chantier et au démantèlement. Dans les deux cas, le nombre de personnes permanentes est sensiblement le même (conducteurs d'engins, ouvriers).

Effondrement de l'éolienne

- 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, soit 179,5 m dans le cas des éoliennes du parc de Mouhet.

Les risques d'atteinte d'une personne ou d'un bien en dehors de cette zone d'effet sont négligeables et ils n'ont jamais été relevés dans l'accidentologie ou la littérature spécialisée.

Les risques d'atteinte d'une personne sur le chantier de construction ou de démantèlement sont négligeables car ils n'ont jamais été relevés dans l'accidentologie ou la littérature spécialisée.

- 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 parc éolien de Mouhet.

R est la longueur de pale (R=65,5 m), H la hauteur du mât (H=114 m), L la largeur du mât (L=4.3 m) et LB la largeur de base de la pale (LB=3.1m).

Effondrement de l'éolienne			
(dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)			
<i>Zone d'impact en m²</i>	<i>Zone d'effet du phénomène étudié en m²</i>	<i>Degré d'exposition du phénomène étudié en %</i>	<i>Intensité</i>
$(H) \times L + 3 \times R \times LB / 2$	$Ze = \pi \times (H+D/2)^2$	0,79%	Exposition modérée
$Zi = 794,78 \text{ m}^2$	$Ze = 101222,9 \text{ m}^2$		

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



- 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 »

Le détail des moyens humains mis en œuvre lors des étapes de chantier est donné dans la section II de l'étude d'impacts. La phase faisant appel au plus grand nombre de personnes sur le site en une seule fois est la phase de montage. On considère donc le chiffre de 15 personnes permanentes dans le cas le plus pénalisant.

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	15	Important
E2	15	Important
E3	15	Important
E4	15	Important

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.

- Probabilité

Pour l'effondrement d'une éolienne, les valeurs retenues dans la littérature montrent qu'un effondrement de l'éolienne lors du chantier ne s'est jamais produit, ce qui correspond à une classe « E Extrêmement rare : Possible mais non rencontré au niveau mondial. N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles. ».

Par ailleurs, 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.

Mentionnons également le fait que les personnes permanentes présentes lors du chantier sont des personnes autorisées et formées aux chantiers et aux aléas qui les accompagnent.

Il est considéré que la classe de probabilité de l'accident est « E », à savoir : « Possible mais non rencontré au niveau mondial. N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles. ».

- 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	Important	acceptable
E2	Important	acceptable
E3	Important	acceptable
E4	Important	acceptable

Ainsi, pour le parc éolien de Mouhet, le phénomène d'effondrement des éoliennes en phase de chantier constitue un risque acceptable pour les personnes.

Chute d'éléments d'éolienne

- 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 détaillée 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.

- 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 parc éolien de Mouhet. d est le degré d'exposition, Z_i la zone d'impact, Z_e la zone d'effet, R la longueur de pale ($R=65,5$ m) et LB la largeur de la base de la pale ($LB= 3,1$ m), D est le diamètre du rotor ($D=131$ m)

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à $D/2$ = zone de survol)			
Zone d'impact en m^2	Zone d'effet du phénomène étudié en m^2	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_i = R*LB/2$	$Z_e = \pi \times (D/2)^2$	$d = Z_i / Z_e$	Exposition modérée
$Z_i = 101,53 m^2$	$Z_e = 13478 m^2$	$d = 0,73 \%$	

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

- 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 d'éléments, 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 »

Le détail des moyens humains mis en œuvre lors des étapes de chantier est donné dans la section II de l'étude d'impacts. La phase faisant appel au plus grand nombre de personnes sur le site en une seule fois est la phase de montage. On considère donc le chiffre de 15 personnes permanentes dans le cas le plus pénalisant.

Chute d'éléments (dans un rayon inférieur ou égal à une pale d'éolienne)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	15	Important
E2	15	Important
E3	15	Important
E4	15	Important

- 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.

- 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	Important	acceptable
E2	Important	acceptable
E3	Important	acceptable
E4	Important	acceptable

Ainsi, pour le parc éolien de Mouhet, le phénomène de chute d'éléments de l'éolienne pendant le chantier constitue un risque acceptable pour les personnes.

Synthèse de l'acceptabilité des risques pendant le chantier de construction ou de démantèlement

Les accidents potentiels identifiés sont de deux sortes :

- Effondrement de l'éolienne ;
- Chute d'élément de l'éolienne ;

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.



Récapitulatif					
Gravité <i>(traduit l'intensité et le nombre de personnes exposées)</i>	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important	<i>Effondrement d'éolienne en phases de chantier</i>		<i>Chute d'éléments en phases de chantier</i>		
Sérieux					
Modérée					

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

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- aucun scénario n'apparaît dans les cases rouges de la matrice
- deux scénarios figurent en case jaune. Il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie VII.6 sont mises en place et qu'ils concernent des personnes autorisées et formées à travailler sur les chantiers.

Enfin, d'après la matrice présentée ci-avant le risque associé à chaque événement étudié est acceptable. Nous pouvons alors conclure que l'acceptabilité du risque généré par site éolien de Mouhet pendant les phases de chantier de construction et de démantèlement est acceptable.

Annexe 8 – Caractérisation du scénario de chute du rotor complet

Le guide technique pour l'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre de parcs éolien préconise d'étudier les cinq scénarios suivants :

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

Au regard du retour d'expérience présenté dans cette étude de dangers et en particulier de l'accident du 13 janvier 2015 ayant entraîné la chute d'un rotor d'éolienne complet sur le parc de Menil la Horgne, il convient de mettre à jour l'étude de dangers en ajoutant un sixième scénario qu'est la chute de rotor complet.

Chute de rotor d'éolienne

- Zone d'effet

La chute de rotor correspond la chute de l'ensemble du rotor d'une éolienne (nez du rotor et pales).

Le risque de chute de rotor 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.

- Intensité

Pour le phénomène de chute de rotor, 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 de rotor de l'éolienne dans le cas du parc éolien de Mouhet. d est le degré d'exposition, Z_i la zone d'impact, Z_e la zone d'effet, R la longueur de pale ($R=65,5$ m) et LB la largeur de la base de la pale ($LB= 3,1$ m), D est le diamètre du rotor ($D=131$ m)

Chute de rotor de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à $D/2$ = zone de survol)			
Zone d'impact en m^2	Zone d'effet du phénomène étudié en m^2	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_i = 3 * (R * LB / 2)$	$Z_e = \pi * (D/2)^2$	$d = Z_i / Z_e$	Exposition forte
$Z_i = 304,6 m^2$	$Z_e = 13478 m^2$	$d = 2,6 \%$	

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

- 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 rotor, 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 »

Le tableau suivant indique, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène de chute de rotor et la gravité associée :

Eolienne	Chute de rotor		Chemins existants		Routes non structurantes		Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...)		Total
	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Rayon de la zone d'effet (m)	m	Personnes exposées	m	Personnes exposées	Surface en ha	Personnes exposées	Personnes exposées
1	13478	65	25	0,00	0	0,00	1,440	0,01	0,01
2	13478	65	95	0,00	0	0,00	1,405	0,01	0,01
3	13478	65	0	0,00	0	0,00	1,453	0,01	0,01
4	13478	65	100	0,01	0	0,00	1,403	0,01	0,02

Chute de rotor (dans un rayon inférieur ou égal à une pale d'éolienne)		
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
E1	0,01	Sérieux
E2	0,01	Sérieux
E3	0,01	Sérieux
E4	0,02	Sérieux

- Probabilité

Peu de rotor sont disponibles dans la littérature pour évaluer la fréquence des événements de chute de rotor complet. Le retour d'expérience connu en France montre que cet accident est arrivé au moins une fois, en novembre 2015. On peut donc considérer que ces événements ont une classe de probabilité « D » (S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité).

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

- Acceptabilité

Selon le guide de l'étude de dangers, avec une classe de probabilité « D », le risque de chute de rotor 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 de rotor de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à D/2 = zone de survol)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Sérieux	acceptable
E2	Sérieux	acceptable
E3	Sérieux	acceptable
E4	Sérieux	acceptable

Ainsi, pour le parc éolien de Mouhet, le phénomène de chute de rotor de l'éolienne constitue un risque acceptable pour les personnes.