

## Parc Eolien des Moulins de la Cologne SAS

Mai 2017  
(version complétée en Décembre 2020)



## PROJET DU PARC EOLIEN DES MOULINS DE LA COLOGNE

### Sous-Dossier n°5 – Etude de dangers



**Parc Eolien des Moulins de la Cologne SAS**  
8, Rue Auber  
75009 Paris



## Sommaire

<b>1. Préambule.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Objectif de l'étude de dangers .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Contexte législatif et réglementaire.....</b>	<b>1</b>
<b>1.3 Nomenclature des installations classées.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Informations générales concernant l'installation 2</b>	
<b>2.1 Renseignements administratifs .....</b>	<b>2</b>
<b>2.2 Localisation du site.....</b>	<b>2</b>
<b>2.3 Définition de l'aire d'étude .....</b>	<b>2</b>
<b>3. Description de l'environnement de l'installation 4</b>	
<b>3.1 Zones urbanisées.....</b>	<b>4</b>
3.1.1 Etablissements recevant du public .....	5
3.1.2 Installations classées pour la protection de l'environnement et installations nucléaires de base .....	5
3.1.3 Autres activités .....	5
<b>3.2 Environnement naturel .....</b>	<b>5</b>
3.2.1 Contexte climatique .....	5
3.2.2 Risques naturels .....	6
3.2.3 Environnement matériel .....	7
3.2.4 Biens matériels et réseaux.....	7
<b>4. Description de l'installation .....</b>	<b>9</b>

<b>4.1 Caractéristiques de l'installation .....</b>	<b>9</b>
4.1.1 Caractéristiques générales d'un parc éolien.....	9
4.1.2 Activité de l'installation .....	10
4.1.3 Composition de l'installation.....	10
<b>4.2 Raccordement électrique .....</b>	<b>13</b>
<b>4.3 Fonctionnement de l'installation .....</b>	<b>15</b>
4.3.1 Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur .....	15
4.3.2 Sécurité de l'installation .....	17
4.3.3 Opérations de maintenance .....	17
4.3.4 Stockage de produits dangereux et flux.....	17
<b>4.4 Identification des potentiels de dangers .....</b>	<b>18</b>
<b>4.5 Potentiels de dangers liés aux produits .....</b>	<b>18</b>
4.5.1 Les produits entrants .....	18
4.5.2 Les produits sortants.....	19
<b>4.6 Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation.....</b>	<b>19</b>
<b>4.7 Réduction des potentiels de dangers à la source.....</b>	<b>19</b>
4.7.1 Principales actions préventives .....	19
4.7.2 Utilisation des meilleures techniques disponibles – directive IED.....	20
<b>5. Analyse des retours d'expérience .....</b>	<b>20</b>
<b>5.1 Inventaires des accidents et incidents en France.....</b>	<b>20</b>
<b>5.2 Inventaire des accidents et incidents à l'international .....</b>	<b>21</b>
<b>5.3 Inventaire des accidents majeurs survenus sur les sites de l'exploitant .....</b>	<b>22</b>
<b>5.4 Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience .....</b>	<b>23</b>
5.4.1 Analyse de l'évolution des accidents en France .....	23



5.4.2 Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents .....23  
 5.4.3 Enseignements tirés.....24

**6. Analyse préliminaire des risques..... 24**

**6.1 Recensement des évènements initiateurs exclus de l'analyse des risques.. 24**  
**6.2 Recensement des agressions externes potentielles ..... 25**  
 6.2.1 Agressions externes liées aux activités humaines.....25  
 6.2.2 Agressions externes liées aux phénomènes naturels.....25  
**6.3 Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques..... 26**  
 6.3.1 Méthodologie .....26  
 6.3.2 Tableaux de résultats.....26  
**6.4 Effets dominos..... 31**  
**6.5 Mise en place des mesures de sécurité ..... 31**  
**6.6 Conclusion de l'analyse préliminaire des risques ..... 34**

**7. Etude détaillée des risques ..... 35**

**7.1 Rappel des définitions ..... 35**  
 7.1.1 Cinétique.....35  
 7.1.2 Intensité.....35  
 7.1.3 Gravité.....35  
 7.1.4 Probabilité .....36  
**7.2 Caractérisation des scénarios retenus ..... 36**  
 7.2.1 Données d'entrée .....36  
 7.2.2 Effondrement de l'éolienne.....36  
 7.2.3 Chute d'élément de l'éolienne.....38  
 7.2.4 Chute de glace .....39  
 7.2.5 Projection de pales ou de fragments de pales.....40  
 7.2.6 Projection de glace .....41

**7.3 Synthèse de l'étude détaillée des risques .....42**

7.3.1 Tableaux de synthèse des scénarios étudiés.....42  
 7.3.2 Acceptabilité des risques .....44  
 7.3.3 Cartographies des risques.....44

**8. Description des mesures et des moyens de prévention et de protection.....45**

**8.1 Formation du personnel .....45**  
**8.2 Maintenance.....45**  
**8.3 Mesure de sécurité.....46**

**9. Conclusion .....46**

**10 Annexes .....47**



## Tables des illustrations

Figure 1 : Localisation générale de la zone d’implantation du projet ..... 2

Figure 2 : Plan de situation du projet ..... 3

Figure 3 : Occupation des sols et localisation des sites habités les plus proches ..... 5

Figure 4 : Situation du projet vis-à-vis des infrastructures routières..... 7

Figure 5 : Schéma simplifié d’un aérogénérateur ..... 9

Figure 6 : Schéma Illustration des emprises au sol d’une éolienne ..... 10

Figure 7 : Plan général du parc en exploitation ..... 12

Figure 8 : Principe du raccordement électrique des installations..... 13

Figure 9 : Implantation des éoliennes et des postes projetés et tracé des lignes électriques internes... 13

Figure 10 : Plan du raccordement au réseau public ..... 14

Figure 11 : Composants de la nacelle ..... 16

Figure 12 : Schéma simplifié des éléments constitutifs d’une éolienne ..... 16

Figure 13 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes ..... 21

Figure 14 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes ..... 21

Figure 15 : Répartition des causes premières d’effondrement ..... 21

Figure 16 : Répartition des causes premières de rupture de pale ..... 22

Figure 17 : Répartition des causes premières d’incendie ..... 22

Figure 18 : Évolution du nombre d’incidents annuels en France et nombre d’éoliennes installées ..... 23

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Références du pétitionnaire .....2

Tableau 2 : Données démographiques des communes du secteur d’implantation du projet .....4

Tableau 3 : Synthèse des arrêtés de catastrophes naturelles concernant la zone du projet .....6

Tableau 4 : Coordonnées des éoliennes projetées ..... 10

Tableau 5 : Caractéristiques des éoliennes ..... 11

Tableau 6 : Longueur des lignes sur chacune des communes ..... 13

Tableau 7 : Potentiels de dangers liés aux produits ..... 18

Tableau 8 : Potentiels de dangers liés aux installations ..... 19

Tableau 9 : Sinistralité des installations en exploitation..... 22

Tableau 10 : Mesures compensatoires ..... 24

Tableau 11 : Synthèse des principales agressions externes liées aux activités humaines ..... 25

Tableau 12 : Synthèse des principales agressions externes liées aux phénomènes naturels ..... 25

Tableau 13 : Entête tableau APR ..... 26

Tableau 14 : Résultats de l’Analyse Préliminaire des risques ..... 27

Tableau 15 : Mesures de maîtrise des risques ..... 31

Tableau 16 : Scénarios exclus de l’analyse détaillée des risques..... 34

Tableau 17 : Échelle d’intensité des phénomènes dangereux ..... 35

Tableau 18 : Échelle de gravité ..... 35

Tableau 19 : Échelle de probabilité ..... 36

Tableau 20 : Caractéristiques des éoliennes ..... 36

Tableau 21 : Zone d’effet liée à l’effondrement d’une éolienne ..... 37

Tableau 22 : Détermination de l’intensité de l’effondrement d’une éolienne ..... 37

Tableau 23 : Détermination de la gravité de l’effondrement d’une éolienne ..... 37

Tableau 24 : Probabilité de l’effondrement d’une éolienne ..... 37

Tableau 25 : Zone d’effet liée la chute d’un élément de l’éolienne ..... 38

Tableau 26 : Détermination de l’intensité de la chute d’élément d’une éolienne..... 38

Tableau 27 : Détermination de la gravité de chute d’élément de l’éolienne ..... 39

Tableau 28 : Zone d’effet liée à la chute de glace..... 39

Tableau 29 : Détermination de l’intensité de la chute d’élément d’une éolienne..... 39

Tableau 30 : Détermination de la gravité de chute de glace..... 40

Tableau 31 : Zone d’effet liée à la projection de pale ou de fragments de pale ..... 40



Tableau 32 : Détermination de l'intensité de la projection de pale ou de fragments de pales ..... 40  
 Tableau 33 : Détermination de la gravité de la projection de pale ou de fragments de pales..... 41  
 Tableau 34 : Probabilité de la projection de pale ou de fragments de pales ..... 41  
 Tableau 35 : Zone d'effet liée à la projection de glace ..... 41  
 Tableau 36 : Détermination de l'intensité de la projection de glace ..... 41  
 Tableau 37 : Détermination de la gravité de la projection de glace..... 42  
 Tableau 38 : Synthèse de l'étude détaillée des risques ..... 43  
 Tableau 39 : Matrice d'acceptabilité du risque ..... 44  
 Tableau 40 : Synthèse des détecteurs ..... 46

## Table des plans et annexes

La liste des plans annexes est la suivante.

**Annexe 1 :** Accidentologie - Extrait du guide technique – « Élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens »

**Annexe 2 :** Cartographies de zones d'effet des phénomènes dangereux étudiés

- Carte 1 - Effondrement de l'éolienne
- Carte 2 - Chute d'élément de l'éolienne
- Carte 3 - Chute de glace
- Carte 4 - Projection de pales
- Carte 5 - Projection de glace

**Annexe 3 :** Cartographies de synthèse

- Carte 6 : synthèse des risques / classe de gravité pour l'ensemble des éoliennes et des scénarios
- Carte 7 : synthèse des risques / degré d'exposition (intensité) et nombre de personnes permanentes exposées pour l'ensemble des éoliennes et des scénarios
- Cartes 8 à 14 : synthèse des risques par machine (7 cartes).

**Elles sont placées à la fin du rapport.**

## Glossaire

A1 : Autoroute 1  
 BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières  
 BSS : Banque de Données du Sous-Sol (BRGM)  
 BT : Basse Tension  
 DDRM : Dossier Départemental des Risques Majeurs  
 ERDF : Electricité Réseau Distribution de France, dorénavant Enedis  
 ERP : Établissement Recevant du Public  
 ICPE : Installations Classées pour la Protection de l'Environnement  
 INERIS : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques  
 INRA : Institut National de la Recherche Agronomique  
 INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques  
 HTB / HTA : Haute Tension B / Haute Tension A  
 MTD : Meilleures Techniques Disponibles  
 PDL : Poste De Livraison  
 PGCSPPS : Plan Général de Coordination en matière de Sécurité et de Protection de la Santé  
 PPR : Plan de Prévention des Risques  
 RD : Route Départementale  
 RNT : Résumé Non Technique  
 SER/FEE : Syndicat des Energies Renouvelables / France Energie Eoliennes  
 SERCE : Syndicat des Entreprises de génie électrique et climatique  
 SR : Sentier de Randonnée  
 Zi : Zone d'impact  
 Ze : Zone d'effet du phénomène



## 1 PREAMBULE

### 1.1 OBJECTIF DE L'ETUDE DE DANGERS

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen pour **caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du projet d'implanter le parc éolien des Moulins de la Cologne**, autant que technologiquement réalisable et économiquement acceptable, que leurs causes soient **intrinsèques** aux substances ou matières utilisées, liées aux procédés mis en œuvre ou dues à la proximité d'autres risques **d'origine interne ou externe** à l'installation.

Cette étude est **proportionnée aux risques** présentés par les éoliennes du parc des Moulins de la Cologne. Le choix de la méthode d'analyse utilisée et la justification des mesures de prévention, de protection et d'intervention sont adaptées à la nature et la complexité des installations et de leurs risques.

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

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

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

### 1.2 CONTEXTE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE

Les objectifs et le contenu de l'étude de dangers sont définis dans la partie du Code de l'Environnement relative aux installations classées. Selon l'article L.512-1, l'étude de dangers expose les risques que peut présenter l'installation pour les intérêts visés à l'article L.511-1 en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation.

L'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation fournit un cadre méthodologique pour les évaluations des scénarios d'accidents majeurs. Il impose une évaluation des accidents majeurs sur les personnes uniquement et non sur la totalité des enjeux identifiés dans l'article L.511-1. En cohérence avec cette réglementation et dans le but d'adopter une démarche proportionnée, l'évaluation des accidents majeurs dans l'étude de dangers d'un parc d'aérogénérateurs s'intéressera prioritairement aux **dommages sur les personnes**. Pour les parcs éoliens, les atteintes à l'environnement, l'impact sur le fonctionnement des radars et les problématiques liées à la circulation aérienne feront l'objet d'une évaluation détaillée au sein de l'étude d'impact.

Ainsi, l'étude de dangers a pour **objectif de démontrer la maîtrise du risque par l'exploitant**. Elle comporte une analyse des risques qui présente les différents scénarios d'accidents majeurs susceptibles d'intervenir. Ces scénarios sont caractérisés en fonction de leur probabilité d'occurrence, de leur cinétique, de leur intensité et de la gravité des accidents potentiels. Elle justifie que le projet permet d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un **niveau de risque aussi bas que possible**, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.

Selon le principe de proportionnalité, le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de sa vulnérabilité. Ce contenu est défini par l'article R512-9 du Code de l'Environnement :

- Description de l'environnement et du voisinage,
- Description des installations et de leur fonctionnement,
- Identification et caractérisation des potentiels de dangers,
- Réduction des potentiels de dangers,
- Enseignements tirés et retour d'expérience (des incidents et accidents représentatifs),
- Analyse préliminaire des risques, étude détaillée de réduction des risques,
- Quantification et hiérarchisation des différents scénarios en termes de gravité, de probabilité et de cinétique de développement en tenant compte de l'efficacité des mesures de prévention et de protection,
- Représentation cartographique,
- Résumé non technique.

De même, la circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les **règles méthodologiques** applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003 précise le contenu attendu de l'étude de dangers et apporte des éléments d'appréciation des dangers pour les installations classées soumises à autorisation.

À noter que, cette étude de dangers a été réalisée conformément au **Guide technique** d'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens établi en partenariat par l'INERIS, le Syndicat des Energies renouvelables et France Energie Eolienne (mai 2012).

### 1.3 NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES

Conformément à l'article R.511-9 du Code de l'Environnement, les parcs éoliens sont soumis à la rubrique 2980 de la nomenclature des installations classées.

« *Installation terrestre de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs. Seuils :*

1 – *Autorisation : comprenant au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m.*

2 – *Comprenant uniquement des aérogénérateurs dont le mât a une hauteur inférieure à 50 m et au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur maximale supérieure ou égale à 12 m et pour une puissance totale installée :*

a – *Autorisation : supérieure ou égale à 20 MW*

b – *Déclaration : inférieure à 20 MW »*

**Le parc éolien des Moulins de la Cologne comprendra 7 aérogénérateurs dont le mât a une hauteur de 116,5 m ou 120 m selon le modèle retenu.**

**Cette installation est donc soumise à autorisation au titre des installations classées pour la protection de l'environnement et doit présenter une étude de dangers au sein de sa demande d'autorisation environnementale.**

## 2 INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

### 2.1 RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

Le Groupe EUROWATT a pour objet le développement, la construction et l'exploitation en France et en Europe d'installations de production d'énergie électrique telles que les centrales hydroélectriques et les parcs éoliens.

Le projet du parc éolien des Moulins de la Cologne est « logé » dans une filiale du Groupe EUROWATT, filiale dénommée Parc Éolien des Moulins de la Cologne SAS qui permet de réunir tous les éléments requis pour la construction et le financement.

Tableau 1 : Références du pétitionnaire

Dénomination de la Société	Parc Éolien des Moulins de la Cologne
Forme juridique	SAS
Siège social	8, Rue Auber 75009 Paris
Capital	10 000 €
Numéro de SIREN	519 809 743
Numéro de SIRET	519 809 743 00015
Code APE	3511Z
Qualité du signataire	Dominique DARNE, Président
Dossier suivi par	Cécile FARINEAU, chargée du développement

Les capacités techniques et financières du pétitionnaire sont présentées dans le Sous-Dossier n°3. Cette étude de dangers a été réalisée par SUEZ Consulting - SAFEGE SAS (rédacteurs : Guillaume POSIADOL, Christophe LONGUEMARE, Pierre ROUSSEL, Valentin POAC).

### 2.2 LOCALISATION DU SITE

Le projet se situe sur les communes de Cartigny et de Hancourt, communes de l'Est du département de la Somme. Il se trouve implanté dans les vastes plaines agricoles de la haute-vallée de la Somme, dans le secteur où naît la Cologne, petit affluent de la Somme.

Le site du projet est éloigné d'environ 7 km du centre de Péronne, à 17 km au nord-ouest de celui de Saint-Quentin et à une cinquantaine de kilomètres à l'est d'Amiens. Le principal bourg rural de Roisel se situe à 3,5 km au nord du site du projet. Les autres bourgs les plus proches sont ceux de Boucilly, Buire, Bouvincourt-en-Vermandois et Bernes.

### 2.3 DEFINITION DE L'AIRE D'ETUDE

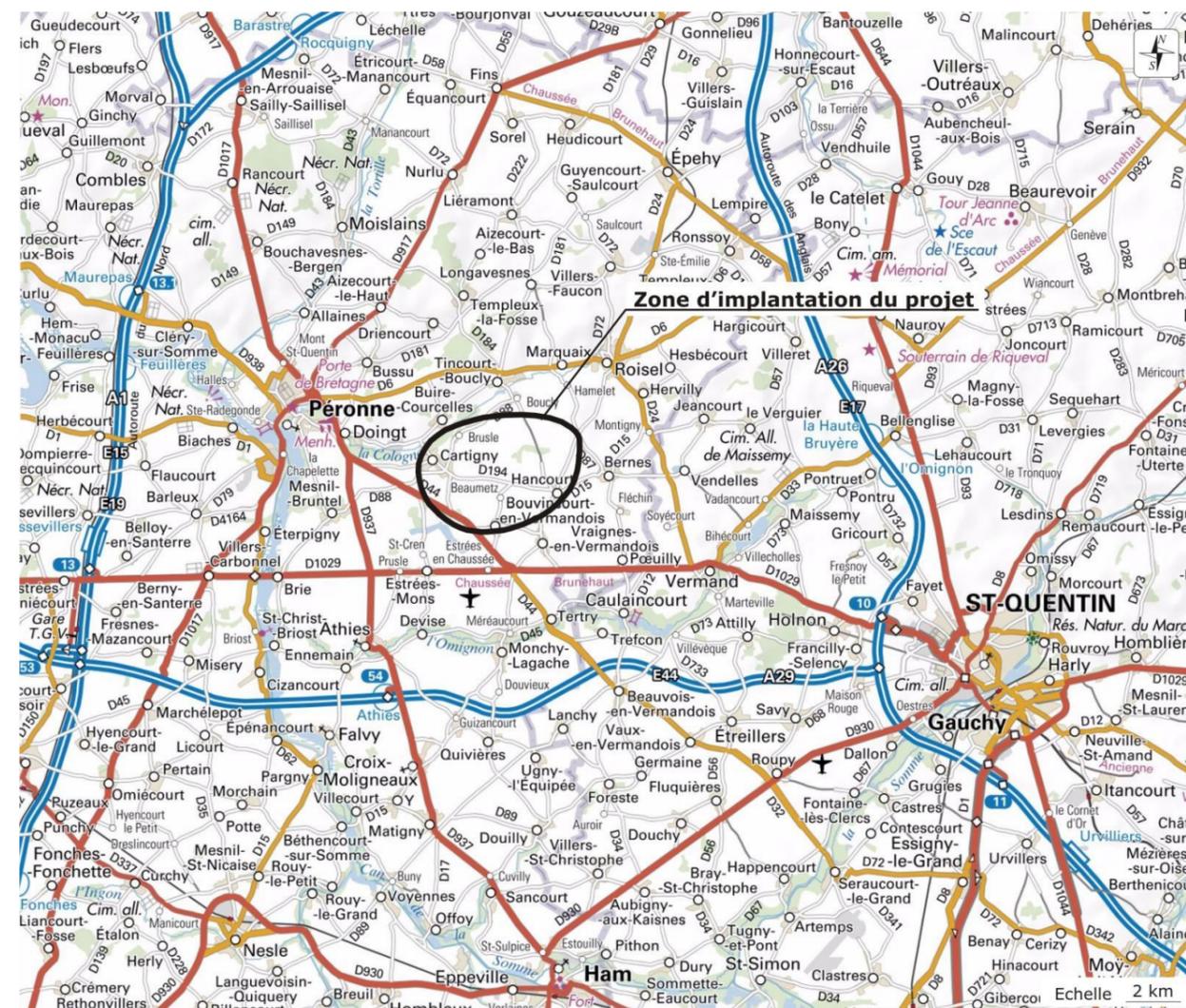
Compte tenu des spécificités de l'organisation spatiale d'un parc éolien, composé de plusieurs éléments disjoints, la zone sur laquelle porte l'étude de dangers est constituée d'une aire d'étude par éolienne.

L'aire d'étude correspond à l'ensemble des points situés à la distance inférieure ou égale à 500 mètres de l'installation. Dans le cas du parc éolien des Moulins de la Cologne, la distance de 500 mètres est prise à partir du mât des 7 aérogénérateurs. Cette distance équivaut à la distance d'effet retenue pour les phénomènes de projection, telle que définie au paragraphe 7.2. La Figure 2 suivante précise la localisation des éoliennes projetées.

L'installation comprend également deux postes de livraison situés à proximité des éoliennes E3 et E7.

La localisation générale de la zone d'implantation du projet (ZIP) est reportée sur la figure suivante.

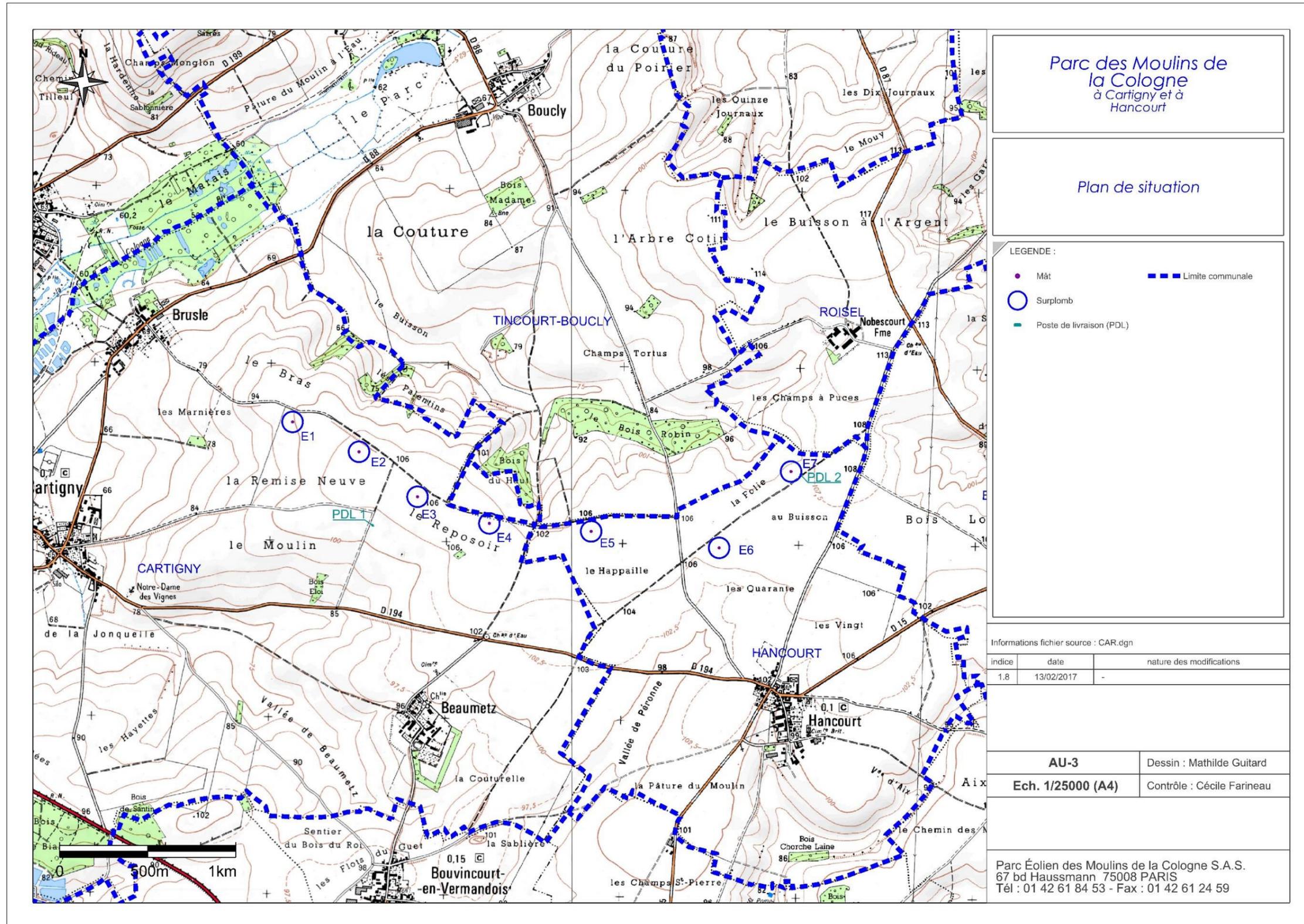
Figure 1 : Localisation générale de la zone d'implantation du projet



Source : <https://www.geoportail.gouv.fr>, traitement SUEZ Consulting 2017



Figure 2 : Plan de situation du projet



Source : Groupe EUROWATT

### 3 DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

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

#### 3.1 ZONES URBANISEES

La zone retenue pour l'implantation du projet se situe sur les **communes de Cartigny et Hancourt**, villages ruraux de la Somme comptant respectivement 747 et 101 habitants en 2013 (dernière évaluation des populations légales de l'INSEE).

Les données démographiques des communes d'implantation du projet, ainsi que celles des 30 autres communes comprises dans les périmètres de 3 km et de 6 km autour sont synthétisées dans le tableau suivant.

Tableau 2 : Données démographiques des communes du secteur d'implantation du projet

Commune	Population communale 2008	Population communale 2013	Taux d'accroissement annuel moyen 2008 à 2013 (%)	Superficie en km <sup>2</sup>	densité en hab./km <sup>2</sup>	Nombre de logements	Part de résidences principales (%)
Communes d'implantation							
Cartigny	693	747	+1,5	15,2	49,3	326	86,3
Hancourt	103	101	-0,4	4,1	24,9	43	88,4
Communes dans un périmètre de 3 km de la zone d'implantation							
Buire-Courcelles	258	245	-1	7,8	31,6	107	84,9
Tincourt-Boucly	401	374	-1,4	12,8	29,2	176	83,9
Marquaix	220	219	-0,1	5,3	41,4	97	89,6
Roisel	1 803	1736	-0,8	10,2	170,9	847	86,4
Hervilly	187	164	-2,6	6,2	26,5	77	86,8
Bernes	294	346	+3,3	7,6	45,5	152	84,9
Poeuilly	102	113	+2,1	6,2	18,2	47	90,8
Vraignes-en-Vermandois	170	155	-1,8	4,2	36,7	67	83,9
Bouvincourt-en-Vermandois	151	155	+0,5	1,9	79,9	68	91,2
Estrées-Mons	571	574	+0,1	15,3	37,5	262	88,3
Communes dans un périmètre de 6 km de la zone d'implantation							
Mesnil-Bruntel	305	297	-0,5	7,3	40,6	149	89,3
Doingt	1 325	1366	+0,6	8,6	158,7	659	89,4
Peronne	8 077	7702	-0,9	14,2	543,9	3989	87,5
Bussu	217	217	0	6,8	32	113	84,6
Aizecourt-le-Haut	88	73	-3,7	3,7	20	35	88,7
Driencourt	87	100	+2,8	5	20	52	80,7

Commune	Population communale 2008	Population communale 2013	Taux d'accroissement annuel moyen 2008 à 2013 (%)	Superficie en km <sup>2</sup>	densité en hab./km <sup>2</sup>	Nombre de logements	Part de résidences principales (%)
Templeux-la-fosse	150	143	-1	7,2	19,8	79	78,1
Longavesnes	94	86	-1,8	4,1	21	48	77,7
Villers-Faucon	665	645	-0,6	11,4	56,5	301	88
Templeux-le-Guerard	197	197	0	6,5	30,4	95	86
Hesbecourt	58	55	-1,1	3,6	15,2	31	80,7
Jaucourt	233	275	+3,4	5,8	47,3	112	92,9
Le Verguier	230	214	-1,4	4,3	50	103	88,4
Vendelles	113	109	-0,7	5,3	20,6	52	86,3
Vermand	1036	1076	+0,8	15,8	68,3	480	91,5
Caulaincourt	124	139	+2,3	6	23,3	74	74,2
Trefcon	81	90	+2,1	4	22,4	37	86,6
Tertry	184	173	-1,2	4,9	35,1	86	74,4
Monchy-Lagache	710	672	-1,1	15,4	43,5	320	85
Athies	647	598	-1,6	10,67	56	236	89,3

Source : INSEE, 2016 (Recensement de la population 2013)

Les 32 communes incluses dans le périmètre de 6 km autour du projet comptent une population totale de 19 156 habitants en 2013. La population totale était de 19 574 habitants en 2008.

La densité de population dans le périmètre de 6 km autour du projet est inférieure à la moyenne française (117 habitants/km<sup>2</sup>) avec une moyenne de 77,4 hab/km<sup>2</sup>. Mais cette moyenne cache des disparités ; les communes d'implantation présentant des densités de l'ordre de 25 hab/km<sup>2</sup> pour Hancourt et 50 hab/km<sup>2</sup> à Cartigny. Cette densité atteint 543,9 habitants/km<sup>2</sup> à Péronne, commune de la vallée de la Somme par ailleurs la plus peuplée du périmètre de 6 km (7 702 habitants en 2013).

Dans ce territoire, le nombre d'habitants a en moyenne diminué d'environ 2,13 % entre 2008 et 2013. Cette moyenne cache toutefois également des disparités puisque le taux d'accroissement annuel de la population des 32 communes comprises dans le périmètre des 6 km est compris entre -3,7% et +3,4%.

Les communes de Cartigny et Hancourt, directement concernées par l'implantation du projet, comptaient respectivement 747 et 101 habitants en 2013. La première a connu une hausse de sa population depuis 2008 (+1,5% en moyenne par an), la deuxième une légère baisse (-0,4% en moyenne par an).

L'habitat se compose très majoritairement de résidences principales (environ 86,3% en moyenne). Ce qui traduit la présence permanente de la majeure partie de la population locale tout au long de l'année. On compte 9320 logements au droit des 32 communes de la zone étudiée ; dont seulement 43 à Hancourt et 326 à Cartigny ; ce qui donne un taux d'occupation moyen des logements de 2,05 habitants/logement ; ce qui est inférieur à la moyenne nationale (2,26 occupant par résidence principale en 2012).

D'une manière générale, l'habitat aux abords de la zone de projet est peu dense (comme indiqué précédemment). Il se regroupe dans les bourgs communaux et il existe peu de hameaux entre les bourgs. On note la présence de la ferme isolée de Nobescourt à proximité de la zone d'étude.



Ainsi, les premières zones habitées depuis les lieux d’implantation projetée d’éoliennes sont les bourgs et fermes périphériques récapitulés ci-dessous :

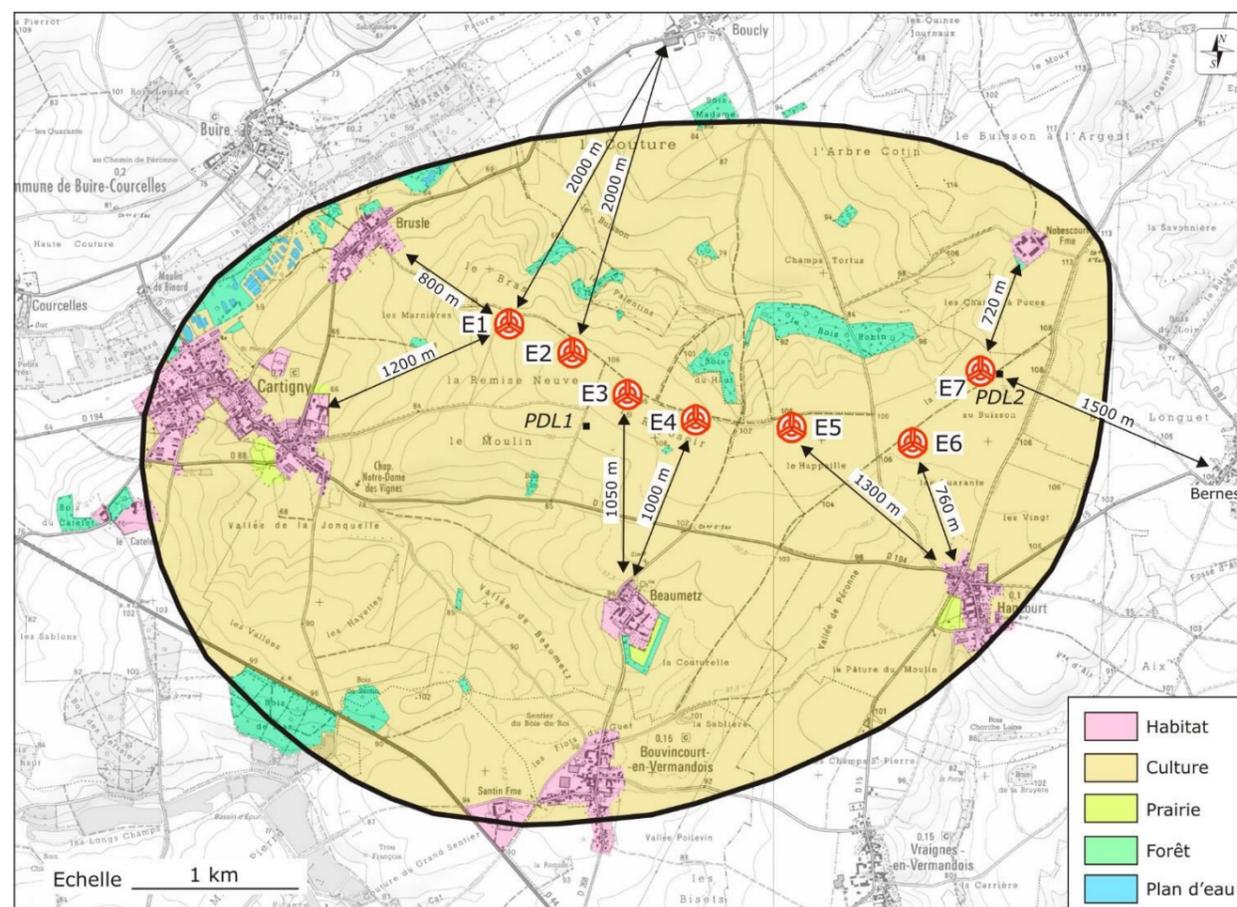
- Le bourg de Cartigny à 1200 m au sud-ouest de l’éolienne E1,
- Le hameau de Brusle (commune de Cartigny) à 800 m à l’ouest de l’éolienne E1,
- Le hameau de Beaumetz (commune de Cartigny) à 1000 m au sud de l’éolienne E4,
- Le bourg de Hancourt à 760 m au sud-est de l’éolienne E6,
- Le bourg de Bernes à 1500 m à l’est de l’éolienne E7,
- La ferme Nobescourt (commune de Roisel) à 720 m au nord-est de l’éolienne E7,
- Le hameau de Boucly (commune de Tincourt-Boucly) à 2000 m au nord-est des éoliennes E1 et E2.

**L’habitation la plus proche des installations du projet est située à 720 m (ferme isolée de Nobescourt, à Roisel).**

**Le bourg le plus proche est celui de Hancourt à 760 m de la première éolienne (une centaine d’habitants).**

La figure suivante présente la localisation des lieux habités les plus proches des éoliennes projetées.

**Figure 3 : Occupation des sols et localisation des sites habités les plus proches**



### 3.1.1 ETABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC

La plupart des bourgs ruraux du secteur accueille quelques **services de proximité** mais assez peu, voire pas de **commerces**. Ceux-ci étant également localisés dans les bourgs structurants l’activité situés hors de la zone du projet. Il existe quelques équipements publics communaux dans les centres de Cartigny, Tincourt-Boucly, Buire-Courcelles et Bernes (école, stade municipal...).

Les territoires des communes les plus proches du projet sont majoritairement constitués de surfaces agricoles.

### 3.1.2 INSTALLATIONS CLASSEES POUR LA PROTECTION DE L’ENVIRONNEMENT ET INSTALLATIONS NUCLEAIRES DE BASE

Une recherche a été effectuée dans la base de données Internet du site des Installations Classées pour la Protection de l’Environnement (ICPE) pour les communes du projet et celles à proximité.

**Les communes de Cartigny et Hancourt ne sont pas concernées par le risque industriel** ni couvertes par un Plan Particulier d’Intervention (PPI) relatif à un site industriel proche.

Une **ICPE soumise à autorisation** est recensée à Bernes : « Parc Eolien MSE L’épivent », située à environ 550 m à l’est des sites d’implantation pour l’éolienne la plus proche. La filature « Lainière de Picardie BC » située à 3 km à l’ouest de la zone d’implantation est également une ICPE soumise à autorisation.

*Remarque : une installation industrielle comportant des silos au droit du centre bourg de Cartigny est recensée au PLU. Un périmètre de dangers est reporté dans ce document, mais le PLU précise que le site n’est plus en activité.*

Aucune installation nucléaire de base ne se situe dans l’environnement du projet. Il n’existe pas de Plan de Prévention ses Risques Technologiques intéressant la zone d’implantation du projet.

### 3.1.3 AUTRES ACTIVITES

Cartigny et Hancourt ainsi que les communes limitrophes sont de **typologie rurale** consacrant l’essentiel de leur espace à l’agriculture. Notons que **le site d’implantation du projet est actuellement voué à l’agriculture** (parcelles agricoles cultivées).

Par ailleurs, il n’y a pas d’équipement touristique particulier. On note cependant l’existence de deux cimetières militaires à proximité de la zone d’implantation, lesquels sont des sites d’intérêt local sur le plan culturel et de l’histoire. Aucun sentier de randonnée ou de cyclo-tourisme ne traverse la zone d’implantation du projet.

## 3.2 ENVIRONNEMENT NATUREL

### 3.2.1 CONTEXTE CLIMATIQUE

Le climat de la Somme est de type **océanique tempéré**, le département ayant une façade maritime, située à un peu plus de 110 km du secteur d’étude. Le climat local est légèrement plus continental que celui de la côte. Les données climatologiques locales apportent les renseignements suivants :

#### 3.2.1.1 Précipitations

La hauteur moyenne annuelle de précipitations est de 702,6 mm/an. La répartition des précipitations est régulière tout au long de l’année, avec des cumuls mensuels compris entre 48 en février et 67,9 mm en août.

Le nombre moyen de jours de pluie supérieure à 1 mm est de 122,5 j/an soit environ 1 jour sur 3. Le nombre moyen de jours de pluie supérieure à 10 mm) est de 18,1 j/an.

Les précipitations records sont de 76,6 mm en 24h le 20-06-1992 et 62,8 mm en 24h le 06-08-1995.

### 3.2.1.2 Températures

La température moyenne annuelle est de 10,3°C ; avec une moyenne du mois le plus chaud de 18°C (juillet) et une moyenne du mois le plus froid de 3,0°C (janvier).

Le nombre moyen de jours dont la température maximale est inférieure à 0°C est de 8,6 j/ an.

L'amplitude des températures varient d'une température extrême basse de -20°C (17 janvier 1985) à une température extrême haute de 37,9°C (12 août 2003).

### 3.2.1.3 Orages et phénomènes climatiques

Les orages sont peu fréquents avec un nombre moyen de jours d'orages de 5 /an (11,2 /an en moyenne sur le territoire français).

La densité d'arcs (nombre d'impacts/an/km2) de 1,06 alors qu'elle est de 1,12 à l'échelle de la France.

**Le risque lié à la foudre donc faible mais non négligeable.**

### 3.2.1.4 Vents

Les vents dominants sont de secteur ouest/sud-ouest (200 à 260°) avec une fréquence de 27,6 % du temps et nord-est (20 à 40°) avec une fréquence de 12%.

Les vents forts (>8 m/s) sont de secteur ouest/sud-ouest (200 à 260° principalement) et se produisent 3,5 % du temps.

Les vents faibles (compris entre 1,5 et 4,5 m/s) dominants représentent en fréquence cumulée 49,8 % du temps. Les vents nuls (<1,5m/s) représentent 10,2 % du temps.

## 3.2.2 RISQUES NATURELS

### 3.2.2.1 Déclarations d'Etat de Catastrophe Naturelle

La morphologie des communes de la zone d'implantation du projet (Cartigny et Hancourt) a favorisé, lors d'évènements climatiques exceptionnels, l'apparition de désordres singuliers dont les conséquences ont nécessité la reconnaissance de catastrophes naturelles. Le site Prim.net (<http://macommune.prim.net>) recense les arrêtés suivants :

Tableau 3 : Synthèse des arrêtés de catastrophes naturelles concernant la zone du projet

	Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
Cartigny	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
	Inondations et coulées de boue	05/06/2015	05/06/2015	23/07/2015	26/07/2015
Hancourt	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999

Source : <http://macommune.prim.net>, mise en forme SUEZ Consulting 2017

Concernant les **inondations**, elles sont susceptibles d'avoir lieu dans la vallée de la Cologne ou au niveau des talwegs. Les **mouvements de terrain** et les coulées de boue concernent des désordres apparus exclusivement dans les fonds de talweg à flanc de coteau. Or, les zones d'implantation des éoliennes se situent sur un plateau, en dehors fonds de talwegs et d'axes de ruissellement.

**Ce type d'évènements particuliers se produit donc à l'écart des sites d'implantation d'éoliennes.**

### 3.2.2.2 Risques d'inondation et de remontée de nappe

D'un point de vue du fonctionnement hydraulique général, la vallée de la Cologne est concernée par le risque inondation par débordement de cours d'eau et par remontée de nappe. Trois inondations ont en particulier été constatées sur la commune de Cartigny lors d'épisodes d'inondation en 1990, 1999 et 2007. Deux ont fait l'objet d'un arrêté de catastrophe naturelle. Ces inondations sont essentiellement dues à un ruissellement important lors d'épisodes pluvieux intenses, à des remontées de nappe et à l'insuffisance de la capacité hydraulique du réseau hydrographique.

Les zones inondables se concentrent dans le fond de la vallée de la Cologne. La zone d'implantation du projet se place, compte tenu du contexte topographique, à une altitude supérieure de 35 à 45 mètres par rapport au fond de vallée, à l'écart des zones inondables. **Le risque d'inondation par débordement de cours d'eau est nul.**

**La zone n'est pas non plus concernée par le phénomène de remontée de nappe.** En effet, au niveau de la zone d'implantation du projet, la profondeur de la nappe en situation de hautes eaux varie entre 39 et 45 m de profondeur.

**Aucun Plan de Prévention des Risques d'Inondation n'intercepte la zone du projet.**

### 3.2.2.3 Risques liés à l'érosion des sols et au ruissellement

D'une manière générale, les terres sont susceptibles d'être exposées aux phénomènes d'érosion des sols. Dans la zone d'implantation du projet c'est surtout le versant sud de la vallée des Palentins qui concentre les phénomènes d'érosion et de ruissellement du fait d'une pente accrue. Les éoliennes se placent en amont hydraulique de ces secteurs sensibles et au droit de la crête topographique séparant la vallée des Palentins et la vallée de Jonquelles.

**Le risque lié à l'érosion des sols est donc faible au droit des sites d'implantation des 7 éoliennes.**

### 3.2.2.4 Risques liés aux mouvements de terrain et aux cavités

La zone d'implantation du projet est concernée par la présence de quelques indices de mouvements de terrain recensés par le BRGM au travers du site Infoterre (<http://infoterre.brgm.fr>). Les informations extraites sont reportées à la figure suivante.

Il s'agit pour la plupart d'indices d'effondrements constatés il y a plus de 10 ans et dont la manifestation en surface n'est pas indiquée et n'est plus visible aujourd'hui (remblaiement). Ces indices sont très localisés et épars ; ils ne révèlent **pas de sensibilité géologique** majeure à l'échelle de la zone d'implantation du projet. L'indice de cavité le plus proche correspond à un ouvrage civil recensé sur la commune d'Hancourt à 900 m d'E6.

L'étude de l'aléa relatif au retrait et au gonflement d'argile fourni par le BRGM indique que les éoliennes projetées se situent au droit de zones d'aléa faible. Ce critère n'implique **pas de recommandations particulières dans le cas de la construction d'éoliennes.**

### 3.2.2.5 Aléas sismiques

Aucune faille géologique ou axe de fracturation avéré n'est recensé dans le secteur étudié. La géologie structurale du secteur d'étude ne présente pas de contrainte particulière pour le projet éolien.

D'après la carte du zonage sismique en vigueur depuis le décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010, la zone d'étude est classée en zone 1 définie comme une « **zone de sismicité très faible** » pour laquelle aucune règle parasismique particulière ne s'applique.

### 3.2.3 ENVIRONNEMENT MATERIEL

#### 3.2.3.1 Organisation du réseau routier

La zone d’implantation du projet se trouve au sein d’un territoire structuré par des **axes routiers d’envergure nationale ou régionale** ; il s’agit des axes suivants :

- l’A1 (Paris / Lille), à 13 km à l’ouest, dont le TMJA de 2015 est de 40 391 veh./j. au droit du point de comptage le plus proche du projet; dont 25% de poids-lourds.
- l’A29 (entre Amiens et Saint-Quentin) à 8,8 km au sud. A, le TMJA en 2015 était de 3 973 veh./j. dont 15,6% de poids-lourds.
- l’A26 (entre Saint-Quentin et Cambrai) à 10,3 km à l’est.

Ces axes majeurs supportant un trafic journalier supérieur à 3 000 veh./j composé pour environ 10 à 15% de poids-lourds, drainent une grande partie des flux nationaux voire internationaux.

Plus localement, un réseau de **voies départementales primaires** permet de relier les principales villes entre elles :

- RD937 entre Péronne et l’A29 à l’ouest de la ZIP, dont le TMJA de 2015 est de 7 219 veh./j dont 12% de poids-lourds avant l’intersection avec la RD44 et de 3 629 veh./j dont 15% de poids-lourds après l’intersection.
- RD44, qui relie la RD937 et la RD1029, au sud-ouest de la ZIP, dont le TMJA de 2015 est de 3 829 veh./j dont 10% de poids-lourds.
- RD1029, qui relie Saint-Quentin à Amiens en longeant l’A29, au sud de la ZIP, dont le TMJA de 2015 est de +/- 5435 veh./j dont 13% de poids-lourds.
- RD6 (Péronne/Roisel) au nord de la ZIP, dont le TMJA de 2015 est de 2 392 veh./j dont 11% de poids-lourds.

Ces axes secondaires présentent généralement un trafic compris entre 2 000 veh./j et 8 000 veh./j dont une proportion de poids-lourds proche de 10 à 15%.

Enfin, la desserte locale est assurée par un **réseau complémentaire de voies communales** qui relie les bourgs ruraux entre eux.

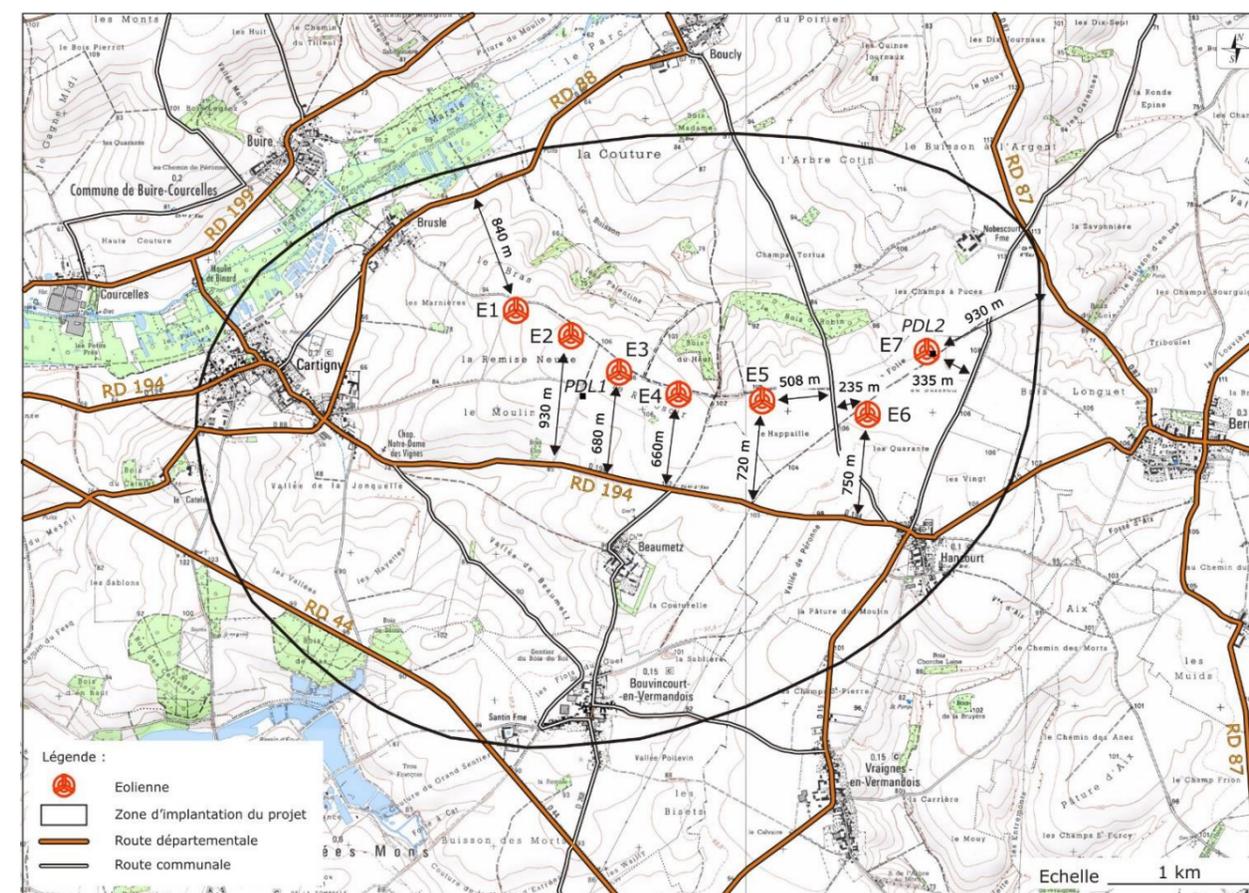
- La RD194 entre Cartigny et Hancourt qui se situe en partie dans la zone d’implantation, au sud,
- La RD88 entre Cartigny et Tincourt-Boucly à l’ouest de la ZIP,
- La RD15 entre Hancourt et Bernes au sud-est de la ZIP,
- La RD87 entre Bernes et Maquaix à l’est de la ZIP.
- La voie communale entre Hancourt et la RD87 dans la partie est de la zone d’implantation.

**Ce réseau de voies de desserte présente un trafic très modeste inférieur à 1 000 veh./j** (+/- 542 veh./j en 2015 sur la RD15).

On notera également que les plaines agricoles du secteur sont traversées de **chemins d’exploitation agricole** qui permettent d’accéder aux parcelles les plus isolées. Ce maillage est dense et les chemins sont la plupart du temps en bon état

La situation du projet par rapport au réseau routier est proposée sur la figure ci-après.

Figure 4 : Situation du projet vis-à-vis des infrastructures routières



Source : <https://www.geoportail.gouv.fr>, traitement SUEZ Consulting 2017

### 3.2.4 BIENS MATERIELS ET RESEAUX

#### 3.2.4.1 Autres infrastructures de transport

##### ■ Réseau ferroviaire

La ligne ferroviaire la plus proche est la Ligne à Grande Vitesse reliant Paris à Lille (ligne 226). La gare la plus proche desservant le secteur est la gare TGV « Haute Picardie » à 16 km au sud-ouest du projet. Elle passe à 13 km à l’ouest du projet.

On notera également la présence de la ligne régionale reliant Amiens à Saint-Quentin et Laon à 18,3 km au sud du projet, ainsi que la ligne régionale reliant Saint-Quentin à Cambrai à 17,5 km au sud-est (gare de Saint-Quentin à 18 km au sud-est). Il existe également une ligne de transport de fret non électrifiée à voie unique desservant la ville d’Eterpigny à environ 8 km à l’ouest du site d’implantation.



### ■ Infrastructures aéronautiques

Il n'existe pas d'aérodrome ou d'aéroport à proximité immédiate du site du projet. Les plus proches sont :

- L'aérodrome de Péronne-St-Quentin à 5,1 km au sud de l'éolienne E4. Il accueille l'aéroclub de Péronne (baptêmes de l'air, initiation, etc.) et un centre école de parachutisme.
- L'aérodrome de Saint-Quentin-Roupy à 14,2 km au sud-est de l'éolienne E6. Aérodrome civil, ouvert à la circulation aérienne publique. Il est utilisé notamment par l'aéroclub de l'Aisne, l'aéroclub de Saint-Quentin Picardie et l'association sportive véliplane Raymond Delmotte, pour la pratique d'activités de loisirs et de tourisme (initiation, formation, vol à voile).
- L'aéroport d'Albert-Picardie à 23,6 km au nord-ouest de l'éolienne E1. Aérodrome civil à caractère industriel et commercial, ouvert à la circulation aérienne publique. Il est utilisé notamment pour l'aviation d'affaires, le fret petits colis ou Cargo, les vols privés, le training pour les compagnies aériennes et les pilotes et pour l'aviation de loisir (apprentissage du pilotage).

**Deux lignes électriques aériennes Haute Tension** (63 000 volts) partent du poste électrique de Roisel au nord de la ZIP. La ligne passant au plus près de la ZIP relie le poste de Roisel à celui d'Ham au sud en passant environ à 800 m à l'est d'E7. Ces deux lignes interceptent également une troisième ligne haute tension passant au sud de la ZIP et alimentant le poste d'Estrées-en-Chaussée.

D'autres **lignes aériennes de Moyenne Tension** sont identifiées entre Hancourt et Cartigny, dont une qui traverse la ZIP entre E5 et E6, et à proximité de chacun des bourgs.

EUROWATT s'est assuré du maintien de la distance minimale requise entre les lignes et les éoliennes.

D'après les demandes de renseignements préalables effectuées en ligne (DICT.fr), **aucun ouvrage de transport de gaz haute-pression ou d'hydrocarbures**, ni aucun autre réseau enterré n'est exploité au droit ou aux abords des sites d'implantation d'éoliennes.

Les autres éléments matériels remarquables localement sont :

- Les châteaux d'eau de Cartigny, situé le long de la RD194 au sud de la zone d'implantation à l'intersection avec la route menant au hameau de Beaumetz, et celui de Bernes au nord-est de la zone d'implantation, à proximité de la ferme de Nobescourt,
- Plusieurs cimetières britanniques qui ponctuent le territoire notamment à Hancourt et Cartigny,
- Les édifices et monuments religieux (églises, calvaires) parsemant le territoire, dont notamment la chapelle Notre-Dame des Vignes à Cartigny.

Les plus proches des sites d'implantation d'éoliennes sont :

- La ligne moyenne tension passant entre E5 et E6 à environ 200 m de chacune des machines,
- La ligne HT Roisel-Ham, à 800 m à l'est d'E7,
- Le château d'eau de Cartigny, situé le long de la RD194, et le calvaire à proximité, à 650 m au sud d'E4,
- Le château d'eau de Bernes, situé à proximité de la ferme de Nobescourt, à 960 m au nord-est d'E7,
- Le cimetière militaire britannique du hameau de Beaumetz (commune de Cartigny) à 900 m au sud d'E4,

- La chapelle Notre-Dame-des-Vignes, à 1,3 km au sud-ouest de l'éolienne E1,

- Le cimetière militaire britannique d'Hancourt, à 1200 m au sud-est d'E6.

- On note également le passage de la canalisation de gaz dite « Antenne de Péronne » (100 mm) à environ 2,1 km au sud-ouest de l'éolienne E1 (tracé nord-ouest/sud-est).

### 3.2.4.2 Servitudes

La zone d'implantation des éoliennes n'est pas concernée par des servitudes radioélectriques ou par une servitude de protection de la circulation aérienne.

La zone n'est par ailleurs pas couverte par une servitude liée à la protection des radars de Météo France.

## 4 DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

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

### 4.1 CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

#### 4.1.1 CARACTERISTIQUES GENERALES D'UN PARC EOLIEN

Un parc éolien est une centrale de production d'électricité à partir de l'énergie du vent. Il est composé de plusieurs aérogénérateurs et de leurs annexes (cf. schéma du raccordement électrique au paragraphe 4.2) :

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

#### Éléments constitutifs d'un aérogénérateur

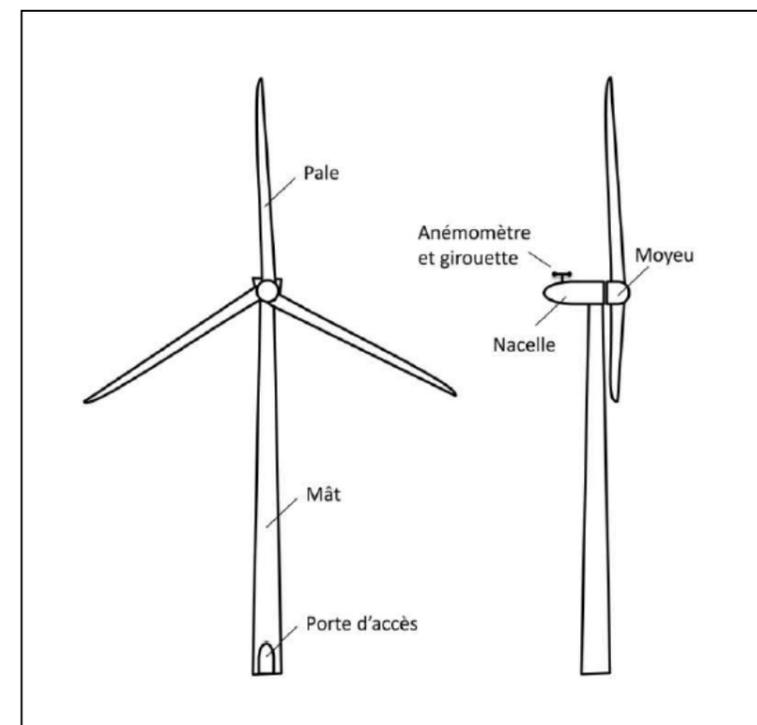
Au sens du l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement, les aérogénérateurs (ou éoliennes) sont définis comme un dispositif mécanique destiné à convertir l'énergie du vent en électricité, composé des principaux éléments suivants : un mât, une nacelle, le rotor auquel sont fixées les pales, ainsi que, le cas échéant, un transformateur.

Les aérogénérateurs se composent de trois principaux éléments :

- **Le rotor** qui est composé de trois pales construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu. Il se prolonge dans la nacelle pour constituer l'arbre lent.
- **Le mât** est généralement composé de 3 à 4 tronçons en acier ou 15 à 20 anneaux de béton surmonté d'un ou plusieurs tronçons en acier. Dans la plupart des éoliennes, il abrite le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne au niveau de celle du réseau électrique.
- **La nacelle** abrite plusieurs éléments fonctionnels :
  - ◆ le générateur transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique ;
  - ◆ le multiplicateur (certaines technologies n'en utilisent pas) ;
  - ◆ le système de freinage mécanique ;

- ◆ le système d'orientation de la nacelle qui place le rotor face au vent pour une production optimale d'énergie ;
- ◆ les outils de mesure du vent (anémomètre, girouette),
- ◆ le balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique.

Figure 5 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur

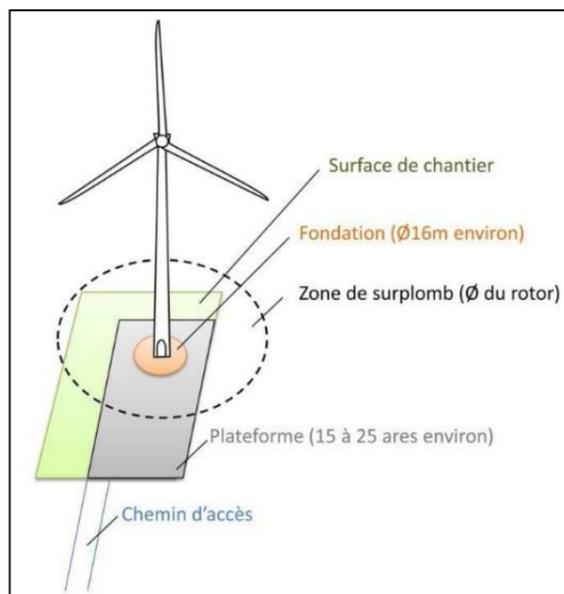


#### Emprise au sol

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

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

Figure 6 : Schéma Illustration des emprises au sol d'une éolienne



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

**Chemins d'accès**

Pour accéder à chaque aérogénérateur, des pistes d'accès sont aménagées pour permettre aux véhicules d'accéder aux éoliennes aussi bien pour les opérations de constructions du parc éolien que pour les opérations de maintenance liées à l'exploitation du parc éolien : dans le cas du projet, cela concerne l'aménagement de ces accès concerne les chemins agricoles existants.

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

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

**4.1.2 ACTIVITE DE L'INSTALLATION**

L'activité principale du parc éolien des Moulins de la Cologne est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec une hauteur de mât comprise (selon modèle disponible sur le marché) entre 116,50 et 120 m.

Ce parc éolien est donc une installation soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

**4.1.3 COMPOSITION DE L'INSTALLATION**

Le projet du parc éolien des Moulins de la Cologne comprend 7 aérogénérateurs et deux postes de livraison auquel seront raccordées les futures machines.

**Concernant les éoliennes, et compte tenu des modèles envisagés parmi les constructeurs de machines existants,** chaque aérogénérateur a une hauteur de moyeu de 120 m maximum (soit une hauteur maximale de mât de 120 m au sens de la réglementation ICPE) et un diamètre de rotor de 117 m maximum, pour une hauteur totale maximale en bout de pale de 178,5 m.

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs :

Tableau 4 : Coordonnées des éoliennes projetées

Eol	LAMBERT 2 ETENDU		LAMBERT 93		WGS 84 (DMS)		Hauteur Terrain	Altitude maximale
	X	Y	X	Y	N	E		
E1	650202	2547021	702482.84	6979873.41	N 49°55'03,1"	E 003°02'04,4"	96	bout de pales (en mNGF) 274.5
E2	650580	2546855	702859.59	6979704.26	N 49°54'57,6"	E 003°02'23,2"	105	283.5
E3	650915	2546603	703191.38	6979449.48	N 49°54'49,4"	E 003°02'39,8"	105	283.5
E4	651323	2546455	703598.74	6979298.34	N 49°54'44,5"	E 003°03'00,2"	104	282.5
E5	651901	2546415	704175.88	6979253.26	N 49°54'43,0"	E 003°03'29,1"	105	283.5
E6	652628	2546328	704901.47	6979159.82	N 49°54'39,9"	E 003°04'05,5"	105	283.5
E7	653032	2546764	705309.31	6979592.31	N 49°54'53,9"	E 003°04'25,9"	105	283.5

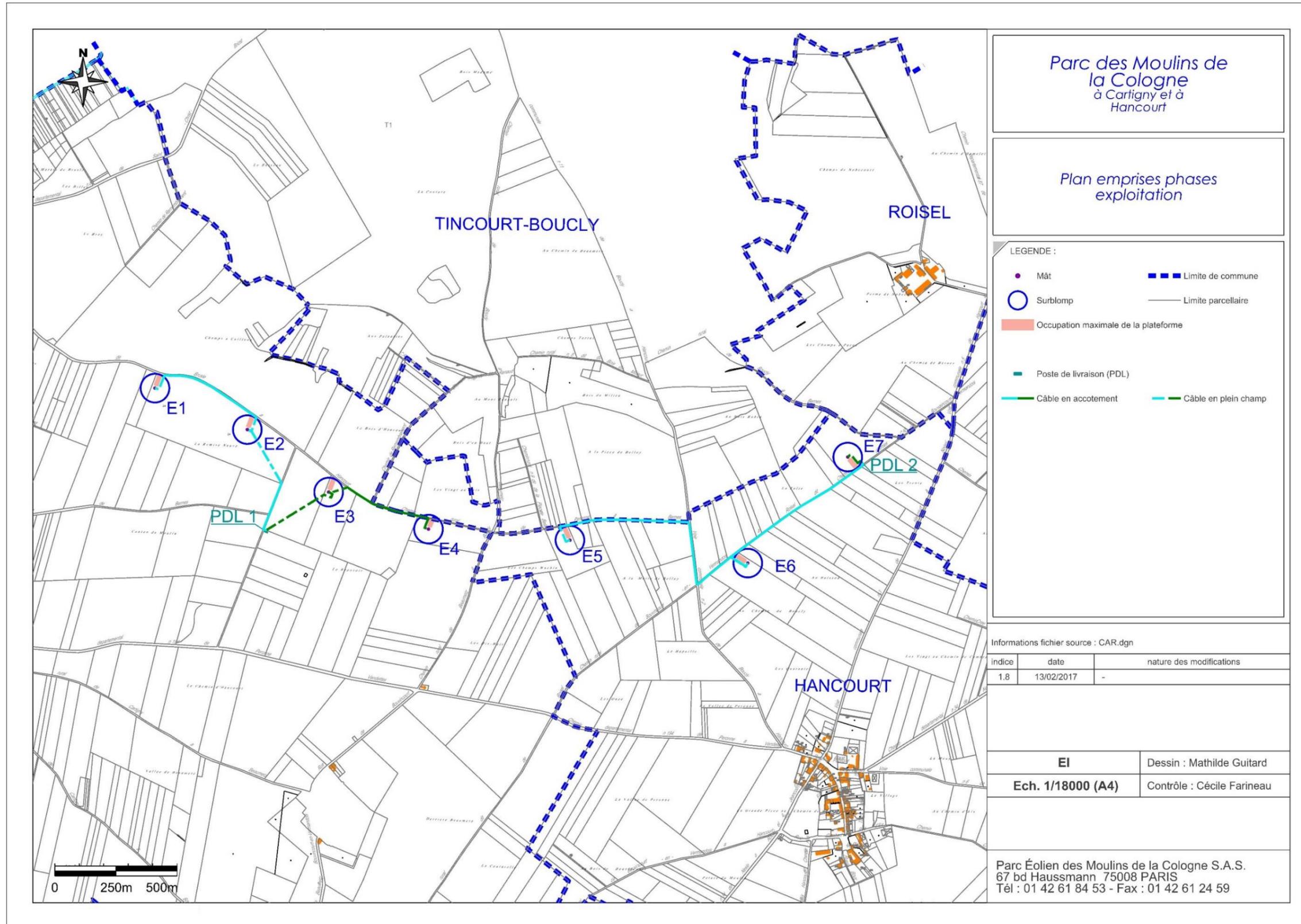
Les caractéristiques des éoliennes qui seront mises en place sur le parc des Moulins de la Cologne sont données dans le tableau suivant.

**Tableau 5 : Caractéristiques des éoliennes**

Programme arrêté pour le parc éolien	Implantation de 7 éoliennes Hauteur du mât : entre 116,5 m et 120 m Diamètre du mât : entre 4,3 et 4,7 m Surface au sol du mât : 17,35 m <sup>2</sup> Hauteur totale hors-tout : 178,5 m max Diamètre de rotor : entre 114 et 117 m ; Demi-rotor de de 57 et 58,5 mètres Longueur de pale : entre 57 m et 58,5 m Largeur de la pale à la base : entre 2,4 m et 4 m
Caractéristiques quantitatives	Puissance unitaire d'une éolienne : entre 3 MW et 3,4 MW Puissance du parc : entre 21 et 23,8 MW Production annuelle estimée entre 58,8 GWh et 66,6 GWh (P50) selon la puissance unitaire des machines (Hypothèse N117 à 180 m : P90 = 2400 heq , P50 = 2800 heq)
Fournisseur des éoliennes et modèle	Constructeur Modèle : N 117, M 114 ou V 117

La figure suivante présente l'emplacement des éoliennes, des 2 postes de livraison, des plateformes d'exploitation et des câbles électriques enterrés.

Figure 7 : Plan général du parc en exploitation

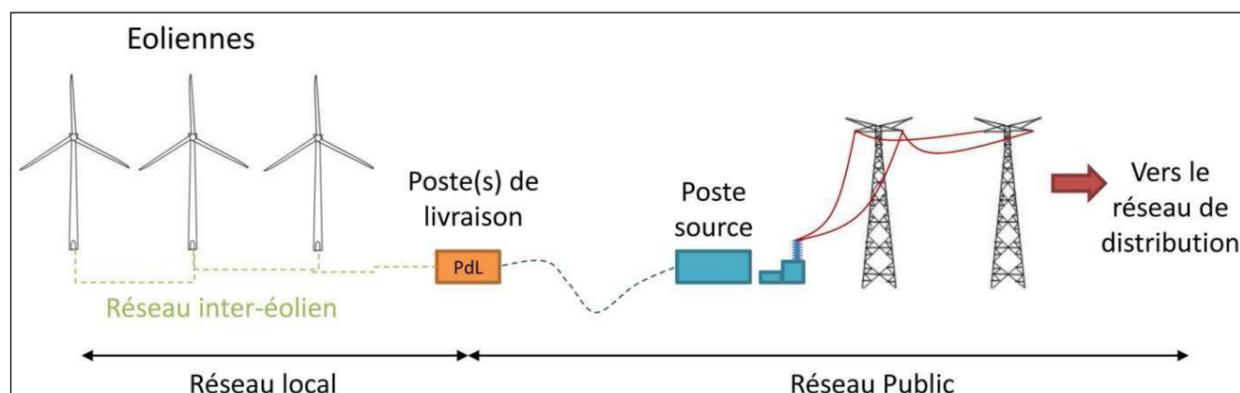


Source : Groupe EUROWATT

### 4.2 RACCORDEMENT ELECTRIQUE

Les éoliennes d'un même champ éolien sont raccordées au réseau électrique de distribution (ERDF ou régies) ou de transport (RTE) via le poste de livraison.

Figure 8 : Principe du raccordement électrique des installations



L'installation de production est composée de 7 éoliennes de puissance unitaire comprise entre 3 et 3,4 MW et de 2 postes des livraisons, implantés sur le territoire des communes de Cartigny et d'Hancourt.

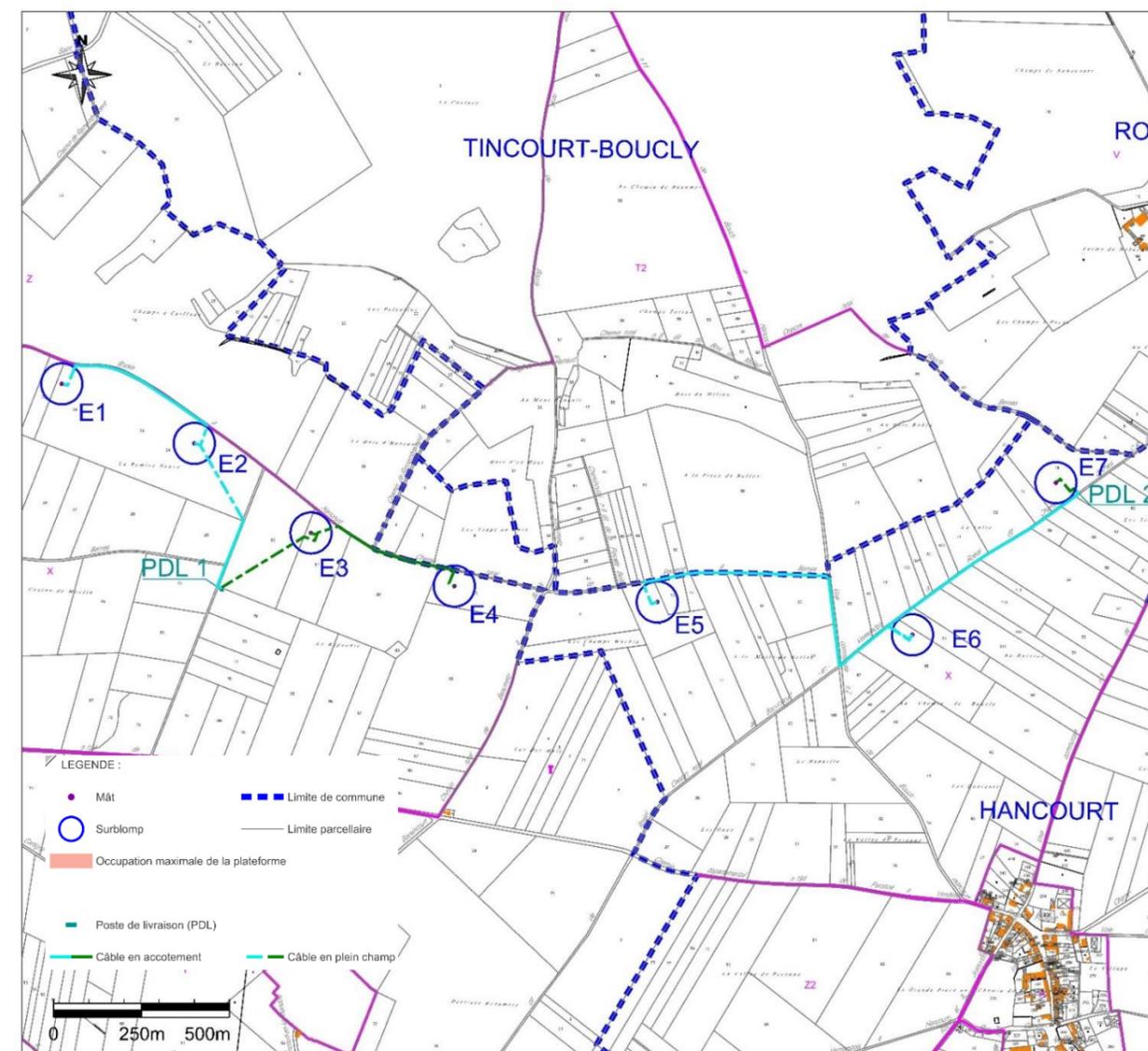
Le projet du parc des Moulins de la Cologne comprend des liaisons HTA enterrées entre les 7 éoliennes et les 2 Postes De Livraison (PDL), liaisons réparties sur les 3 communes de Cartigny, d'Hancourt et de Tincourt-Boucly.

Tableau 6 : Longueur des lignes sur chacune des communes

Distances entre PDL et éoliennes		Longueur totale (m)	Domaine public (m)	Domaine privé (m)
<b>PDL 1</b>	PDL 1 / E2	480,00	209,00	271,00
	E2 / E1	578,00	426,00	152,00
	PDL 1 / E3	345,00	0,00	345,00
	E3 / E4	503,00	361,00	142,00
<b>PDL E2</b>	PDL 2 / E7	77,00	0,00	77,00
	PDL 2 / E6	754,00	664,00	90,00
	E6 / E5	1137,00	966,00	171,00
<b>Total</b>		3874,00	2626,00	1248,00

La figure suivante présente l'implantation des éoliennes projetées, des deux postes de livraison et le tracé des réseaux électriques internes au parc.

Figure 9 : Implantation des éoliennes et des postes projetés et tracé des lignes électriques internes



Source : Groupe EUROWATT

L'électricité produite sera injectée sur le réseau public de distribution dont le gestionnaire est ENEDIS aux postes de livraison.

Le raccordement au réseau public des postes de livraison sera assuré par un ouvrage du réseau public souterrain entre les postes de livraison et le poste source.

Les 2 postes de livraison du projet se situent à proximité de plusieurs postes sources, et entres autres :

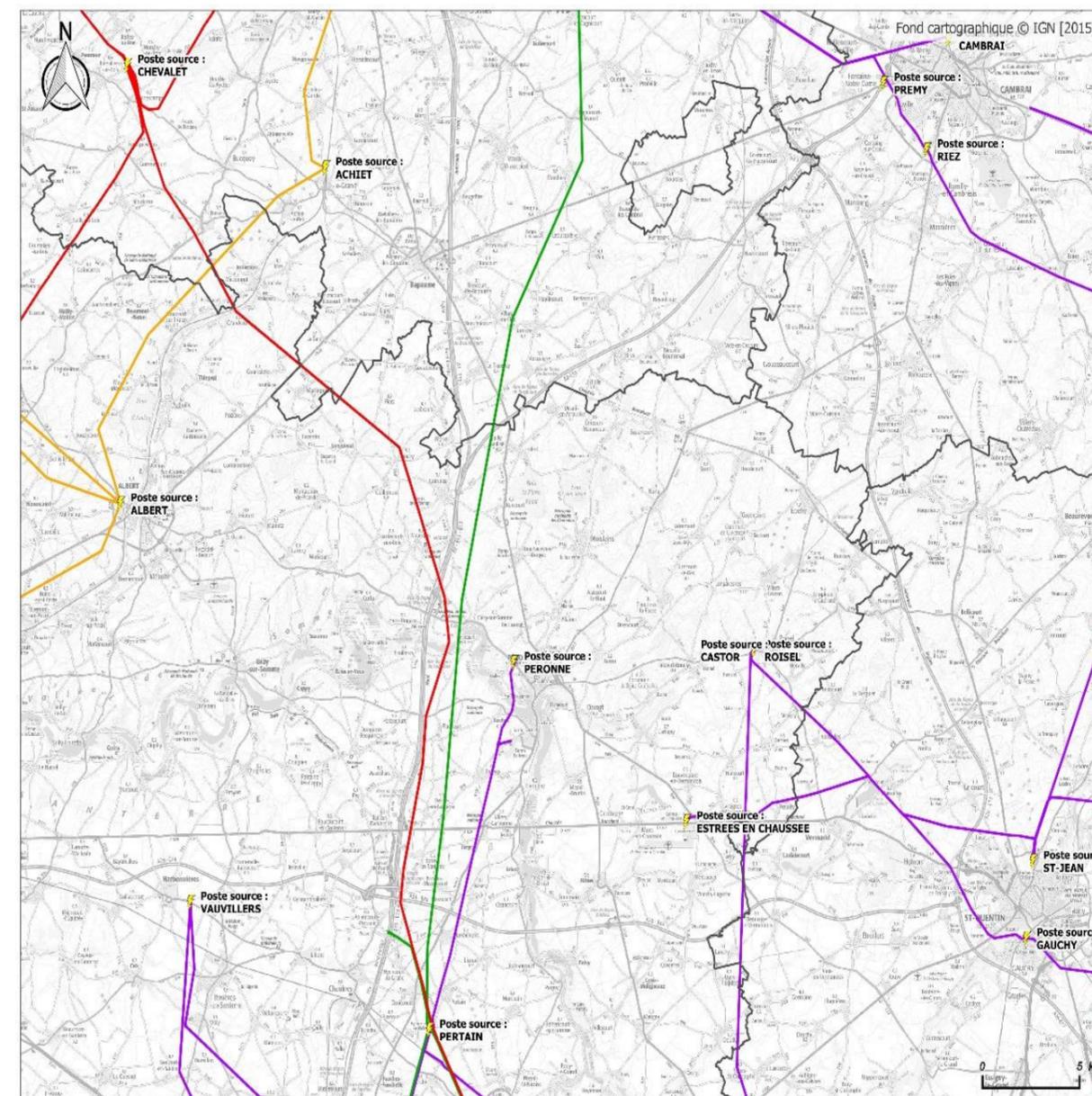
- Entre 3,8 km et 5 km des postes sources de Castor - Roisel ;
- Entre 9 km et 11 km du poste source de Péronne ;
- Entre 17 km et 18 km du poste source de Saint-Jean.

Aujourd'hui, au vu des capacités techniques du réseau de distribution et de transport sur ce secteur, ces postes sources possèdent peu de capacité de transformation HTB/HTA restante disponible pour l'injection sur le réseau public de distribution de transformation.

Néanmoins, au moment de la rédaction de ce dossier, une révision du S3REnR (Schéma de Raccordement au Réseau des Energies Renouvelables) des Hauts de France est en cours d'élaboration par RTE. Dans le cadre du travail réalisé par RTE, des travaux de renforcement de ces postes sources et la création d'ouvrages sont prévus à proximité des communes d'implantation, ce qui permettrait d'accueillir le projet de parc des Moulins de la Cologne.

La figure ci-contre précise le tracé des lignes électriques HT abords du site du projet et la position des postes sources.

Figure 10 : Plan du raccordement au réseau public



Limite administrative

□ Limite départementale

Réseau électrique

Poste source

Ligne électrique (tension en kV)

— 400

— 225

— 150

— 90

— 63

Source : Groupe EUROWATT

## 4.3 FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

### 4.3.1 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN AEROGENERATEUR

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

Les pales se mettent en mouvement lorsque l'anémomètre (positionné sur la nacelle) indique une vitesse de vent d'environ 10 km/h et c'est seulement à partir de 12 km/h que l'éolienne peut être couplée au réseau électrique. Le rotor et l'arbre dit «lent» transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse (entre 5 et 20 tr/min) aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit «rapide» tourne environ 100 fois plus vite que l'arbre lent. Certaines éoliennes sont dépourvues de multiplicateur et la génératrice est entraînée directement par l'arbre « lent » lié au rotor. La génératrice transforme l'énergie mécanique captée par les pales en énergie électrique.

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

Pour un aérogénérateur de 2,5 MW par exemple, la production électrique atteint 2 500 kWh dès que le vent atteint environ 50 km/h. L'électricité produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence 50 Hz avec une tension de 400 à 690 V. La tension est ensuite élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur placé dans chaque éolienne pour être ensuite injectée dans le réseau électrique public.

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

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

**Les caractéristiques techniques développées ci-après sont représentatives des modèles d'éoliennes répondant aux exigences du cahier des charges de la société Parc Éolien des Moulins de la Colonne SAS.**

#### 4.3.1.1 Les fondations

Le massif de fondation des éoliennes a pour but d'assurer l'ancrage de l'éolienne au sol. Il est composé de béton armé et conçu pour répondre aux prescriptions de l'Eurocode 2. Les fondations ont entre 3 et 5 mètres d'épaisseur pour un diamètre de l'ordre d'une quinzaine de mètres. Ceci représente une masse de béton d'environ 1000 tonnes. Un insert métallique disposé au centre du massif sert de fixation pour la base de la tour. Il répond aux prescriptions de l'Eurocode 3.

- Cette structure doit répondre aux calculs de dimensionnement des massifs qui prennent en compte les caractéristiques suivantes :
- le type d'éolienne ;
- la nature des sols ;
- les conditions météorologiques extrêmes ;
- les conditions de fatigue.

#### 4.3.1.2 Le mât

Le mât des éoliennes (également appelée tour) est constituée de plusieurs sections tubulaires métalliques (en acier), de plusieurs dizaines de millimètres d'épaisseur et de forme tronconique, assemblées entre elles par brides. Fixée par une bride à l'insert disposé dans le massif de fondation, le mât est autoportant.

La hauteur du mât, ainsi que ses autres dimensions, sont en relation avec le diamètre du rotor, les classes des vents la topologie du site et la puissance.

Le mât a avant tout une fonction de support de la nacelle mais il permet également le cheminement des câbles électriques de puissance et de contrôle et abrite :

- une échelle d'accès à la nacelle ;
- un élévateur de personnes ;
- une armoire de contrôle et des armoires de batteries d'accumulateurs (en point bas) ;
- les cellules de protection électriques.

Les éoliennes du projet auront une hauteur de mât de 120 m maximum. Elles seront constituées de 4 sections tronconiques. Le diamètre au sol est de 4,7 m.

#### 4.3.1.3 Le rotor et les pales

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

Le rotor est composé de 3 pales fixées au moyeu.

Les pales peuvent pivoter d'environ 90 degrés sur leur axe grâce à des vérins hydrauliques montés dans le moyeu. La position des pales est alors ajustée par un système d'inclinaison. Ainsi, les variations de vitesse du vent sont constamment compensées par l'ajustement de l'angle des pales. Le « Pitch system » est conçu pour optimiser au maximum la production de l'éolienne.

Dans le cas où la vitesse de vent devient trop importante risquant d'amener une usure prématurée des divers composants ou de conduire à un emballement du rotor, le « Pitch system » permet de ramener les pales dans une position dite « en drapeau » qui offrent ainsi une prise au vent moindre et conduisant ainsi à l'arrêt du rotor (freinage aérodynamique).

Le nombre impair de pales permet d'augmenter la stabilité de l'éolienne. Chaque pale est indépendante et équipée de son propre système d'inclinaison afin de garantir un calage continu même en cas de dysfonctionnement du contrôle commande.

La géométrie de la pale est légèrement vrillée autour de son axe longitudinal pour un meilleur rendement.

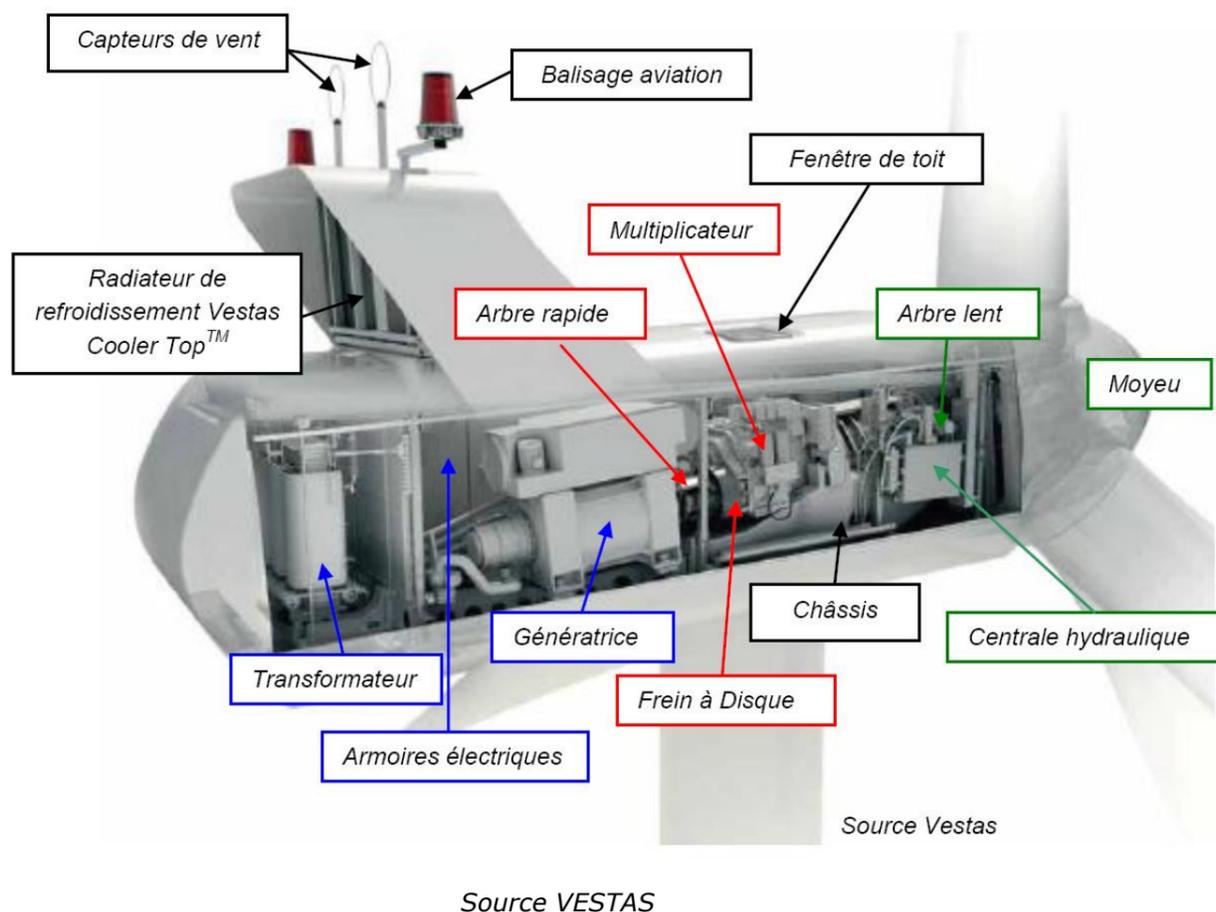
#### 4.3.1.4 La nacelle

La nacelle se situe au sommet du mât et abrite les composants mécaniques, hydrauliques, électriques et électroniques, nécessaires au fonctionnement de l'éolienne (voir figure ci-après).

La nacelle est constituée d'une structure métallique habillée de panneaux composites en fibre de verre. Les éléments principaux sont disposés sur un châssis en acier qui assure le transfert des forces et charges du rotor vers le mât. Le poids total de la nacelle (avec équipements internes) est d'environ 70 tonnes.

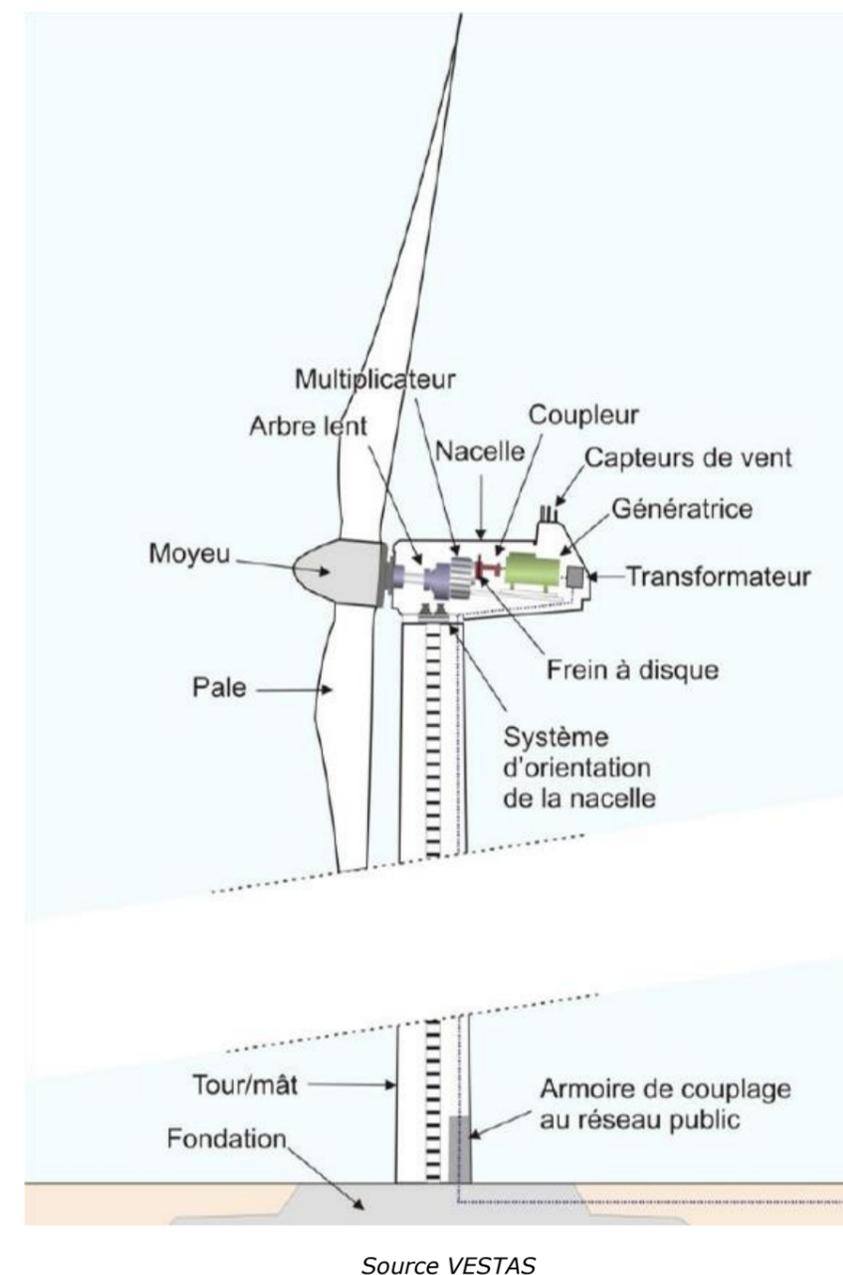
La couverture renforcée de la nacelle protège tous les composants de la pluie, de la poussière, du soleil, de la neige. La nacelle est équipée de fenêtre de toit permettant d'accéder à l'extérieur.

Figure 11 : Composants de la nacelle



4.3.1.4.1 La chaîne cinématique

Figure 12 : Schéma simplifié des éléments constitutifs d'une éolienne



Le système de refroidissement assure le refroidissement des principaux éléments de l'éolienne et sert également de support pour les balisages lumineux et les capteurs de vent. Ces capteurs à ultrasons et/ou mécaniques mesurent en permanence la vitesse et la direction du vent.

Une sonde de température extérieure est placée sous la nacelle et reliée au contrôle commande.

La nacelle n'est pas fixée de façon rigide au mât. Un système d'orientation permet à la nacelle de faire une rotation sur elle-même, ainsi le rotor peut se positionner dans la direction du vent.

Le système de contrôle des éoliennes optimise l'orientation de la nacelle en fonction de la direction et de la vitesse du vent mesurée. A partir d'une vitesse de 4 m/s, l'éolienne s'oriente face au vent et produit de l'électricité. Au-delà de 25 m/s, l'éolienne s'arrête de produire.

Les principaux équipements présents dans la nacelle sont présentés ci-dessus.

Le rotor est directement relié à un arbre de transmission appelé « arbre lent ». Cet arbre, qui tourne à la vitesse du rotor (9,6 à 17 tours par minute) est connecté au multiplicateur.

Le multiplicateur permet de multiplier la vitesse de rotation d'un facteur de l'ordre de 100, de telle sorte que la vitesse de sortie (« arbre rapide ») est d'environ 960 à 1700 tours par minute.

Le dispositif de transmission entre l'arbre rapide et la génératrice est un dispositif flexible, réalisé en matériau composite afin de compenser les éventuels défauts d'alignement mais surtout afin de constituer une zone de moindre résistance et de pouvoir rompre en cas de blocage d'un des deux équipements.

Sur l'arbre rapide du multiplicateur est monté un disque de frein, à commande hydraulique, utilisé pour l'arrêt de la turbine en cas d'urgence.

### 4.3.1.4.2 Générateur et transformateur

Les éoliennes sont équipées d'un système générateur/transformateur fonctionnant à vitesse variable (et donc à puissance mécanique fluctuante).

Le générateur, de type asynchrone, convertit l'énergie mécanique en énergie électrique. Il délivre deux niveaux de tension différents (690 V et 480 V en courant alternatif) qui sont dirigés vers le transformateur élévateur de tension.

Un dispositif de contrôle permet de réguler le fonctionnement du générateur (contrôle de la puissance injectée dans le générateur et de celle injectée dans le réseau en fonction des régimes de marche, basculement régime étoile-triangle, contrôle de la qualité du courant produit...).

Le refroidissement du générateur est effectué par un système de circulation forcée d'air.

En sortie de générateur, les deux niveaux de tension (480 et 690 V) sont élevés jusqu'à 20 000 V par un transformateur sec. Le courant de sortie est régulé par des dispositifs électroniques de façon à pouvoir être compatible avec le réseau public. Le transformateur est localisé dans une pièce fermée à l'arrière de la nacelle.

Un câble relie ensuite la nacelle et les cellules de protection du réseau, disposées dans une armoire en partie basse du mât. Il s'agit de cellules à isolation gazeuse qui permettent une séparation électrique de l'éolienne par rapport aux autres machines du champ éolien en cas d'anomalie (court-circuit, surtension, défaut d'isolement...).

### 4.3.2 SECURITE DE L'INSTALLATION

Les éoliennes sont équipées de dispositifs de sécurité afin de détecter tout début de dysfonctionnement et de limiter les risques liés à ceux-ci.

Ci-dessous sont présentés succinctement les dispositifs de sécurité et de surveillance à mettre en place, ceux-ci étant repris plus en détail au chapitre 7.5.

- arrêt d'urgence,
- dispositif de freinage (frein aérodynamique principal et frein mécanique auxiliaire),
- protection de survitesse,
- protection contre la foudre,
- mise à la terre,
- surveillance des dysfonctionnements électriques,
- balisage aéronautique,
- détecteur de formation de glace,
- surveillance des vibrations et turbulences,
- surveillance des échauffements et températures,
- surveillance de pression et de niveau (+ système passif de rétention dans la nacelle),
- détection incendie,
- détection anti-intrusion,
- extincteurs,

- surveillance d'autres paramètres, inspections, opérations de maintenance.

### 4.3.3 OPERATIONS DE MAINTENANCE

Les personnels intervenant sur les éoliennes, tant pour leur montage, que pour leur maintenance, sont des personnels formés au poste de travail et informés des risques présentés par l'activité.

Toutes les interventions (pour montage, maintenance, contrôles) font l'objet de procédures qui définissent les tâches à réaliser, les équipements d'intervention à utiliser et les mesures à mettre en place pour limiter les risques d'accidents. Des check-lists sont établies afin d'assurer la traçabilité des opérations effectuées.

Au cours de l'exploitation de l'éolienne, des opérations de maintenance périodiques sont programmées :

- Les premières opérations ont lieu au bout de 3 mois de fonctionnement pour vérifier la présence et l'état des équipements de sécurité et le bon fonctionnement de ceux-ci,
- puis tous les 6 mois, certaines des opérations sont renouvelées et des opérations supplémentaires sont effectuées, notamment pour le contrôle de la pression des circuits et le contrôle des capteurs de vents,
- d'autres contrôles complémentaires ont lieu annuellement,
- enfin, d'autres opérations sont faites tous les 4 ans.

Les opérations de maintenance portent sur des vérifications et des contrôles visuels généraux sur les organes de l'éolienne tels que : pales, rotor, moyeu, multiplicateur, frein de sécurité, systèmes électriques, génératrice, etc.

Lors de ces contrôles, si des pièces défectueuses ou usées sont détectées, elles sont remplacées. Certaines pièces ou consommables sont par défaut remplacés périodiquement (liquide de refroidissement, batteries, flexibles sur circuit d'huile...).

Ces opérations de maintenance permettent de maintenir l'efficacité de ces détecteurs au cours du temps.

### 4.3.4 STOCKAGE DE PRODUITS DANGEREUX ET FLUX

**Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011, aucun produit dangereux ne sera stocké dans les éoliennes du parc éolien des Moulins de la Colonne.**

Il est à noter que les produits présents en phase d'exploitation (huile hydraulique, huile de lubrification des transformateurs, graisses, eau glycolée, hexafluorure de soufre) ne sont pas considérés comme du stockage dans la mesure où ils sont intégrés à la machine et sont nécessaires à son bon fonctionnement. La synthèse des produits présents dans les installations est donnée dans le chapitre 4.5.

Aucun produit n'est stocké dans les machines :

- ni les produits d'entretien / de nettoyage de tout ou partie de la machine elle-même ou des outils nécessaires à la maintenance,
- ni les produits employés pour les maintenances,
- ni les déchets issus de la maintenance (même dans le cas où une maintenance dure plusieurs jours).

Quelle que soit la situation, l'ensemble des produits employés pour la maintenance ainsi que les éventuels déchets dangereux générés par le travail effectué sont remportés par les équipes intervenantes et ne sont jamais laissés en machine.

Les substances ou produits chimiques mis en œuvre dans l'installation sont limités.

### 4.4 IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS

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

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

### 4.5 POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS

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

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

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

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

#### 4.5.1 LES PRODUITS ENTRANTS

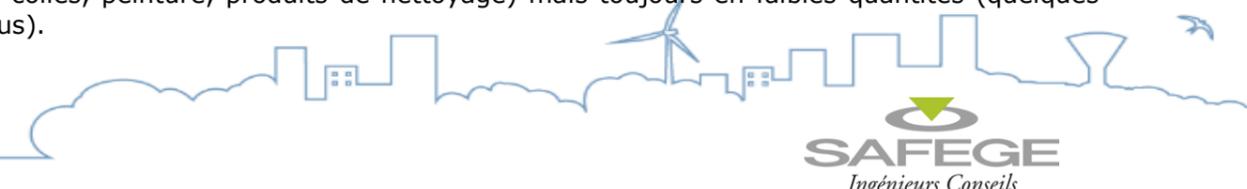
Les seuls produits présents en phase d'exploitation sont listés dans le tableau suivant.

Tableau 7 : Potentiels de dangers liés aux produits

Produit présent sur le site	Propriété physique	Catégorie de risque	Toxicité	Potentiels de dangers
<b>Huiles</b>	Huiles pour graissage nécessaire au fonctionnement des multiplicateurs : lubrifiants de synthèse avec additifs. Liquide de couleur ambre Densité = 0,86 Point d'ébullition > 316°C Point éclair = 205°C Tension de vapeur < 0,013 kPa à 20°C	-	Ce produit n'est pas classé dangereux au sens des directives 1999/45/CE ou 67/548/CEE.  Toutefois, une exposition excessive peut conduire à une irritation des voies respiratoires, des yeux ou de la peau.	Les huiles sont des produits liquides non inflammables.  Néanmoins, ce sont des produits combustibles qui sous l'effet d'une flamme ou d'un point chaud intense peuvent développer et entretenir un incendie.

Produit présent sur le site	Propriété physique	Catégorie de risque	Toxicité	Potentiels de dangers
<b>Graisses</b>	Graisses servant à la lubrification des différents engrenages : graisses synthétiques multiservice avec lubrifiants et additifs.  Densité = entre 0,8 et 0,9 Viscosité à 40°C = 460 mm²/s Viscosité à 100°C = 42 mm²/s	-	Ce produit n'est pas classé dangereux au sens des directives 1999/45/CE ou 67/548/CEE.	En cas de déversement, peut générer un risque de pollution des sols ou des eaux.  Les graisses sont des produits non inflammables.  Néanmoins, ce sont des produits combustibles qui sous l'effet d'une flamme ou d'un point chaud intense peuvent développer et entretenir un incendie.  En cas de déversement, peut générer un risque de pollution des sols ou des eaux.
<b>Eau glycolée</b>	Mélange d'eau et d'éthylène glycol utilisé comme liquide de refroidissement.  Liquide visqueux incolore, sans odeur, avec un goût sucré.  Point d'ébullition = 198°C  Point éclair = 111°C  Pression de vapeur saturante = 7 Pa	Xn = nocif  R22 : nocif en cas d'ingestion	Nocif en cas d'ingestion	Peu inflammable à l'état liquide.  L'éthylène glycol peut se montrer explosif à l'état gazeux.
<b>Hexafluorure de soufre SF6</b>	Le SF6 est un gaz utilisé comme milieu isolant pour les cellules de protection électrique.  Gaz incolore, inodore, plus lourd que l'air et pratiquement insoluble dans l'eau.  D = 5,11  Tension de vapeur = 2308 kPa à 21°C	-	Vis à vis de l'environnement, le SF6 possède un potentiel de réchauffement global (gaz à effet de serre) très important.  Risque d'asphyxie à haute concentration	Produit ininflammable et inexplorable.

Pour remarque, d'autres produits peuvent être utilisés lors des phases de maintenance (lubrifiants, décapants, colles, peinture, produits de nettoyage) mais toujours en faibles quantités (quelques litres au plus).



4.5.2 LES PRODUITS SORTANTS

Les produits sortants correspondent à l'ensemble des produits utilisés et évacués lors des opérations de maintenance sur l'éolienne. Par conséquent, ce sont les mêmes produits que les produits entrants, mais sous formes d'excédents ou de déchets (huiles usagées...).

De ce fait, les potentiels de dangers liés aux produits sortants sont les mêmes que ceux des produits entrants, notamment le caractère combustible des huiles et graisses contenues dans l'éolienne, qui peuvent être impliqués dans les incendies d'éoliennes.

En remarque, pour quelque opération de maintenance que ce soit :

- les excédents sont systématiquement remportés par les équipes en fin de journée (que la maintenance soit terminée ou non) afin d'être stockés dans les centres de façon appropriée en vue de leur élimination selon la réglementation,
- les pièces défectueuses remplacées sont également remportées par les équipes afin d'être stockées dans les centres de façon appropriée en vue de leur élimination selon la réglementation,
- les déchets dangereux (chiffons souillés, contenants vides...) générés lors des maintenances sont systématiquement remportés par les équipes en fin de journée afin d'être stockés dans les centres de façon appropriée en vue de leur élimination selon la réglementation.

Par ailleurs, un nettoyage minutieux de la machine est opéré après chaque maintenance afin de s'assurer qu'aucun produit/déchet ne reste dans la machine lors du départ des équipes.

Il est à noter que l'huile, notamment celle du multiplicateur, est remplacée régulièrement (tous les 3/4 ans ou après une analyse d'huile). L'huile usagée est récupérée par un véhicule de pompage spécialisé directement dans le multiplicateur. L'huile neuve est injectée de la même manière.

L'huile récupérée est ensuite transportée :

- soit directement en centre de traitement de filtrage / retraitement / élimination agréés au regard de la réglementation applicable,
- soit directement dans le centre de maintenance en vue de sa prise en charge et de son filtrage / retraitement / élimination selon des filières agréées au regard de la réglementation applicable.

4.6 POTENTIELS DE DANGERS LIES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien des Moulins de Cologne sont de cinq types :

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

Ces dangers potentiels sont recensés dans le tableau suivant :

Tableau 8 : Potentiels de dangers liés aux installations

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

4.7 REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE

4.7.1 PRINCIPALES ACTIONS PREVENTIVES

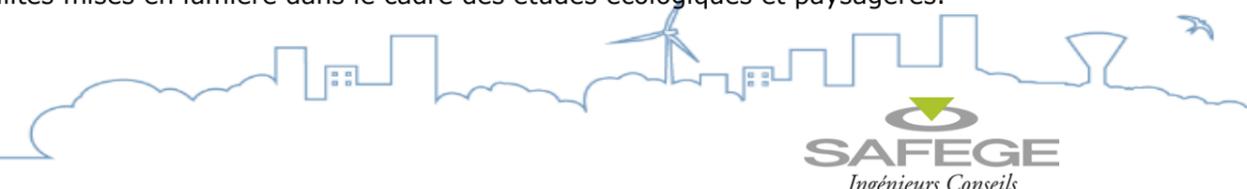
Cette partie explique les choix qui ont été effectués au cours de la conception du projet pour réduire les potentiels de danger identifiés et garantir une sécurité optimale de l'installation.

Choix de l'emplacement

Le projet concerne l'implantation d'un nouveau parc éolien comptant 7 éoliennes. Il se trouve sur des parcelles agricoles situées dans un paysage de plateau agricole ouvert à l'écart des bourgs des communes de Cartigny et d'Hancourt intéressant directement les implantations des éoliennes prévues. Les parcelles sont de grandes tailles, de type openfield, avec quelques haies et bois.

Le choix de cet emplacement a été réalisé sur la base de différentes contraintes liées à l'exploitation du site :

- Éloignement par rapport aux habitations, infrastructures et ressources naturelles,
- Des différentes contraintes et servitudes,
- Sensibilités mises en lumière dans le cadre des études écologiques et paysagères.



Les différentes étapes du choix du site ainsi que les variantes étudiées sont détaillées dans le dossier administratif et technique.

Les nouvelles éoliennes seront reliées à 2 postes de livraison placés à proximité du réseau électrique existant.

#### **Choix des caractéristiques des éoliennes**

Le choix des éoliennes qui seront installées sur le site des Moulins de la Cologne n'est pas totalement arrêté. Compte tenu des modèles envisagés parmi les constructeurs de machines existants, les machines qui seront mise en place seront de type Vestas V117, Nordex N117 ou Senvion M114, du fait :

- de la configuration du site éolien, la puissance unitaire des machines est comprise entre 3 et 3,4 MW,
- des résultats des simulations d'impact acoustique réalisées sur la base des différents types de machines disponibles et retenues.

#### **4.7.2 UTILISATION DES MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES – DIRECTIVE IED**

La directive 2010/75/UE du 24 novembre 2012 relative aux émissions industrielles, dite directive IED, correspond à une évolution de la directive relative à la prévention et à la réduction intégrée de la pollution (IPPC). La date de transposition a été fixée au 7 janvier 2013, date à partir de laquelle ses dispositions rentrent en application.

Les dispositions générales de la directive ont été transposées dans le droit français, et en particulier dans le code de l'environnement, section 8, à travers le décret n°2013-374 du 2 mai 2013.

Ainsi, les installations IED qui établissent une demande d'autorisation d'exploiter doivent apporter des compléments dans l'étude d'impact portant sur les Meilleurs Techniques Disponibles (MTD), et en particulier,

1° Une comparaison du fonctionnement (et en particulier le positionnement des niveaux de rejets) de l'installation avec les MTD décrites dans les conclusions sur les MTD lorsqu'elles sont disponibles.

2° Une évaluation technico-économique (coût / bénéfice pour l'environnement) relative à une éventuelle demande de dérogation aux respects des Valeurs Limites d'Émission associées aux MTD.

3° Un rapport de base lorsque l'activité implique l'utilisation, la production ou le rejet de substances ou de mélanges dangereux pertinents classés CLP.

Les installations éoliennes, ne consomment pas de matières premières et ne sont pas à l'origine d'émissions dans l'air ou dans l'eau. **Elles ne relèvent pas d'une des rubriques de 3000 à 3710, elles ne sont donc pas soumises à la directive IED**

## **5 ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE**

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

L'analyse des retours d'expérience vise donc ici à faire émerger des typologies d'accident rencontrés tant au niveau national qu'international. Ces typologies apportent un éclairage sur les scénarios les plus rencontrés. D'autres informations sont également utilisées dans le chapitre 8 pour l'analyse détaillée des risques.

### **5.1 INVENTAIRES DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE**

Un inventaire des incidents et accidents en France a été réalisé afin d'identifier les principaux phénomènes dangereux potentiels pouvant affecter l'implantation du parc éolien des Moulins de Cologne. Cet inventaire se base sur le retour d'expérience de la filière éolienne tel que présenté dans le guide technique de conduite de l'étude de dangers (mars 2012).

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

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

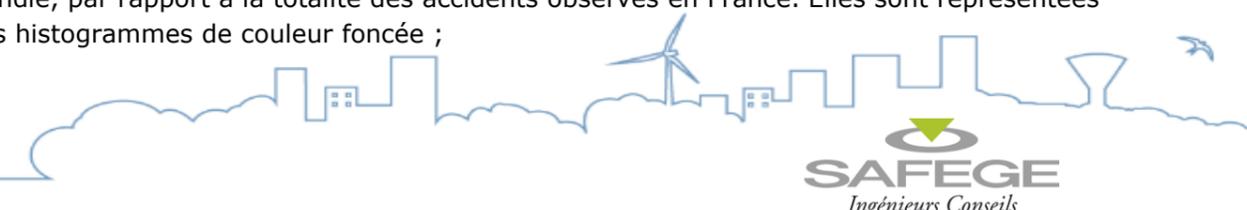
Dans le cadre de ce recensement, il n'a pas été réalisé d'enquête exhaustive directe auprès des exploitants de parcs éoliens français. Cette démarche pourrait augmenter le nombre d'incidents recensés, mais cela concernerait essentiellement les incidents les moins graves.

Dans l'état actuel, la base de données élaborée par le groupe de travail de SER/FEE ayant élaboré le guide technique d'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens apparaît comme représentative des incidents majeurs ayant affecté le parc éolien français depuis l'année 2000. L'ensemble de ces sources permet d'arriver à un inventaire aussi complet que possible des incidents survenus en France. Un total de 37 incidents a pu être recensé entre 2000 et début 2012 (voir tableau détaillé en annexe 1). Ce tableau de travail a été validé par les membres du groupe de travail précédemment mentionné.

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

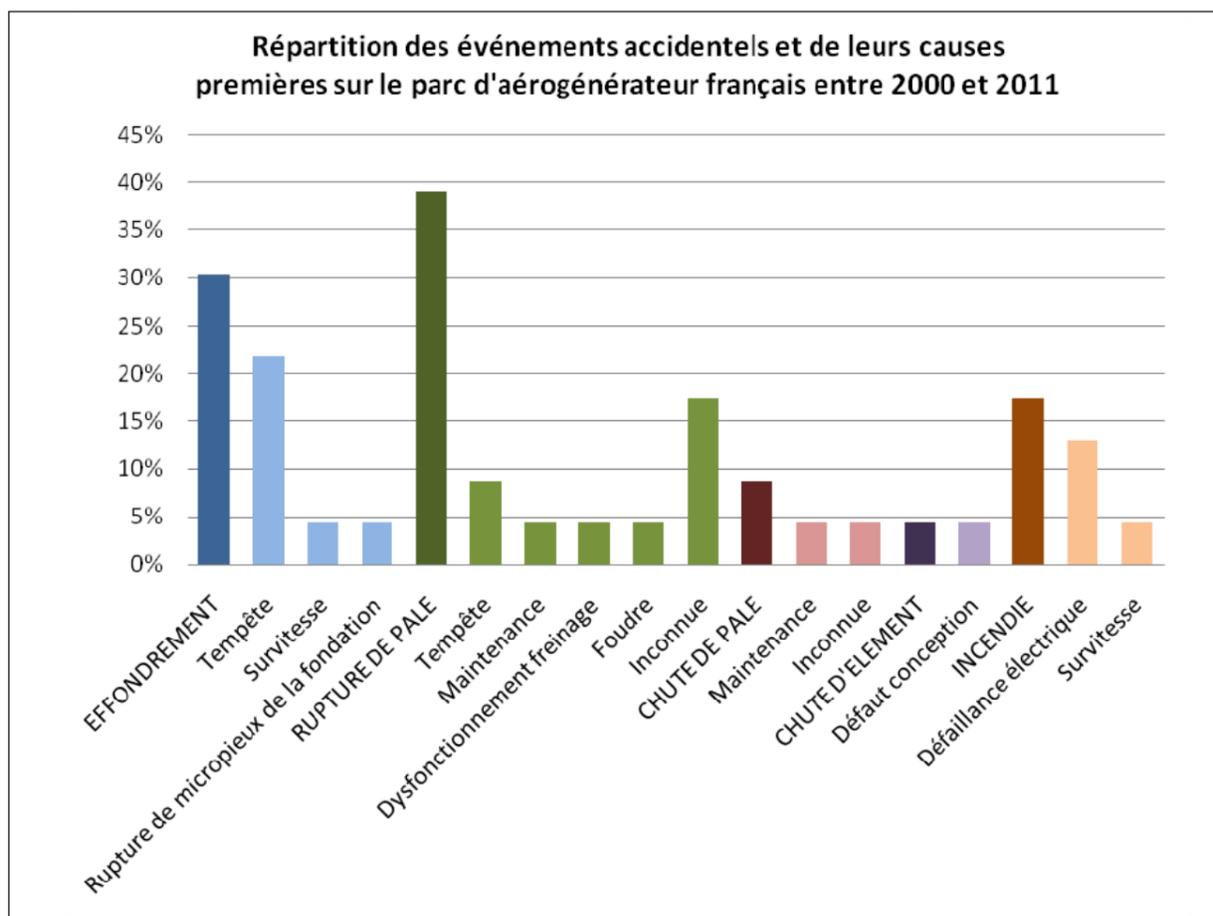
Le graphique suivant montre la répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateur français entre 2000 et 2011. Cette synthèse exclut les accidents du travail (maintenance, chantier de construction, etc.) et les événements qui n'ont pas conduit à des effets sur les zones autour des aérogénérateurs. Dans ce graphique sont présentés :

- La répartition des événements effondrement, rupture de pale, chute de pale, chute d'éléments et incendie, par rapport à la totalité des accidents observés en France. Elles sont représentées par des histogrammes de couleur foncée ;



■ La répartition des causes premières pour chacun des événements décrits ci-dessus. Celle-ci est donnée par rapport à la totalité des accidents observés en France. Elles sont représentées par des histogrammes de couleur claire.

Figure 13 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes



Par ordre d'importance, les accidents les plus recensés sont les ruptures de pale, les effondrements, les incendies, les chutes de pale et les chutes des autres éléments de l'éolienne. La principale cause de ces accidents est les tempêtes.

Depuis le dernier recensement donné dans le guide technique d'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens (INERIS-Syndicat des énergies renouvelables-France Energie Eolienne – mai 2012), un accident est survenu sur un parc éolien en France en mai 2012 (interrogation du BARPI sur la période mars 2012-mars 2013) dans le département de l'Eure-et-Loir.

Il s'agit d'une chute de pale due à la corrosion au niveau du roulement reliant pale et hub. Cet accident n'a été à l'origine d'aucune conséquence humaine.

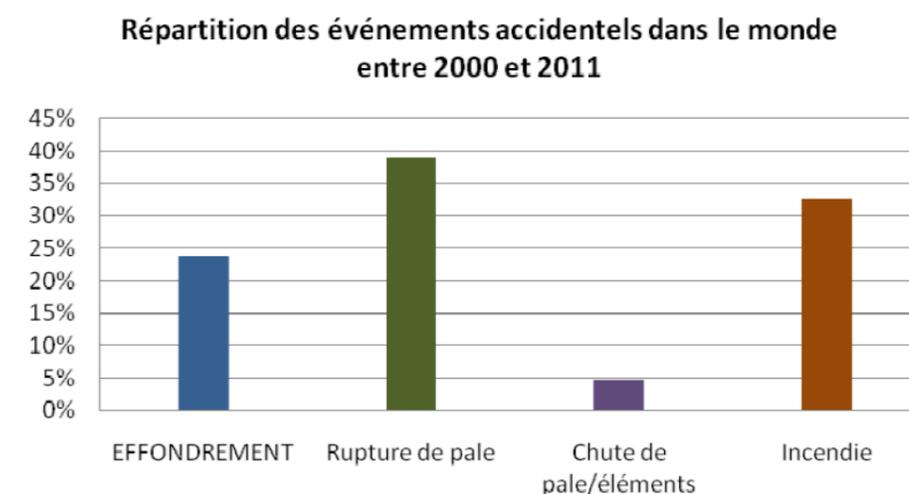
## 5.2 INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS A L'INTERNATIONAL

Un inventaire des incidents et accidents à l'international a également été réalisé. Il se base lui aussi sur le retour d'expérience de la filière éolienne fin 2010.

La synthèse ci-dessous provient de l'analyse de la base de données réalisée par l'association Caithness Wind Information Forum (CWIF). Sur les 994 accidents décrits dans la base de données au moment de sa consultation par le groupe de travail précédemment mentionné, seuls 236 sont considérés comme des « accidents majeurs ». Les autres concernant plutôt des accidents du travail, des presque-accidents, des incidents, etc. et ne sont donc pas pris en compte dans l'analyse suivante.

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

Figure 14 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes



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

Figure 15 : Répartition des causes premières d'effondrement

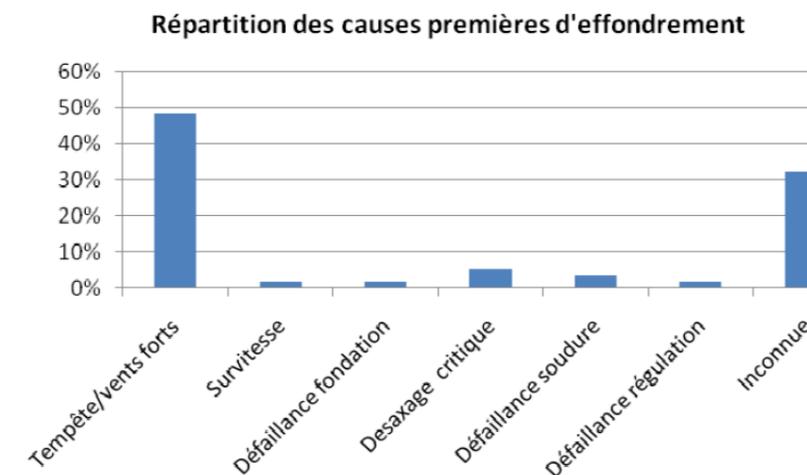


Figure 16 : Répartition des causes premières de rupture de pale

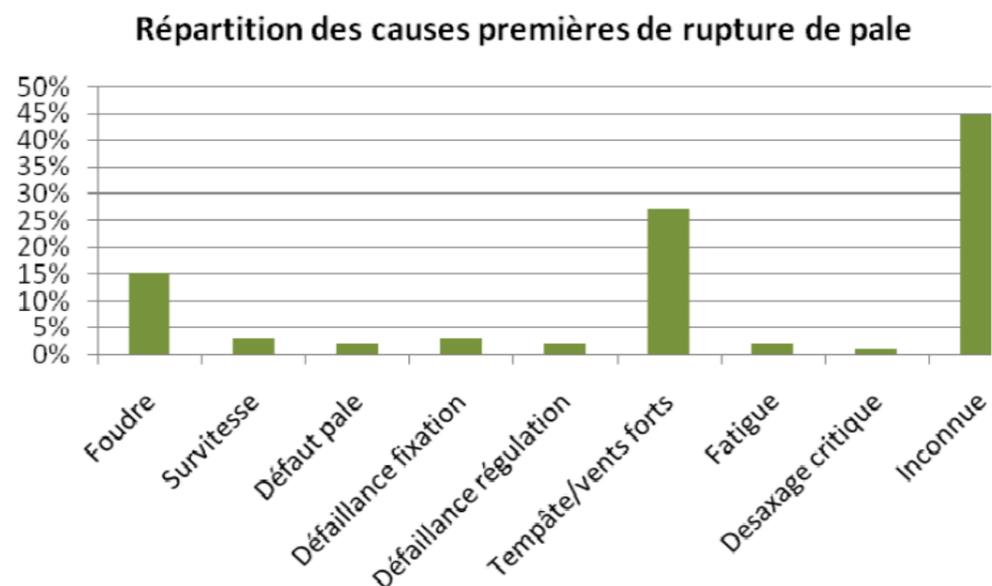
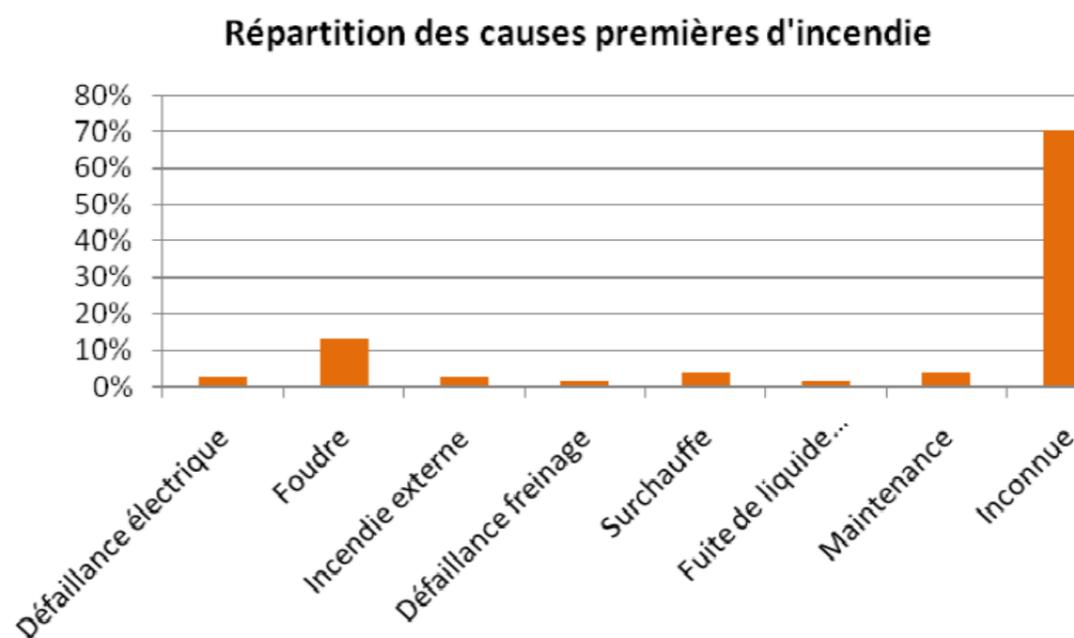


Figure 17 : Répartition des causes premières d'incendie



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

### 5.3 INVENTAIRE DES ACCIDENTS MAJEURS SURVENUS SUR LES SITES DE L'EXPLOITANT

L'inventaire des accidents majeurs survenus sur les sites de l'exploitant est à réaliser uniquement en cas d'extension d'une installation existante ou de révision de l'étude de dangers.

L'inventaire des incidents survenus sur des installations similaires exploitées par la société Eurowatt est donné dans le tableau suivant.

Les principales causes des incidents sont liés à :

- Des événements extérieurs (événement climatique, acte de malveillance),
- Des dysfonctionnements matériels.

Ces incidents n'ont pas eu de conséquences sur les personnes et ont fait l'objet de mesures correctives.

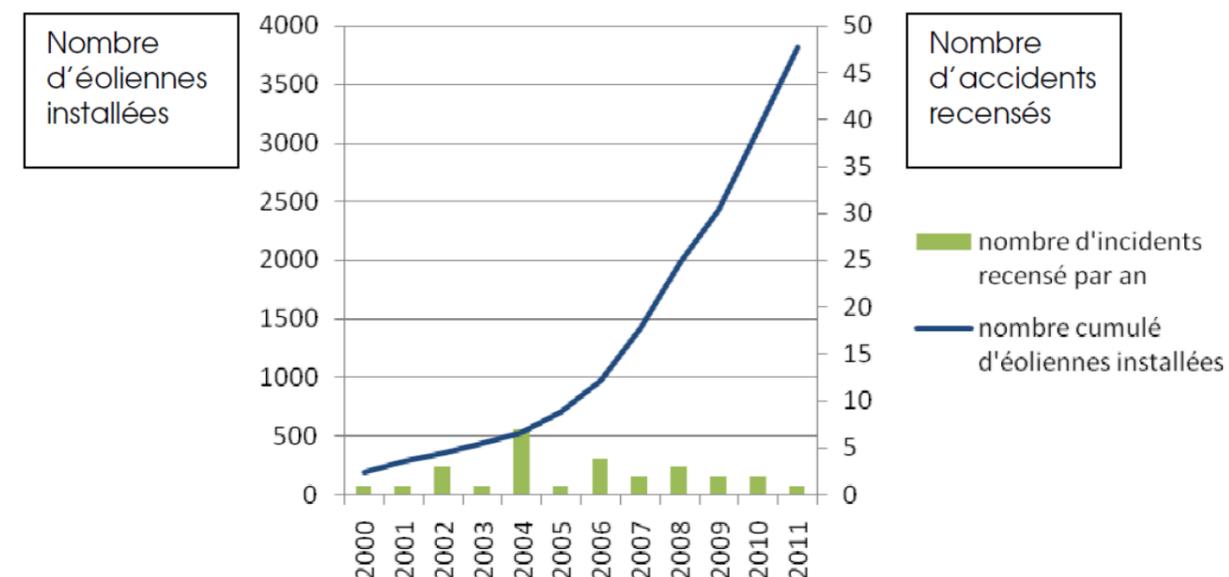
Tableau 9 : Sinistralité des installations en exploitation

ETATS DE LA SINISTRALITE DES INSTALLATIONS EN EXPLOITATIONS - Mise à jour du 04-11-2016						
Installations concernées	Description	Date de survenance	Modèle de Turbine	Causes du sinistre	Conséquences du sinistre	Mesures compensatoires
Parc Eolien d'Omissy	Rupture de têtes de câbles électriques haute tensions	26/06/2010	GAMESA G80 2MW	Courbure de têtes de câble haute tension trop importante provoquant un échauffement	Emanation de fumées et casse du matériel	Retrofit sur toutes les courbures de têtes de câble
Parc Eolien de Saint Léger	Transformateur Filtre Actif Hors service	26/11/2010	GAMESA G80 2MW et G52 0.85MW	Montage défectueux du composant provoquant une usure prématurée	Composant hors service empêchant l'injection du productible dans le réseau de ERDF	Campagne de vérification et mise en place d'actions correctives au cas par cas suivant les conclusions des vérifications
Parc Eolien de Chemin Blanc	Vol & dégradations sur chantier	8 au 9/03/2011	VESTAS V90 de 2MW	Arrêt de la surveillance du site de construction	Vol de câble électrique et endommagement des installations	Renforcement de la surveillance des sites de constructions par une entreprise spécialisée
Parc Eolien d'Omissy	Foudre sur pale	23/08/2011	GAMESA G80 2MW	Evènement climatique localisé	Endommagement d'une pale d'une éolienne nécessitant des réparations	Vérification du bon fonctionnement des systèmes de para foudre et de mise à la terre des installations



ETATS DE LA SINISTRALITE DES INSTALLATIONS EN EXPLOITATIONS - Mise à jour du 04-11-2016						
Installations concernées	Description	Date de survenance	Modèle de Turbine	Causes du sinistre	Conséquences du sinistre	Mesures compensatoires
Parc Eolien d'Omissy	Foudre sur pale	04/07/2012	GAMESA G80 2MW	Evènement climatique localisé	Casse de matériel électronique	Vérification du bon fonctionnement des systèmes de para foudre et de mise à la terre des installations
Parc Eolien du Paradis	Dégât sur matériel agricole	27/08/2012		Présence d'un objet métallique datant de la construction du parc éolien	Endommagement d'un matériel agricole	Vérification systématique post construction de la présence d'objet sur les terres cultivées aux abords des éoliennes
Parc Eolien Bois Clergeons	Présence d'huile à l'extérieur du fut sous la nacelle.	28/05/2016	NORDEX N90	Défaillance sur un raccord du circuit de refroidissement de l'huile de boîte de vitesse.	Aucune contamination du sol. La fuite a été contenue par des absorbeurs posés en pied de machine.	Campagne de remplacement des raccords du circuit de refroidissement de l'huile de boîte de vitesse

Figure 18 : Évolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées



## 5.4 SYNTHÈSE DES PHÉNOMÈNES DANGEREUX REDOUTÉS ISSUS DU RETOUR D'EXPERIENCE

### 5.4.1 ANALYSE DE L'ÉVOLUTION DES ACCIDENTS EN FRANCE

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

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

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

### 5.4.2 ANALYSE DES TYPOLOGIES D'ACCIDENTS LES PLUS FREQUENTS

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

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

Les conséquences de tels sinistres sont diverses :

- Émissions de fumées provoquant de légères intoxications/gênes (cas d'un incendie de nacelle),
- Arrêt de la circulation routière dans le voisinage,
- Dégâts matériels importants,
- Blessures ou brûlures corporelles.



5.4.3 ENSEIGNEMENTS TIRES

Les mesures de réduction du risque, des sinistres issus de l'accidentologie sur des parcs éoliens, à mettre en place sont présentées de manière synthétique dans le tableau suivant :

Tableau 10 : Mesures compensatoires

Événements	Mesures pour réduire le risque sur l'unité
<b>Survitesse de la turbine</b>	Capteur de vitesse de vent alarmé avec arrêt par le système de conduite pour des vents supérieurs à 25 m/s (mise en drapeau de la turbine) Arrêt sur survitesse du rotor par le système de sécurité (VOG)
<b>Effondrement</b>	Étude préalable de sol Calcul des fondations selon les normes en vigueur Contrôle des calculs et des travaux
<b>Incendie</b>	Capteurs de température avec alarmes et mise à l'arrêt du rotor Alarme des niveaux et pressions sur les circuits hydrauliques Vérification périodique des organes de sécurité DéTECTEURS de fumées dans la nacelle et au pied de la tour à proximité des armoires électriques Protection foudre DéTECTEUR d'arc électrique dans les armoires électriques avec mise hors tension des machines.
<b>Rupture de pale</b>	Choix des matériaux adaptés aux contraintes Essais de résistance et de fatigue sur séries prototypes avec validation par une société de contrôle - Contrôles lors de la fabrication Protection foudre DéTECTEUR de vent fort
<b>Formation de glace</b>	Système de monitoring avec code spécifique d'arrêt de l'installation en cas de corrélation de plusieurs facteurs susceptibles d'être à l'origine de la formation de glace ( détecteur de température, de balourd et instruments météorologiques.
<b>Collision</b>	Luminaire d'aviation sur chaque turbine

6 ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

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

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

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

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

- Chute de météorite,
- Chute d'avion, la zone du projet se situant à plus de 2000 m de distance d'un aéroport ou aérodrome,
- Rupture de barrage de classe A ou B au sens de l'article R. 214-112 du code de l'environnement ou d'une digue de classe A, B ou C au sens de l'article R. 214-113 de ce même code,
- Événements climatiques d'intensité supérieure aux événements historiquement connus ou prévisibles pouvant affecter l'installation, selon les règles en vigueur,
- Crues d'amplitude supérieure à la crue de référence, selon les règles en vigueur,
- Séisme d'amplitude supérieure aux séismes maximums de référence éventuellement corrigés de facteurs, tels que définis par la réglementation applicable aux installations classées considérées,
- Actes de malveillance.

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

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

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



## 6.2 RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES

### 6.2.1 AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX ACTIVITES HUMAINES

Le tableau ci-dessous synthétise les principales agressions externes liées aux activités humaines et leur éloignement par rapport aux éoliennes. Il est à noter que les activités humaines recensées en dehors du périmètre mentionné dans le tableau ne sont plus considérées comme étant un agresseur potentiel.

Tableau 11 : Synthèse des principales agressions externes liées aux activités humaines

Infrastructure	Fonction	Événement redouté	Dangers potentiel	Périmètre	Distance par rapport au mât des éoliennes
<b>Autoroute</b>	Transport	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Énergie cinétique des véhicules et flux thermiques	200 m	toutes les éoliennes > 500 m
<b>RD 15, 87, 88, 194</b>					
<b>Ligne ferroviaire</b>	Transport ferroviaire	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs wagons	Énergie cinétique des wagons et flux thermiques	200 m	toutes les éoliennes > 8 km
<b>Aérodrome</b>	Transport aérien	Chute d'aéronef	Énergie cinétique de l'aéronef, flux thermiques	2 000 m	> 5 km
<b>Ligne HT</b>	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtension	200 m	> 800 m
<b>Installations ICPE</b>	Activité industrielle	Accident générant des zones d'effet à l'extérieur du site	Effets dominos	200 m	> 500 m
<b>Parc éolien</b>	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Énergie cinétique des éléments projetés	500 m	toutes les éoliennes > 500 m

Pour information, on notera sur la zone d'étude la présence de voiries circulées (voies non structurantes, à faible trafic) assurant la desserte locale ; quelques éoliennes sont positionnées à proximité de certaines d'entre elles (E5, E6 et E7, à une distance comprise entre 335 m et 930 m).

Egalement, le passage d'une ligne électrique aérienne Moyenne Tension est répertorié sur la zone d'étude ; les éoliennes E5 et E6 sont respectivement à 450 et 200 m de ces lignes, les autres éoliennes étant toutes plus éloignées.

Au regard de la synthèse réalisée et des distances d'éloignement, aucun événement redouté n'est recensé.

### 6.2.2 AGRESSIONS EXTERNES LIEES AUX PHENOMENES NATURELS

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

Tableau 12 : Synthèse des principales agressions externes liées aux phénomènes naturels

Agression externe	Intensité
<b>Vents et tempête</b>	Les vents d'une intensité supérieurs à 8 m/s ne représentent que 3,5 % des vents mesurés dans le secteur. L'emplacement des éoliennes du parc des Moulins de la Cologne ne se situe pas dans une zone affectée par des cyclones tropicaux.
<b>Foudre</b>	Les aérogénérateurs respecteront les dispositions de la norme IEC 61 400-24.
<b>Glissement de sols/affaissement minier</b>	Il n'y a pas de PPR « mouvements de terrain » dans la zone d'étude. Les indices de cavités souterraines répertoriés sur le secteur sont éloignés des emplacements retenus pour les éoliennes (le plus proche se trouve à 900m de E6). Les risques d'érosion des sols au droit des sites mêmes retenus pour l'implantation des éoliennes peuvent être qualifiés de faibles. le site du projet se place dans une zone présentant de faibles aléas concernant les phénomènes de gonflement et de retrait des argiles.
<b>Séisme</b>	Le secteur d'étude est situé en zone 1 définie comme une « zone de sismicité très faible ».
<b>Inondation/remontée de nappe</b>	Aucun PPR « Inondation » ou « remontée de nappe » ne concerne la zone d'implantation du projet. La zone d'implantation se place à l'écart des sites concernés par les phénomènes de ruissellement importants qui concernent les fonds de thalwegs et de vallées (Cologne notamment). La nappe est à une profondeur de l'ordre de 40 m au droit du site en écartant tout risque de remontée de nappe.
<b>Incendies de forêt</b>	Le voisinage proche des éoliennes est constitué de terrains agricoles, et il n'y a donc pas de forêts proches (zones boisées > 200 m)

Le cas spécifique des effets directs de la foudre et du risque de « tension de pas » n'est pas traité dans l'analyse des risques et dans l'étude détaillée des risques dès lors qu'il est vérifié que la norme IEC 61 400-24 (Juin 2010) ou la norme EN 62 305-3 (Décembre 2006) est respectée. Ces conditions sont reprises dans la fonction de sécurité n°6 ci-après.

En ce qui concerne la foudre, on considère que le respect des normes rend le risque d'effet direct de la foudre négligeable (risque électrique, risque d'incendie, etc.). En effet, le système de mise à la terre permet d'évacuer l'intégralité du courant de foudre. Cependant, les conséquences indirectes de la foudre, comme la possible fragilisation progressive de la pale, sont prises en compte dans les scénarios de rupture de pale.

### 6.3 SCENARIOS ETUDIES DANS L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

#### 6.3.1 METHODOLOGIE

L'analyse préliminaire des risques est une analyse exhaustive de l'installation, découpée en sous-ensembles de fonctionnement. Elle est présentée sous la forme d'un tableau construit de la manière suivante :

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

Tableau 13 : Entête tableau APR

N°	Évènement initiateur	Évènement redouté central	Phénomène dangereux	I <sup>1</sup>	Mesures de prévention / de protection
----	----------------------	---------------------------	---------------------	----------------	---------------------------------------

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

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

#### 6.3.2 TABLEAUX DE RESULTATS

L'analyse préliminaire a été réalisée en fonction du découpage fonctionnel défini précédemment :

- les fondations,
- le mât,
- le rotor et les pales,
- la nacelle (contenant la chaîne cinématique et la génératrice),
- le poste de transformation (ou système de couplage vers le réseau électrique comprenant le transformateur ainsi que les cellules de protection).

Cette analyse est reportée dans le tableau placé aux pages suivantes.

<sup>1</sup> Intensité

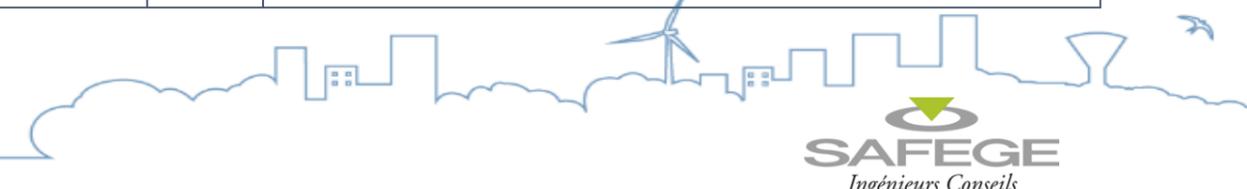


Tableau 14 : Résultats de l'Analyse Préliminaire des risques

N°	Événement initiateur	Événement redouté	Phénomène dangereux	I	Mesures de prévention et de protection
<b>Fondation</b>					
1	<p><u>Erreurs humaines</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>défaut de conception</li> <li>erreur de calcul des fondations</li> </ul> <p><u>Effets dominos d'autres installations</u></p>	Instabilité / fragilisation des fondations	Effondrement de l'éolienne	2	<p><b>Fonction de sécurité n°9</b> Prévenir les défauts de stabilité et d'assemblage de l'éolienne (construction – exploitation)</p>
2	<p><u>Phénomènes naturels</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>vents forts</li> <li>tempête</li> </ul>	Instabilité / fragilisation des fondations	Effondrement de l'éolienne	2	<p><b>Fonction de sécurité n°9</b> Prévenir les défauts de stabilité et d'assemblage de l'éolienne (construction – exploitation)</p> <p><b>Fonction de sécurité n° 11</b> Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort</p>
3	<p><u>Phénomènes naturels</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>présence de cavités souterraines,</li> <li>mouvement de terrain,</li> <li>séisme</li> <li>glissement de sol</li> </ul>	<p>Instabilité / fragilisation des fondations</p> <p>Instabilité du terrain</p>	Effondrement de l'éolienne	2	<p><b>Fonction de sécurité n°9</b> Prévenir les défauts de stabilité et d'assemblage de l'éolienne (construction – exploitation)</p>
<b>Mât</b>					
4	<p><u>Défaillances matérielles</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>défaut de conception,</li> <li>usure,</li> <li>pièce défectueuse,</li> <li>désaxage critique du rotor</li> <li>fatigue du mât</li> <li>survitesse</li> <li>effondrement engins de levage travaux,</li> </ul>	<p>Instabilité / Fragilisation du mât /</p> <p>Impact pale-mât</p>	Effondrement de tout ou partie de l'éolienne	2	<p><b>Fonction de sécurité n°4</b> Prévenir la survitesse</p> <p><b>Fonction de sécurité n°9</b> Prévenir les défauts de stabilité et d'assemblage de l'éolienne (construction – exploitation)</p>
5	<p><u>Phénomènes naturels</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>vents forts</li> <li>tempête</li> </ul>	Instabilité / fragilisation du mât	Effondrement de tout ou partie de l'éolienne	2	<p><b>Fonction de sécurité n°11</b> Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort</p>
<b>Pales/Rotor</b>					
6	<p><u>Phénomènes naturels</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>vents forts</li> <li>tempête</li> </ul>	Casse de certaines pièces	Chute de tout ou partie de pales	1	<p><b>Fonction de sécurité n°4</b> Prévenir la survitesse</p>
7		<p>Survitesse</p> <p>Contraintes trop importantes sur les pales</p>	Projection de tout ou partie de pales	2	<p><b>Fonction de sécurité n°11</b></p>

N°	Événement initiateur	Événement redouté	Phénomène dangereux	I	Mesures de prévention et de protection
					Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort
8	<u>Phénomènes naturels</u>	Fragilisation des pales	Chute de tout ou partie de pales	1	<b>Fonction de sécurité n°6</b> Prévenir les effets de la foudre
9	<ul style="list-style-type: none"> <li>Foudre</li> </ul>		Projection de tout ou partie de pales	2	
10	<u>Défaillances matérielles</u>	Rupture / casse des pales	Chute de tout ou partie de pales	1	<b>Fonction de sécurité n°9</b> Prévenir les défauts de stabilité et d'assemblage de l'éolienne (construction - exploitation)  <b>Fonction de sécurité n°10</b> Prévenir les erreurs de maintenance
11	<ul style="list-style-type: none"> <li>défaut de conception</li> <li>fatigue, usure, corrosion</li> <li>pièce défectueuse</li> </ul> <u>Erreurs humaines</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>erreur de maintenance/desserrage</li> <li>serrage inapproprié</li> </ul>		Projection de tout ou partie de pales	2	
12	<u>Phénomènes naturels</u>	Formation/accumulation de neige ou de glace sur les pales	Chute de neige ou de glace au pied de la machine	1	<b>Fonction de sécurité n°1</b> Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace  <b>Fonction de sécurité n°2</b> Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace
13	<u>Phénomènes naturels</u>	Formation de glace sur les pales	Projection de glace	2	
<b>Nacelle</b>					
14	<u>Défaillances matérielles</u>	Casse et/ou détachement de certaines pièces	Chute d'élément de l'éolienne (trappe, anémomètre, nacelle entière...)	1	<b>Fonction de sécurité n°9</b> Prévenir les défauts de stabilité et d'assemblage de l'éolienne (construction - exploitation)  <b>Fonction de sécurité n°10</b> Prévenir les erreurs de maintenance
	<ul style="list-style-type: none"> <li>défaut de conception</li> <li>défaut fixation nacelle/pivot central/mât</li> <li>défaillance fixation anémomètre</li> <li>usure pièce</li> <li>corrosion</li> </ul> <u>Erreurs humaines</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>erreur de maintenance/défaut de fixation</li> <li>serrage inapproprié</li> </ul>				
15	<u>Phénomènes naturels</u>	Casse de certaines pièces	Chute d'élément de l'éolienne (trappe, anémomètre, nacelle entière...)	1	<b>Fonction de sécurité n°11</b> Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort

16		Départ de feu suite à une survitesse	Incendie de tout ou partie de la nacelle Chute/projection d'éléments enflammés	1	<b>Fonction de sécurité n°4</b> <i>Prévenir la survitesse</i>  <b>Fonction de sécurité n°7</b> <i>Protection et intervention incendie</i>
17	<u>Phénomènes naturels</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>fortes pluies, humidité</li> <li>foudre,</li> <li>gel</li> <li>rongeurs</li> </ul> <u>Défaillances matérielles</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dysfonctionnement électrique</li> </ul>	Départ de feu suite à un court-circuit	Incendie de tout ou partie de la nacelle Chute/projection d'éléments enflammés	1	<b>Fonction de sécurité n°5</b> <i>Prévenir les courts-circuits</i>  <b>Fonction de sécurité n°7</b> <i>Protection et intervention incendie</i>
18	<u>Défaillances matérielles</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>défaut de conception,</li> <li>défaut de maintenance,</li> <li>désaxage de la génératrice,</li> <li>survitesse</li> <li>défaillance du multiplicateur,</li> <li>usure, corrosion</li> <li>pièce défectueuse,</li> <li>défaut de lubrification.</li> </ul>	Départ de feu suite à échauffement des parties mécaniques	Incendie de tout ou partie de la nacelle Chute/projection d'éléments enflammés	1	<b>Fonction de sécurité n°4</b> <i>Prévenir la survitesse</i>  <b>Fonction de sécurité n°3</b> <i>Prévenir l'échauffement significatif de pièces mécaniques</i>  <b>Fonction de sécurité n°7</b> <i>Protection et intervention incendie</i>  <b>Fonction de sécurité n°10</b> <i>Prévenir les erreurs de maintenance</i>
19	<u>Défaillances matérielles</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>défaillance d'un joint</li> <li>pièce défectueuse</li> <li>défaut de conception</li> </ul> <u>Erreurs humaines</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>renversement de fluides lors d'opération de maintenance</li> </ul>	Fuite système de lubrification Fuite convertisseur Fuite transformateur	- Épanchage d'huile dans la nacelle et/ou hors de la nacelle - Pollution environnement : infiltration d'huile dans le sol	1	<b>Fonction de sécurité n°8</b> <i>Prévention et rétention des fuites</i>  système de rétention passif dans la nacelle
20	<u>Défaillances matérielles</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>défaillance d'un joint</li> <li>pièce défectueuse</li> <li>défaut de conception</li> </ul> <u>Erreurs humaines</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>renversement de fluides lors d'opération de maintenance</li> </ul>	Incendie de tout ou partie de l'installation	Incendie dans la nacelle Chute/projection d'éléments enflammés	1	<b>Fonction de sécurité n°5</b> <i>Prévenir les courts-circuits</i>  <b>Fonction de sécurité n°7</b> <i>Protection et intervention incendie</i>  <b>Fonction de sécurité n°8</b> <i>Prévention et rétention des fuites</i>



	+ <u>Présence d'une source d'ignition</u> : échauffement mécanique, apport d'une source d'inflammation				
<b>Poste de transformation</b>					
21	<u>Défaillance matérielle</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>dysfonctionnement électrique</li> </ul>	Départ de feu suite à un court-circuit	Incendie au poste de transformation	1	<b>Fonction de sécurité n°5</b> <i>Prévenir les courts-circuits</i>  <b>Fonction de sécurité n°7</b> <i>Protection et intervention incendie</i>



### 6.4 EFFETS DOMINOS

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

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

En ce qui concerne les accidents sur des aérogénérateurs qui conduiraient à des effets dominos sur d'autres installations, le paragraphe 1.2.2 de la circulaire du 10 mai 2010 précise : « [...] seuls les effets dominos générés par les fragments sur des installations et équipements proches ont vocation à être pris en compte dans l'étude de dangers [...]. Pour les effets de projection à une distance plus lointaine, l'état des connaissances scientifiques ne permet pas de disposer de prédictions suffisamment précises et crédibles de la description des phénomènes pour déterminer l'action publique ».

Le guide technique de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens propose de limiter l'évaluation de la probabilité d'impact d'un élément de l'aérogénérateur sur une autre installation ICPE lorsque celle-ci se situe dans un rayon de 100 m.

Dans le cadre du projet, aucune autre installation ICPE n'est recensée dans un rayon de 100 m autour du projet, les conséquences des effets dominos dans le cadre de la présente étude ne sont donc pas étudiées.

Pour mémoire, les Parcs éoliens existants ou autorisés, classé ICPE, se place à plus de 2,3 km du futur Parc des Moulins de Cologne (cf. infra). Une extension de ce parc est en projet à moins de 560 m de l'éolienne la plus proche.

### 6.5 MISE EN PLACE DES MESURES DE SECURITE

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

- **Fonction de sécurité** : Description de l'objectif de la ou des mesures de sécurité (empêcher, détecter, contrôler ou limiter) en relation avec un ou plusieurs événements conduisant à un accident majeur identifié dans l'analyse préliminaire des risques. Plusieurs mesures de sécurité peuvent assurer une même fonction de sécurité.
- **Numéro de la fonction de sécurité.**
- **Mesures de sécurité** : Identification des mesures assurant la fonction de sécurité concernée. Dans le cas de système instrumenté de sécurité (SIS), tous les éléments de la chaîne de sécurité sont présentés (détection + traitement de l'information + action).
- **Description** : Description de la mesure de maîtrise des risques.
- **Indépendance** : Niveau d'indépendance de la mesure de maîtrise des risques vis-à-vis des autres systèmes de sécurité (condition remplie ou non).
- **Temps de réponse** : Temps requis entre la sollicitation de la mesure de maîtrise des risques et l'exécution de la fonction de sécurité.
- **Efficacité** : Capacité de la mesure de maîtrise des risques à remplir la fonction de sécurité pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation (0 ou 100%).
- **Testabilité** : Tests réalisés sur les mesures de maîtrise des risques.
- **Maintenance** : Périodicité des contrôles permettant de vérifier la performance de la mesure maîtrise des risques dans le temps.

Conformément à l'article 15 de l'arrêté ministériel du 26 août 2011 :

- des essais permettant le fonctionnement correct des équipements de sécurité seront réalisés. Ces essais sont les suivants :

- ◆ Un arrêt,
- ◆ Un arrêt d'urgence,
- ◆ Un arrêt depuis un régime de survitesse ou de simulation de ce régime.

Une vérification de l'état fonctionnel des équipements de mise à l'arrêt cités ci-dessus seront réalisés au moins une fois par an.

Tableau 15 : Mesures de maîtrise des risques

n°1		Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace
<b>Mesures de sécurité</b>	de	Système de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur Procédure adéquate de redémarrage
<b>Description</b>		Système de monitoring avec code spécifique d'arrêt de l'installation en cas de corrélation de plusieurs facteurs susceptibles d'être à l'origine de la formation de glace ( détecteur de température, de balourd et instruments météorologiques).Le redémarrage peut ensuite se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site.
<b>Indépendance</b>		Non Les systèmes traditionnels s'appuient généralement sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc.
<b>Temps de réponse</b>		Quelques minutes (< 60 min), conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011.
<b>Efficacité</b>		100%
<b>Testabilité</b>		Tests menés par le concepteur au moment de la construction de l'éolienne
<b>Maintenance</b>		Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis maintenance curative en cas de dysfonctionnement de l'équipement
n°2		Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace
<b>Mesures de sécurité</b>	de	Panneautage en pied de machine Éloignement des zones habitées et fréquentées
<b>Description</b>		Mise en place de panneaux informant de la possible formation de glace en pied de machines (conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011)
<b>Indépendance</b>		Oui
<b>Temps de réponse</b>		Non concerné
<b>Efficacité</b>		100% Il est considéré que compte tenu de l'implantation des panneaux et de l'entretien prévu, l'information des promeneurs sera systématique.
<b>Testabilité</b>		Non concerné
<b>Maintenance</b>		Vérification de l'état général du panneau, de l'absence de détérioration, entretien de la végétation afin que le panneau reste visible



n°3	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques
<b>Mesures de sécurité</b>	Capteurs de température des pièces mécaniques Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarme Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement
<b>Description</b>	-
<b>Indépendance</b>	Oui
<b>Temps de réponse</b>	Non concerné
<b>Efficacité</b>	100%
<b>Testabilité</b>	/
<b>Maintenance</b>	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'arrêté du 26 août 2011. Maintenance curative en cas de dysfonctionnement de l'équipement.
n°4	Prévenir la survitesse
<b>Mesures de sécurité</b>	Détection de survitesse
<b>Description</b>	Système à sécurité positive auto-surveillé implanté sous le multiplicateur. Mise à l'arrêt de l'éolienne en cas de trop grande rotation (pales mises en position dite « drapeau »).
<b>Indépendance</b>	Oui
<b>Temps de réponse</b>	Temps de détection < 1 min
<b>Efficacité</b>	100%
<b>Testabilité</b>	Test d'arrêt simple, d'arrêt d'urgence et de la procédure d'arrêt en cas de survitesse avant la mise en service des aérogénérateurs conformément à l'article 15 de l'arrêté du 26 août 2011.
<b>Maintenance</b>	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Maintenance curative en cas de dysfonctionnement de l'équipement.

n°5	Prévenir les courts-circuits
<b>Mesures de sécurité</b>	Coupage de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique
<b>Description</b>	Les organes et armoires électriques de l'éolienne seront équipés d'organes de coupure et de protection adéquats et correctement dimensionnés. Tout fonctionnement anormal des composants électriques est suivi d'une coupure de la transmission électrique et à la transmission d'un signal d'alerte vers l'exploitant qui prend alors les mesures appropriées.
<b>Indépendance</b>	Oui
<b>Temps de réponse</b>	Temps de détection < 1 seconde
<b>Efficacité</b>	100%
<b>Testabilité</b>	Test d'arrêt simple, d'arrêt d'urgence et de la procédure d'arrêt en cas de survitesse avant la mise en service des aérogénérateurs conformément à l'article 15 de l'arrêté du 26 août 2011.
<b>Maintenance</b>	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Maintenance curative en cas de dysfonctionnement de l'équipement.
n°6	Prévenir les effets de la foudre
<b>Mesures de sécurité</b>	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur.
<b>Description</b>	Respect de la norme IEC 61 400 – 24 (juin 2010) Dispositif de capture + mise à la terre Parasurtenseurs sur les circuits électriques
<b>Indépendance</b>	Oui
<b>Temps de réponse</b>	Immédiat dispositif passif
<b>Efficacité</b>	100 %
<b>Testabilité</b>	/
<b>Maintenance</b>	Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre inclus dans les opérations de maintenance, conformément à l'article 9 de l'arrêté du 26 août 2011.



N°7		Protection et intervention incendie
<b>Mesures sécurité de</b>		Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle. Extincteurs Intervention des services de secours
<b>Description</b>		Détecteurs de fumée qui lors de leur déclenchement conduisent à la mise en arrêt de la machine et au découplage du réseau électrique. De manière concomitante, un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance. Les détecteurs de fumées seront placés dans la nacelle et au pied de la tour à proximité des armoires électriques. L'éolienne sera également équipée d'extincteurs qui peuvent être utilisés par les personnels d'intervention (cas d'un incendie se produisant en période de maintenance)
<b>Indépendance</b>		Oui
<b>Temps réponse de</b>		< 1 minute pour les détecteurs et l'enclenchement de l'alarme L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur. Le temps d'intervention des services de secours est quant à lui dépendant de la zone géographique.
<b>Efficacité</b>		100 %
<b>Testabilité</b>		/
<b>Maintenance</b>		Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Le matériel incendie (type extincteurs) sera contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur. Maintenance curative suite à une défaillance du matériel.
N°8		Prévention et rétention des fuites
<b>Mesures sécurité de</b>		Détecteurs de niveau et de pression d'huile Procédure d'urgence Kit antipollution
<b>Description</b>		Déclenchement d'une alarme et mise à l'arrêt du rotor sur détection d'une anomalie du niveau ou de pression d'huile. Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. Dans tous les cas, le transfert des huiles s'effectue de manière sécurisée via un système de tuyauterie et de pompes directement entre l'élément à vidanger et le camion de vidange. Des kits de dépollution d'urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant pourront être utilisés afin :

		– de contenir et arrêter la propagation de la pollution ; – d'absorber jusqu'à 20 litres de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools ...) et produits chimiques (acides, bases, solvants ...) – de récupérer les déchets absorbés. Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, une société spécialisée récupérera et traitera le gravier souillé via les filières adéquates, puis le remplacera par un nouveau revêtement.
<b>Indépendance</b>		Oui
<b>Temps réponse de</b>		Dépendant du débit de fuite
<b>Efficacité</b>		100 %
<b>Testabilité</b>		/
<b>Maintenance</b>		Inspection des niveaux d'huile plusieurs fois par an
n°9		Prévenir les défauts de stabilité et d'assemblage de l'éolienne (construction – exploitation)
<b>Mesures sécurité de</b>		Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) Procédures qualités Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire)
<b>Description</b>		La norme IEC 61 400-1 « Exigence pour la conception des aérogénérateurs » fixe les prescriptions propres à fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie » de l'éolienne. Ainsi la nacelle, le nez, les fondations et la tour répondront au standard IEC 61 400-1. Les pales respectent le standard IEC 61 400-1 ; 12 ; 23. Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223.
<b>Indépendance</b>		Oui
<b>Temps réponse de</b>		NA
<b>Efficacité</b>		100 %
<b>Testabilité</b>		NA
<b>Maintenance</b>		Les couples de serrage (brides sur les diverses sections de la tour, bride de raccordement des pales au moyeu, bride de raccordement du moyeu à l'arbre lent, éléments du châssis, éléments du pitch system, couronne du Yam Gear, boulons de fixation de la nacelle...) sont vérifiés au bout de 3 mois de fonctionnement puis tous les 3 ans, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011.

### 6.6 CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

Dans le cadre de l'analyse préliminaire des risques génériques des parcs éoliens, trois catégories de scénarios peuvent être exclues de l'étude détaillée, en raison de leur faible intensité.

Tableau 16 : Scénarios exclus de l'analyse détaillée des risques

Phénomène dangereux	Justification
<b>Incendie de l'éolienne (nacelle)</b>	En cas d'incendie de nacelle, et en raison de la hauteur des nacelles, les effets thermiques ressentis au sol seront mineurs. Par exemple, dans le cas d'un incendie de nacelle située à 50 mètres de hauteur, la valeur seuil de 3 kW/m <sup>2</sup> n'est pas atteinte. Dans le cas d'un incendie au niveau du mât les effets sont également mineurs et l'arrêté du 26 Août 2011 encadre déjà largement la sécurité des installations. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques.  Néanmoins, il peut être redouté que des chutes d'éléments (ou des projections) interviennent lors d'un incendie. Ces effets sont étudiés avec les projections et les chutes d'éléments.
<b>Incendie du transformateur</b>	La réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l'arrêté du 26 août 2011 et impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200).  Le poste de livraison étant déjà autorisé, il n'est pas pris en compte dans cette étude.
<b>Infiltration d'huile dans le sol</b>	En cas de fuite d'huile, les volumes de substances libérés restent mineurs.  Ce scénario n'est pas détaillé dans le chapitre de l'étude détaillée des risques.

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

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

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

N°10	Prévenir les erreurs de maintenance
<b>Mesures de sécurité</b>	Procédure maintenance
<b>Description</b>	Préconisations du manuel de maintenance Formation du personnel
<b>Indépendance</b>	Oui
<b>Temps de réponse</b>	NA
<b>Efficacité</b>	100 %
<b>Testabilité</b>	NA
<b>Maintenance</b>	Mise à jour des procédures de maintenance. Rappel des formations du personnel
N°11	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort
<b>Mesures de sécurité</b>	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents. Détection et prévention des vents forts et tempêtes. Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pales) par le système de conduite.
<b>Description</b>	L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue. Deux capteurs seront implantés sur le toit de la nacelle (1 capteur actif et 1 capteur de secours).
<b>Indépendance</b>	Oui
<b>Temps de réponse</b>	< 1 min
<b>Efficacité</b>	100 %.
<b>Testabilité</b>	/
<b>Maintenance</b>	Contrôle des capteurs de vent tous les 6 mois. Au bout de 3 mois, vérification du bon fonctionnement des dispositifs de sécurité (arrêts d'urgence, frein à disque, arrêt de survitesse du générateur, arrêt de survitesse du rotor...).



## 7 ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

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

### 7.1 RAPPEL DES DEFINITIONS

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

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

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

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

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

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

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

#### 7.1.1 CINETIQUE

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

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

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

#### 7.1.2 INTENSITE

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

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

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

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

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

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

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

Tableau 17 : Échelle d'intensité des phénomènes dangereux

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

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

#### 7.1.3 GRAVITE

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

Tableau 18 : Échelle de gravité

Intensité	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition très forte	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition forte	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition modérée
<b>Désastreux - 5</b>	Plus de 10 personnes exposées	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1000 personnes exposées
<b>Catastrophique - 4</b>	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1000 personnes exposées
<b>Important - 3</b>	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées

Intensité Gravité	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition très forte	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition forte	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition modérée
Sérieux - 2	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
Modéré - 1	Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement		Présence humaine < 1 personne

### 7.1.4 PROBABILITE

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

Tableau 19 : Échelle de probabilité

Echelle quantitative (probabilité annuelle)	Échelle qualitative	Niveau
$P > 10^{-2}$	<b>Courant</b> Se produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie des installations malgré d'éventuelles mesures correctives	<b>A</b>
$10^{-3} < P < 10^{-2}$	<b>Probable</b> S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations	<b>B</b>
$10^{-4} < P < 10^{-3}$	<b>Improbable</b> Évènement 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	<b>C</b>
$10^{-5} < P < 10^{-4}$	<b>Rare</b> S'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité du scénario	<b>D</b>
$P \leq 10^{-5}$	<b>Extrêmement rare</b> Possible mais non rencontré au niveau mondial. n'est pas impossible au vu des connaissances actuelles	<b>E</b>

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

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

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

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

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

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

$P_{\text{ERC}}$  = 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)

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

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

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

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

## 7.2 CARACTERISATION DES SCENARIOS RETENUS

### 7.2.1 DONNEES D'ENTREE

Le type d'éolienne qui sera installé sur le parc des Moulins de Cologne n'a pas encore été choisi.

**Compte tenu des modèles envisagés parmi les constructeurs de machines existants, chaque aérogénérateur a les caractéristiques suivantes :**

Tableau 20 : Caractéristiques des éoliennes

N°	R (m) = longueur des pales	H (m) = Hauteur du mât	L (m) = Largeur du mât	LB (m) = Largeur de la base de la pale
Vestas V117	58,5	116,5	4,3	4
Senvion M114	57	116,5	4,7	2,6
Nordex N117	58,5	120	4,3	2,4

**Les calculs de zones d'effet et d'intensité relatives à chaque scénario retenu sont donnés pour chaque modèle d'éolienne (Vestas V117, Senvion M114 et Nordex N117) ; le cas le plus pénalisant est indiqué.**

### 7.2.2 EFFONDREMENT DE L'EOLIENNE

#### 7.2.2.1 Zone d'effet

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

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.

Tableau 21 : Zone d'effet liée à l'effondrement d'une éolienne

Effondrement de l'éolienne	
Distance d'effet	Rayon inférieur ou égale à la hauteur totale de l'éolienne
	<b>Nordex N117 : 178,5 m</b> <b>Senvion M114 : 173,5 m</b> <b>Vestas V117 : 175 m</b>

Les zones d'effet liées à l'effondrement d'une éolienne sont représentées sur les cartes jointes en annexe 2.

### 7.2.2.2 Intensité

Pour le phénomène d'effondrement de l'éolienne, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface totale balayée par le rotor et non balayée par le rotor, d'une part, et la superficie de la zone d'effet du phénomène, d'autre part.

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène d'effondrement de l'éolienne dans le cas du parc éolien des Moulins de Cologne.

Tableau 22 : Détermination de l'intensité de l'effondrement d'une éolienne

Effondrement de l'éolienne			
Zi (m²) = Zone d'impact	Ze (m²) = Zone d'effet du phénomène	d (%) = degré d'exposition du phénomène	Intensité
$Z_i = H \cdot L + 3 \cdot R \cdot LB/2$	$Z_e = n \cdot (H+R)^2$	$d = Z_i/Z_e$	
Nordex N117			
727	100 098	0,73	Exposition modérée
Senvion M114			
770	94 569	0,82	Exposition modérée
<b>Vestas V117</b>			
<b>852</b>	<b>96 211</b>	<b>0,89</b>	<b>Exposition modérée</b>

Le modèle d'éolienne le plus pénalisant au regard du calcul d'intensité est indiqué en gras. L'intensité du phénomène d'effondrement est nulle au-delà de la zone d'effondrement.

<sup>2</sup> Guide for risk based zoning of wind turbines

<sup>3</sup> Specification of minimum distances, Dr-ing. Venker ingenieurgesellschaft, 2004.

### 7.2.2.3 Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005. 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.

Le tableau suivant indique, pour chaque aérogénérateur et en considérant le modèle le plus pénalisant au regard de l'intensité calculée précédemment, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène d'effondrement et la gravité associée.

La zone d'effet du phénomène touche une zone composée :

- De « terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, chemins agricoles, plateformes de stockage, vignes, jardins et zones horticoles, gare de triage...) » ; conformément à la fiche n° 1 de la circulaire du 10 mai 2010, on comptera 1 personne par tranche de 10 ha.
- De diverses voies de desserte locale (exemple : Chemin reliant Boucly à Hancourt, chemin reliant Hancourt à Roisel), à proximité des éoliennes (E5, E6, E7), ainsi que de chemins d'exploitation (agricoles) répartis sur les différentes zones d'effet des éoliennes ; conformément à la fiche n° 1 de la circulaire du 10 mai 2010, ces routes sont considérées comme des voies de circulation non structurantes (trafic < à 2000 véhicules par jour). A noter que la RD194 et la RD88 ne sont pas interceptées par la zone d'effet des diverses éoliennes.

*Remarque : il n'y a pas de Sentier de Randonnée (SR) longeant les zones d'implantation des différentes éoliennes.*

Tableau 23 : Détermination de la gravité de l'effondrement d'une éolienne

Effondrement de l'éolienne			
Éolienne	Surface potentiellement touchée par le phénomène étudié	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
Toutes les éoliennes	96 211 m² <i>(pas de sentier intercepté)</i>	0,96 personne <b>=&gt; soit moins d'1 personne susceptible d'être impactée</b>	<b>Modérée</b>

### 7.2.2.4 Probabilité

Pour l'effondrement d'une éolienne, les valeurs retenues dans la littérature sont détaillées dans le tableau suivant.

Tableau 24 : Probabilité de l'effondrement d'une éolienne

Source	Probabilité	Justification
Guide for risk based zoning of wind turbines <sup>2</sup> (Guide pour le calcul des distances d'effet des éoliennes).	4,5 x 10 <sup>-4</sup>	Retour d'expérience
Spécification of minimum distances <sup>3</sup> (Distances minimales requises).	1,8 x 10 <sup>-4</sup> (effondrement de la nacelle et de la tour)	Retour d'expérience



Ces valeurs correspondent à une classe de probabilité « C » selon l'arrêté du 29 septembre 2005. Le retour d'expérience français montre également une classe de probabilité « C ». En effet, il a été recensé seulement 7 événements pour 15 667 années d'expérience<sup>4</sup>, soit une probabilité de  $4,47 \times 10^{-4}$  par éolienne et par an.

Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 septembre 2005 d'une probabilité « C », à savoir : « Évènement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité ».

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

Néanmoins, les dispositions constructives des éoliennes ayant fortement évolué, le niveau de fiabilité est aujourd'hui bien meilleur. Des mesures de maîtrise des risques supplémentaires ont été mises en place sur les machines récentes et permettent de réduire significativement la probabilité d'effondrement. Ces mesures de 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'assemblages.
- système de détection des survitesses et un système redondant de freinage.
- système de détection des vents forts et un système redondant de freinage et de mise en sécurité des installations – un système adapté est installé en cas de risque cyclonique.

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

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

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

### 7.2.3 CHUTE D'ELEMENT DE L'EOLIENNE

#### 7.2.3.1 Zone d'effet

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

Tableau 25 : Zone d'effet liée la chute d'un élément de l'éolienne

Chute d'élément de l'éolienne	
Distance d'effet	Rayon inférieur ou égale à un demi-diamètre de rotor autour du mât, soit la longueur d'une pale (m)
	<p><b>Nordex N117 : 58,5 m</b></p> <p><b>Senvion M114 : 57 m</b></p> <p><b>Vestas V117 : 58,5 m</b></p>

<sup>4</sup> Une année d'expérience correspond à une éolienne observée pendant une année. Ainsi, si on a observé une éolienne pendant 5 ans et une autre pendant 7 ans, on aura au total 12 années d'expérience.

Les zones d'effet liées à la chute d'un élément de l'éolienne sont représentées sur les cartes jointes en annexe 2.

#### 7.2.3.2 Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne dans le cas du parc éolien des Moulins de Cologne.

Tableau 26 : Détermination de l'intensité de la chute d'élément d'une éolienne

Chute d'élément de l'éolienne			
Zi (m²) = Zone d'impact	Ze (m²) = Zone d'effet du phénomène	d (%) = degré d'exposition du phénomène	Intensité
Zi = R*LB/2	Ze = π*(R)²	d = Zi/Ze	
<b>Nordex N117</b>			
70	10 752	0,65	Modérée
<b>Senvion M114</b>			
74	10 207	0,73	Modérée
<b>Vestas V117</b>			
<b>117</b>	<b>10 752</b>	<b>1,1</b>	<b>Forte</b>

Le modèle d'éolienne le plus pénalisant au regard du calcul d'intensité est indiqué en gras.

#### 7.2.3.3 Gravité

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

Le tableau suivant indique, pour chaque aérogénérateur et en considérant le modèle le plus pénalisant au regard de l'intensité calculée précédemment, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène de chute d'éléments et la gravité associée.

La zone d'effet du phénomène touche une zone composée :

- De « terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, chemins agricoles, plateformes de stockage, vignes, jardins et zones horticoles, gare de triage...) » ; conformément à la fiche n° 1 de la circulaire du 10 mai 2010, on comptera 1 personne par tranche de 10 ha.
- De diverses voies de desserte locale (exemple : Chemin reliant Boucly à Hancourt, chemin reliant Hancourt à Roisel), à proximité des éoliennes (E5, E6, E7), ainsi que de chemins d'exploitation (agricoles) répartis sur les différentes zones d'effet des éoliennes ; conformément à la fiche n° 1 de la circulaire du 10 mai 2010, ces routes sont considérées comme des voies



de circulation non structurantes (trafic < à 2000 véhicules par jour). A noter que la RD194 et la RD88 ne sont pas interceptées par la zone d'effet des diverses éoliennes.

*Remarque : il n'y a pas de Sentier de Randonnée (SR) longeant les zones d'implantation des différentes éoliennes.*

Tableau 27 : Détermination de la gravité de chute d'élément de l'éolienne

Chute d'élément de l'éolienne			
Éolienne	Surface potentiellement touchée par le phénomène étudié	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
Toutes les éoliennes	10 752 m <sup>2</sup> (pas de sentier intercepté)	0,11 personnes <b>=&gt; soit au plus 1 personne susceptible d'être impactée</b>	<b>Sérieuse</b>

### 7.2.3.4 Probabilité

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

Le retour d'expérience connu en France montre que ces événements ont une classe de probabilité « C » (2 chutes et 5 incendies pour 15 667 années d'expérience, soit 4,47 x 10<sup>-4</sup> événement par éolienne et par an).

Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 septembre 2005 d'une probabilité « C » : « Événement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité ».

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

## 7.2.4 CHUTE DE GLACE

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

Selon l'étude WECO (Wind energy production in cold climate – Bengt Tammelin et al. – Finnish Meteorological Institut, Helsinki, 2000), une grande partie du territoire français (hors zones de montagne) est concerné par moins d'un jour de formation de glace par an. Certains secteurs du territoire comme les zones côtières affichent des moyennes variant entre 2 et 7 jours de formation de glace par an.

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

### 7.2.4.1 Zone d'effet

Le risque de chute de glace est cantonné à la zone de survol des pales. Cependant, il convient de noter que, lorsque l'éolienne est à l'arrêt, les pales n'occupent qu'une faible partie de cette zone. L'intensité est nulle hors de la zone de survol.

Tableau 28 : Zone d'effet liée à la chute de glace

Chute de glace	
Distance d'effet	Rayon inférieur ou égale à un demi-diamètre de rotor autour du mât, soit la longueur d'une pale (m)
	<b>Nordex N117 : 58,5 m</b> <b>Senvion M114 : 57 m</b> <b>Vestas V117 : 58,5 m</b>

Les zones d'effet liées à la chute d'un élément de l'éolienne sont représentées sur les cartes jointes en annexe 2.

### 7.2.4.2 Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute de glace dans le cas du projet d'implantation du parc éolien des Moulins de Cologne.

Tableau 29 : Détermination de l'intensité de la chute d'élément d'une éolienne

Chute de glace			
Zi (m <sup>2</sup> ) = Zone d'impact	Ze (m <sup>2</sup> ) = Zone d'effet du phénomène	d (%) = degré d'exposition du phénomène	Intensité
Zi = SG*	Ze = n*(R) <sup>2</sup>	d = Zi/Ze	
<b>Nordex N117 et Vestas V117</b>			
<b>1</b>	10 752	0,0093	Modérée
<b>Senvion M114</b>			
<b>1</b>	<b>10 207</b>	<b>0,0098</b>	<b>Modérée</b>

\*SG : Surface du morceau de glace = 1 m<sup>2</sup> (données du guide technique : Élaboration d'une étude de dangers dans le cadre de parc éolien).

Le modèle d'éolienne le plus pénalisant au regard du calcul d'intensité est indiqué en gras.

### 7.2.4.3 Gravité

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

Le tableau suivant indique, pour chaque aérogénérateur et en considérant le modèle le plus pénalisant au regard de l'intensité calculée précédemment, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène d'effondrement et la gravité associée.

La zone d'effet du phénomène touche une zone composée :

- De « terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, chemins agricoles, plateformes de stockage, vignes, jardins et zones horticoles, gare de triage...) » ;

conformément à la fiche n° 1 de la circulaire du 10 mai 2010, on comptera 1 personne par tranche de 10 ha.

- De diverses voies de desserte locale (exemple : Chemin reliant Boucly à Hancourt, chemin reliant Hancourt à Roisel), à proximité des éoliennes (E5, E6, E7), ainsi que de chemins d'exploitation (agricoles) répartis sur les différentes zones d'effet des éoliennes ; conformément à la fiche n° 1 de la circulaire du 10 mai 2010, ces routes sont considérées comme des voies de circulation non structurantes (trafic < à 2000 véhicules par jour). A noter que la RD194 et la RD88 ne sont pas interceptées par la zone d'effet des diverses éoliennes.

*Remarque :* il n'y a pas de Sentier de Randonnée (SR) longeant les zones d'implantation des différentes éoliennes.

Tableau 30 : Détermination de la gravité de chute de glace

Chute de glace			
Éolienne	Surface potentiellement touchée par le phénomène étudié	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
Toutes les éoliennes	10 207 m <sup>2</sup> (pas de sentier intercepté)	0,11 personnes <b>=&gt; soit moins d'1 personne susceptible d'être impactée</b>	<b>Modérée</b>

### 7.2.4.4 Probabilité

De façon conservatrice, il est considéré que la probabilité est de classe « A », c'est-à-dire une probabilité supérieure à 10<sup>-2</sup>.

## 7.2.5 PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES

### 7.2.5.1 Zone d'effet

Dans l'accidentologie française rappelée en annexe 1, la distance maximale relevée et vérifiée par le groupe de travail précédemment mentionné pour une projection de fragment de pale est de 380 m par rapport au mât de l'éolienne. On constate que les autres données disponibles dans cette accidentologie montrent des distances d'effet inférieures.

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

Pour autant, des études de risques déjà réalisées dans le monde ont utilisé une distance de 500 m, en particulier les études Guide for Risk-Based Zoning of wind Turbines (Energy research centre of the Netherlands, H. Braam, G.J. van Mulekom, R.W. Smit, 2005) et Specification of minimum distances (Dr-ing. Veenker ingenieurgesellschaft, 2004).

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

Tableau 31 : Zone d'effet liée à la projection de pale ou de fragments de pale

Projection de pales ou de fragments de pales	
Distance d'effet	Distance considérée au regard du retour d'expérience des accidents de ce type. Rayon de projection (Rp). <b>Nordex N117, Senvion M114 et Vestas V117 : 500 m</b>

Les zones d'effet liées à la projection de pale ou de fragments de pale sont représentées sur les cartes jointes en annexe 2.

### 7.2.5.2 Intensité

Pour le phénomène de projection de pale ou de fragment de pale, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un élément (cas majorant d'une pale entière) et la superficie de la zone d'effet du phénomène (500 m). Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection d'éléments de l'éolienne dans le cas du parc éolien des Moulins de Cologne.

Tableau 32 : Détermination de l'intensité de la projection de pale ou de fragments de pales

Projection de pale ou de fragment de pale			
Zi (m <sup>2</sup> ) = Zone d'impact Zi = R*LB/2	Ze (m <sup>2</sup> ) = Zone d'effet du phénomène Ze = π*(Rp) <sup>2</sup>	d (%) = degré d'exposition du phénomène d = Zi/Ze	Intensité
Nordex N117			
70,2	785 397	0,0089	Modérée
Senvion M114			
74,1	785 397	0,0094	Modérée
<b>Vestas V117</b>			
<b>117</b>	<b>785 397</b>	<b>0,0149</b>	<b>Modérée</b>

Le modèle d'éolienne le plus pénalisant au regard du calcul d'intensité est indiqué en gras.

### 7.2.5.3 Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005, il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection, dans la zone de 500 m autour de l'éolienne.

Le tableau suivant indique, pour chaque aérogénérateur et en considérant le modèle le plus pénalisant au regard de l'intensité calculée précédemment, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène d'effondrement et la gravité associée :

La zone d'effet du phénomène touche une zone composée :

- De « terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, chemins agricoles, plateformes de stockage, vignes, jardins et zones horticoles, gare de triage...) » ; conformément à la fiche n° 1 de la circulaire du 10 mai 2010, on comptera 1 personne par tranche de 10 ha.
- De diverses voies de desserte locale (exemple : Chemin reliant Boucly à Hancourt, chemin reliant Hancourt à Roisel), à proximité des éoliennes (E5, E6, E7), ainsi que de chemins d'exploitation (agricoles) répartis sur les différentes zones d'effet des éoliennes ; conformément à la fiche n° 1 de la circulaire du 10 mai 2010, ces routes sont considérées comme des voies de circulation non structurantes (trafic < à 2000 véhicules par jour). A noter que la RD194 et la RD88 ne sont pas interceptées par la zone d'effet des diverses éoliennes.

Remarque : il n’y a pas de Sentier de Randonnée (SR) longeant les zones d’implantation des différentes éoliennes.

Tableau 33 : Détermination de la gravité de la projection de pale ou de fragments de pales

Projection de pale ou de fragment de pale			
Éolienne	Surface potentiellement touchée par le phénomène étudié	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
Toutes les éoliennes	785 397 m <sup>2</sup> (pas de sentier intercepté)	Terrains aménagés mais peu fréquentés : 7,85 personnes <b>=&gt; soit moins de 10 personnes susceptibles d’être impactées</b>	<b>Sérieuse</b>

7.2.5.4 Probabilité

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

Tableau 34 : Probabilité de la projection de pale ou de fragments de pales

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

Ces valeurs correspondent à des classes de probabilité de « B », « C » ou « E ».

Le retour d’expérience français montre également une classe de probabilité « C » (12 événements pour 15 667 années d’expérience, soit 7,66 x 10<sup>-4</sup> événement par éolienne et par an).

Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l’arrêté du 29 septembre 2005 d’une probabilité « C » : « Événement similaire déjà rencontré dans le secteur d’activité ou dans ce type d’organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité ».

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

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

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

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

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

7.2.6 PROJECTION DE GLACE

7.2.6.1 Zone d’effet

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

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

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

Tableau 35 : Zone d’effet liée à la projection de glace

Projection de glace	
Distance d’effet	Rayon de projection de glace $R_{pg}=1,5*(H+2R)$ autour de l’éolienne
	<b>Nordex N117 : 355,5 m</b> <b>Senvion M114 : 345,75 m</b> <b>Vestas V117 : 350,25 m</b>

Les zones d’effet liées à la projection de pale ou de fragments de pale sont représentées sur les cartes jointes en annexe 2.

7.2.6.2 Intensité

Pour le phénomène de projection de glace, le degré d’exposition correspond au ratio entre la surface d’un morceau de glace (cas majorant de 1 m<sup>2</sup>) et la superficie de la zone d’effet du phénomène.

Le tableau ci-dessous permet d’évaluer l’intensité du phénomène de projection de glace de l’éolienne dans le cas du parc éolien des Moulins de Cologne.

Tableau 36 : Détermination de l’intensité de la projection de glace

Projection de morceaux de glace				
Zi (m <sup>2</sup> ) = Zone d’impact	Rpg (m) = Rayon de projection de glace	Ze (m <sup>2</sup> ) = Zone d’effet du phénomène	d (%) = degré d’exposition du phénomène	Intensité
Zi = SG	$R_{pg}=1,5*(H+2R)$	$Ze = \pi*R_{pg}^2$	$d = Zi/Ze$	
<b>Nordex N117</b>				
1	355,5	397 035	0,00025	Modérée
Senvion M114				
1	345,75	375 555	0,00027	Modérée
Vestas V117				
1	350,25	385 395	0,00026	Modérée

\*SG : Surface du morceau de glace = 1 m<sup>2</sup> (données du guide technique : *Élaboration d'une étude de dangers dans le cadre de parc éolien*).

Le modèle d'éolienne le plus pénalisant au regard du calcul d'intensité est indiqué en gras (le choix s'est fait en tenant compte du plus grand rayon de projection de glace, le degré d'exposition étant très faible et très proche pour les différents modèles).

### 7.2.6.3 Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005, il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection de glace, dans la zone d'effet autour de l'éolienne :

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

Le tableau suivant indique, pour chaque aérogénérateur *et en considérant le modèle le plus pénalisant au regard de l'intensité calculée précédemment*, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène projection de glace et la gravité associée.

La zone d'effet du phénomène touche une zone composée :

- De « terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, chemins agricoles, plateformes de stockage, vignes, jardins et zones horticoles, gare de triage...) » ; conformément à la fiche n° 1 de la circulaire du 10 mai 2010, on comptera 1 personne par tranche de 10 ha.
- De diverses voies de desserte locale (exemple : Chemin reliant Boucly à Hancourt, chemin reliant Hancourt à Roisel), à proximité des éoliennes (E5, E6, E7), ainsi que de chemins d'exploitation (agricoles) répartis sur les différentes zones d'effet des éoliennes ; conformément à la fiche n° 1 de la circulaire du 10 mai 2010, ces routes sont considérées comme des voies de circulation non structurantes (trafic < à 2000 véhicules par jour). A noter que la RD194 et la RD88 ne sont pas interceptées par la zone d'effet des diverses éoliennes.

*Remarque :* il n'y a pas de Sentier de Randonnée (SR) longeant les zones d'implantation des différentes éoliennes.

Tableau 37 : Détermination de la gravité de la projection de glace

Projection de glace			
Éolienne	Surface potentiellement touchée par le phénomène étudié	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Gravité
Toutes les éoliennes	397 035 m <sup>2</sup> 604 m de sentiers (pas de sentier intercepté)	Terrains aménagés mais peu fréquentés : 3,97 personnes <b>=&gt; soit moins de 10 personnes susceptibles d'être impactées</b>	<b>Sérieuse</b>

### 7.2.6.4 Probabilité

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

- les mesures de prévention de projection de glace imposées par l'arrêté du 26 août 2011 ;

- le recensement d'aucun accident lié à une projection de glace ;

Une probabilité forfaitaire « B – événement probable » est proposée pour cet événement.

## 7.3 SYNTHÈSE DE L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

### 7.3.1 TABLEAUX DE SYNTHÈSE DES SCENARIOS ETUDIES

Le tableau suivant récapitule, pour chaque événement redouté central retenu, les paramètres de risques : la cinétique, l'intensité, la gravité et la probabilité.

L'intensité reportée est celle du modèle d'éolienne le plus pénalisant des 3 modèles étudiés, au regard du calcul du degré d'exposition du phénomène étudié (scénario).



Tableau 38 : Synthèse de l'étude détaillée des risques

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Probabilité	Éolienne	Intensité	Nb de personnes permanentes exposées	Gravité
<b>1-Effondrement de l'éolienne</b>	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale : 173,5 à 178 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	D	toutes	Exposition modérée (modèle Vestas V117)	Moins d'1 personne	Modérée
<b>2-Chute d'élément de l'éolienne</b>	Zone de survol : 57 à 58,5 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	C	toutes	Exposition modérée à forte (modèle Vestas V117)	Au plus 1 personne	Sérieuse
<b>3-Chute de glace</b>	Zone de survol : 57 à 58,5 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	A	toutes	Exposition modérée (modèle Senvion M114)	Moins d'1 personne	Modérée
<b>4-Projection de pales</b>	500 m autour de chaque éolienne	Rapide	D	toutes	Exposition modérée (modèle Nordex N117)	Moins de 10 personnes	Sérieuse
<b>5-Projection de glace</b>	$1,5 \times (H + 2R)$ : 345,75 à 355,50 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	B	toutes	Exposition modérée (modèle Nordex N117)	Moins de 10 personnes	Sérieuse

7.3.2 ACCEPTABILITE DES RISQUES

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

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

Tableau 39 : Matrice d'acceptabilité du risque

Conséquence	Classe de probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge
Catastrophique	Jaune	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge
Important	Jaune	Jaune	Jaune	Rouge	Rouge
Sérieux	Vert	Scénario 4	Scénario 2	Scénario 5	Rouge
Modéré	Vert	Scénario 1	Vert	Vert	Scénario 3

Légende de la matrice :

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

Rappel des scénarios : 1-Effondrement de l'éolienne / 2-Chute d'élément de l'éolienne / 3-Chute de glace / 4-Projection de pales / 5-Projection de glace

Le niveau de risque reportée pour chaque scénario est celui établi pour le modèle d'éolienne le plus pénalisant des 3 modèles étudiés.

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- Quel que soit le modèle d'éolienne considéré, aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice : risque important.
- certains accidents figurent en case jaune. Pour ces accidents, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées par ailleurs (cf. § 0) sont mises en place.

**Le risque engendré par le parc éolien des Moulins de Cologne est acceptable, quel que soit le modèle d'éolienne considéré.**

7.3.3 CARTOGRAPHIES DES RISQUES

Les cartographies des zones d'effet pour chaque scénario, avec mention de la classe de Gravité, sont jointes en annexe 2 ; il y a 5 cartes au total :

- Carte 1 - Effondrement de l'éolienne
- Carte 2 - Chute d'élément de l'éolienne
- Carte 3 - Chute de glace
- Carte 4 - Projection de pales
- Carte 5 - Projection de glace

Les cartographies de synthèse des risques sont jointes en annexe 3 ; il y a 9 cartes au total :

- Carte 6 : synthèse des risques / classe de gravité pour l'ensemble des éoliennes et des scénarios
- Carte 7 : synthèse des risques / degré d'exposition (intensité) et nombre de personnes permanentes exposées pour l'ensemble des éoliennes et des scénarios
- Cartes 8 à 14 : synthèse des risques par machine



## 8 DESCRIPTION DES MESURES ET DES MOYENS DE PREVENTION ET DE PROTECTION

### 8.1 FORMATION DU PERSONNEL

Le personnel intervenant sur les installations est formé et encadré.

Cette formation porte sur :

- l'éolienne et les risques associés,
- les règles de sécurité et les consignes à respecter,
- l'utilisation des équipements de protection individuelle,
- sauveteur secouriste du travail
- le travail en hauteur,
- l'évacuation d'urgence d'une éolienne,
- la lutte contre le feu,
- l'habilitation électrique,
- le risque routier est également pris en compte.

### 8.2 MAINTENANCE

L'inspection et l'entretien sont réalisés par du personnel formé selon des procédures précises. Des check-lists sont établies pour assurer la traçabilité des opérations effectuées.

Une fois les éoliennes montées (en quelques jours) les opérations de raccordements électriques et de réglage débutent et prennent plusieurs semaines.

Des opérations de maintenance sont ensuite régulièrement réalisées.

Au bout de 3 mois de fonctionnement, sont vérifiés :

- les couples de serrage de chaque bride présente dans l'éolienne,
- L'état des dispositifs de continuité électrique (pales – nacelle), inspection visuelle des câbles, des balais du rotor, vérification des serrages sur les jeux de barre, contrôle du dispositif de mise à la terre,
- L'état des pales et du dispositif de captage de foudre,
- Les niveaux d'huile du multiplicateur, de la centrale hydraulique, des motoréducteurs, le niveau du fluide de refroidissement, l'absence de fuite,
- L'état des équipements de sécurité,
- Le bon fonctionnement des dispositifs de sécurité (arrêts d'urgence, frein à disque, capteur de vibration, arrêt sur survitesse du générateur, arrêt sur survitesse du rotor),
- L'état des batteries du système de contrôle,
- L'état du transformateur.

Tous les 6 mois ces opérations sont refaites en partie et d'autres sont réalisées :

- contrôle des batteries en pied de tour,
- contrôle de bruit et de vibration des roulements,
- opérations de graissage et de lubrification,
- contrôle de la qualité des huiles,

- contrôle de la pression des circuits hydrauliques et hydropneumatiques,
- contrôle des capteurs de vents,
- contrôle de l'élèveur de personnes.

Annuellement, le bon fonctionnement du pich system est vérifié. Ainsi que :

- le remplacement de certains filtres,
- le contrôle de l'usure du frein,
- le contrôle de pression du circuit de freinage d'urgence, le contrôle des onduleurs,
- le contrôle des extincteurs,
- le contrôle du palan, de l'échelle et du système antichute associé,
- visites d'inspections périodiques électriques.

D'autres opérations sont faites tous les 4 ans (contrôle de serrage, contrôle de pression du circuit d'huile du multiplicateur, changement des huiles).

A l'occasion des contrôles les pièces défectueuses ou usées sont remplacées. Certaines pièces sont automatiquement remplacées au bout d'une période donnée (5 ou 7 ans en fonction des pièces).

En plus de ces opérations spécifiques aux éoliennes, des contrôles réglementaires périodiques sont réalisés par des organismes agréés conformément au code du travail (installations électriques, appareils de levage, matériel incendie).

### 8.3 MESURE DE SECURITE

Une synthèse des détecteurs qui seront mis en place, de leur fonctionnalité et des actions associées est donnée dans le tableau suivant.

Tableau 40 : Synthèse des détecteurs

Détecteurs	Caractéristiques et localisation	Fonction	Actions associées
<b>Détecteur incendie</b>	Implanté dans la nacelle et au pied de la tour à proximité des armoires électriques.	Détecter un départ de feu	Déclenchement alarme et mise à l'arrêt de la machine « emergency stop » et isolement électrique
<b>Détecteur anti-intrusion</b>	Implanté au niveau de l'entrée dans l'éolienne.	Détecter une intrusion dans l'éolienne	Déclenchement alarme
<b>Détecteur de vent fort</b>	2 capteurs implantés sur le toit de la nacelle. 1 seul capteur est activé (raccordé au système de contrôle), le 2ème est en secours.	Mesurer la vitesse du vent	Mise à l'arrêt de l'éolienne en cas de vents trop fort
<b>Détecteur de survitesse</b>	Système à sécurité positive auto-surveillé implanté dans la nacelle.	Détecter les vitesses de rotation du générateur et de l'arbre	Mise à l'arrêt de l'éolienne en cas de trop grande rotation (pales mises en position dite « drapeau »).
<b>Détecteur de balourd (shock sensor)</b>	Implanté sous le multiplicateur.	Détecter toutes anomalies de la chaîne cinématique	Mise à l'arrêt de la machine de type « emergency stop »
<b>Détecteur de glace</b>	Sonde vibratoire disposée sur la nacelle.	Détection de formation de glace sur les pales	Mise à l'arrêt de l'éolienne
<b>Détecteur de température et d'échauffement</b>	1 capteur est implanté sous la nacelle pour mesurer la température extérieure. De plus certains équipements sont également équipés (paliers et roulements des machines tournantes, enroulements du générateur et du transformateur, circuit d'huile, circuit d'eau...).	Contrôle des températures ambiantes	Si dépassement des seuils, déclenchement alarme et mise à l'arrêt du rotor
<b>Détecteur de pression et de niveau</b>	Implanté dans le bloc hydraulique de chaque pale.	Contrôle des niveaux et des pressions des circuits hydrauliques	Si dépassement des seuils, déclenchement alarme et mise à l'arrêt du rotor
<b>Détecteur d'arc</b>	Implanté dans les armoires électriques disposées dans la nacelle.	Détecter toute formation d'un arc électrique	Mise hors tension de la machine

### 9 CONCLUSION

La technologie éolienne n'est **pas source de dangers très importants** comparativement à d'autres activités classées au titre des ICPE. Elle bénéficie d'un **large retour d'expérience et d'une amélioration continue**, depuis la conception des installations à leur fonctionnement.

Le projet d'implantation du parc éolien des Moulins de Cologne bénéficie d'un **ensemble de mesures de prévention et de protection** qui concourent à réduire au maximum tant la probabilité d'occurrence des événements que leurs effets.

La **localisation du projet, en milieu rural, loin des zones d'habitation** limitent les risques sur les populations.



### 10 ANNEXES

**Annexe 1 :** Accidentologie - Extrait du guide technique – « Élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens »

**Annexe 2 :** Cartographies de zones d'effet des phénomènes dangereux étudiés

- Carte 1 - Effondrement de l'éolienne
- Carte 2 - Chute d'élément de l'éolienne
- Carte 3 - Chute de glace
- Carte 4 - Projection de pales
- Carte 5 - Projection de glace

**Annexe 3 :** Cartographies de synthèse

- Carte 6 : synthèse des risques / classe de gravité pour l'ensemble des éoliennes et des scénarios
- Carte 7 : synthèse des risques / degré d'exposition (intensité) et nombre de personnes permanentes exposées pour l'ensemble des éoliennes et des scénarios
- Cartes 8 à 14 : synthèse des risques par machine (7 cartes).

## Annexe 1 :

Accidentologie - Extrait du guide technique – « Élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens »

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
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
Effondrement	01/02/2002	Wormhout	Nord	0,4	1997	Non	Bris d'hélice et mât plié	Tempête avec foudre répétée	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 caractériser 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
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	Sallèle-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)
Rupture de pale	05/11/2003	Sallèle-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 2,5m 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)
Rupture de pale	2004	Escales - Conilhac	Aude	0,75	2003	Non	Bris de trois pales	-	Site Vent de Colère



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
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
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 2 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
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)
Emballement	03/2008	Dinéault	Finistère	0,3	2002	Non	Emballement de l'éolienne mais pas de bris de pale	Tempête + système de freinage hors service (boulon manquant)	Base de données ARIA
Collision avion	04/2008	Plouguin	Finistère	2	2004	Non	Léger choc entre l'aile d'un bimoteur Beechcraftch (liaison Quessant-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 1000 m imposé par le survol de la zone) et faute de pilotage (altitude trop basse)	Articles de presse (Le Télégramme, Le Post)
Rupture de pale	19/07/2008	Eriez-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	Vavillers	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
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
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)

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
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)
Effondrement	30/05/2010	Port-la-Nouvelle Sigean	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-Coteaux	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
Transport	31/05/2011	Mesvres	Saon-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)
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
Incendie	03/01/2012	Non Communiqué	Non Communiqué	2,3	2006	Non	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
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
Maintenance	06/02/2012	Lehaucourt	Aisne	Non communiqué	Non communiqué	Non communiqué	Au cours d'une opération de maintenance dans la nacelle d'une éolienne de 100 m de hauteur, un arc électrique (690 V) blesse deux sous-traitants, l'un gravement (brûlures aux mains et au visage) et l'autre légèrement (brûlures aux mains). Les victimes portaient leurs EPI lors des faits. Un accident similaire s'était produit en 2009 (ARIA 35814)	Non communiqué	ARIA
Projection d'éléments	11/04/2012	Sigean	Aude	Non communiqué	Non communiqué	Non communiqué	Une éolienne se met en arrêt automatique suite à l'apparition d'un défaut à 10 h.  Des agents de maintenance la réarment à 12h14. Un défaut de vibration apparaît 11 minutes plus tard. Sur place, les techniciens constatent la présence d'un impact sur le mât et la projection à 20 m d'un débris de pale long de 15 m	Foudre	ARIA
Chute de pale	05/2012	Chemin d'Ablis	Eure-et-Loir	52	2008	Oui	Chute d'une pale au pied d'une éolienne en plein champ	Cause en cours d'éclaircissement	Interne / Exploitant
Effondrement	30/05/2012	Port-la-Nouvelle	Aude	0,2	1991	Non	Les rafales de vent à 130 km/h observées durant la nuit ont provoqué l'effondrement de la tour en treillis de 30 m de haut. Construit en 1991, l'aérogénérateur de 200 kW faisait partie des premières installations de ce type en France. Il était à l'arrêt pour réparations au moment des faits. Le site, ouvert au public, est sécurisé	Non communiqué	ARIA

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
Projection d'élément	01/11/2012	Vieillepesse	Cantal	2,5	2011	Non communiqué	Un élément de 400 g constitutif d'une pale d'éolienne est projeté à 70 m du mât, à l'intérieur de la parcelle clôturée du parc de 4 aérogénérateurs de 2,5 MW mis en service en 2011.	Non communiqué	ARIA
Incendie	05/11/2012	Sigean	Aude	0,66	Non communiqué	Non communiqué	Le feu s'est déclaré dans l'armoire électrique en pied d'éolienne. Un dysfonctionnement de disjoncteur situé sur l'éolienne a entraîné la propagation de courants de court-circuit faisant fondre les câbles et entraînant un départ d'incendie dans la nacelle. Un dysfonctionnement du frein de l'éolienne à la suite de la perte des dispositifs de pilotage résultant de l'incendie en pied pourrait avoir agi comme circonstance aggravante.	Non communiqué	ARIA
Chute de pale	06/03/2013	Conilhac-de-la-Montagne	Aude	Non communiqué	Non communiqué	Non communiqué	A la suite d'un défaut de vibration détecté à 19h05, une éolienne se met automatiquement à l'arrêt. Sur place le lendemain à 9 h, des techniciens du constructeur trouvent au sol l'une des 3 pales qui s'est décrochée avant de percuter le mât. L'éolienne est mise en sécurité (2 pales restantes mises en drapeau, blocage du rotor, inspection du moyeu). Un périmètre de sécurité de 30 m est établi au pied de l'éolienne et la municipalité interdit l'accès à la zone.  L'accident est déclaré à l'inspection des installations classées 48 h plus tard. L'une des pales de cette éolienne avait déjà connu un problème de fixation en novembre 2011. Les fixations de cette pale au moyeu avaient été remplacées et le serrage des vis des 2 autres avait été contrôlé en avril 2012. La veille du défaut de vibration, la machine s'était arrêtée après la détection d'un échauffement du frein et d'une vitesse de rotation excessive de la génératrice. Un technicien l'avait remise en service le matin même de l'accident sans avoir constaté de défaut.	Non communiqué	ARIA
Incendie	17/03/2013	Euvy	Marne	Non communiqué	2011	Non communiqué	Des usagers de la N4 signalent vers 15h30 un feu dans la nacelle d'une éolienne.  L'exploitant arrête 7 des 18 aérogénérateurs du parc. Un périmètre de sécurité de 150 m est mis en place. Le sinistre émet une importante fumée. Une des pales tombe au sol, une autre menace de tomber. Des pompiers spécialisés dans l'intervention en milieu périlleux éteignent le feu en 1 h. 450 l d'huile de boîte de vitesse s'écoulent, conduisant l'exploitant à faire réaliser une étude de pollution des sols. Le parc, mis en service en 2011, avait déjà connu un incendie quelques mois plus tôt selon la presse.	Défaillance électrique	ARIA
Déchirure de pale	20/06/2013	Labastide-sur-Besorgues	Ardèche	Non communiqué	Non communiqué	Non communiqué	Un impact de foudre endommage vers 15h30 une éolienne : une pale est déchirée sur 6 m de longueur, le boîtier basse tension et le parafoudre en tête d'installation au poste de livraison sont détruits. Des installations du réseau électrique et téléphonique sont également endommagées.	Foudre	ARIA
Maintenance	01/07/2013	Cambon-et-Salvergues	Hérault	Non communiqué	Non communiqué	Non communiqué	Un opérateur est blessé par la projection d'une partie amovible de l'équipement sur lequel il intervient. L'intervention porte sur l'appoint en azote d'un accumulateur sous pression. Suite à cet accident l'exploitant modifie ses procédures de maintenance et renforce la formation des techniciens sur les aspects risques. Pour l'heure, il suspend les opérations de remplissage des accumulateurs dans les hubs d'éolienne et fait réaliser cette opération en atelier. Une modification des accumulateurs est également envisagée pour utiliser des modèles avec vanne intégrée.	Défaillances organisationnelles	ARIA
Perte d'huile	03/08/2014	Moréac	Morbihan	Non communiqué	Non communiqué	Non communiqué	Une nacelle élévatrice utilisée pour une intervention de maintenance sur une éolienne perd 270 l d'huile hydraulique. Le produit pollue le sol sur 80 m². 25 t de terres polluées sont excavées et envoyées en filière spécialisée.	Incident de maintenance	ARIA

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
Incendie	09/01/2014	Antheny	Ardennes	2,5	Non communiqué	Non communiqué	Incendie de la nacelle (rotor intact)	Incident électrique	ARIA
Chute de pale	20/01/2014	Sigean	Aude	Non communiqué	Non communiqué	Non communiqué	Arrêt automatique à la suite d'un défaut « vibration ». Chute d'une pale de 20 m au pied du mât	Non communiqué	ARIA

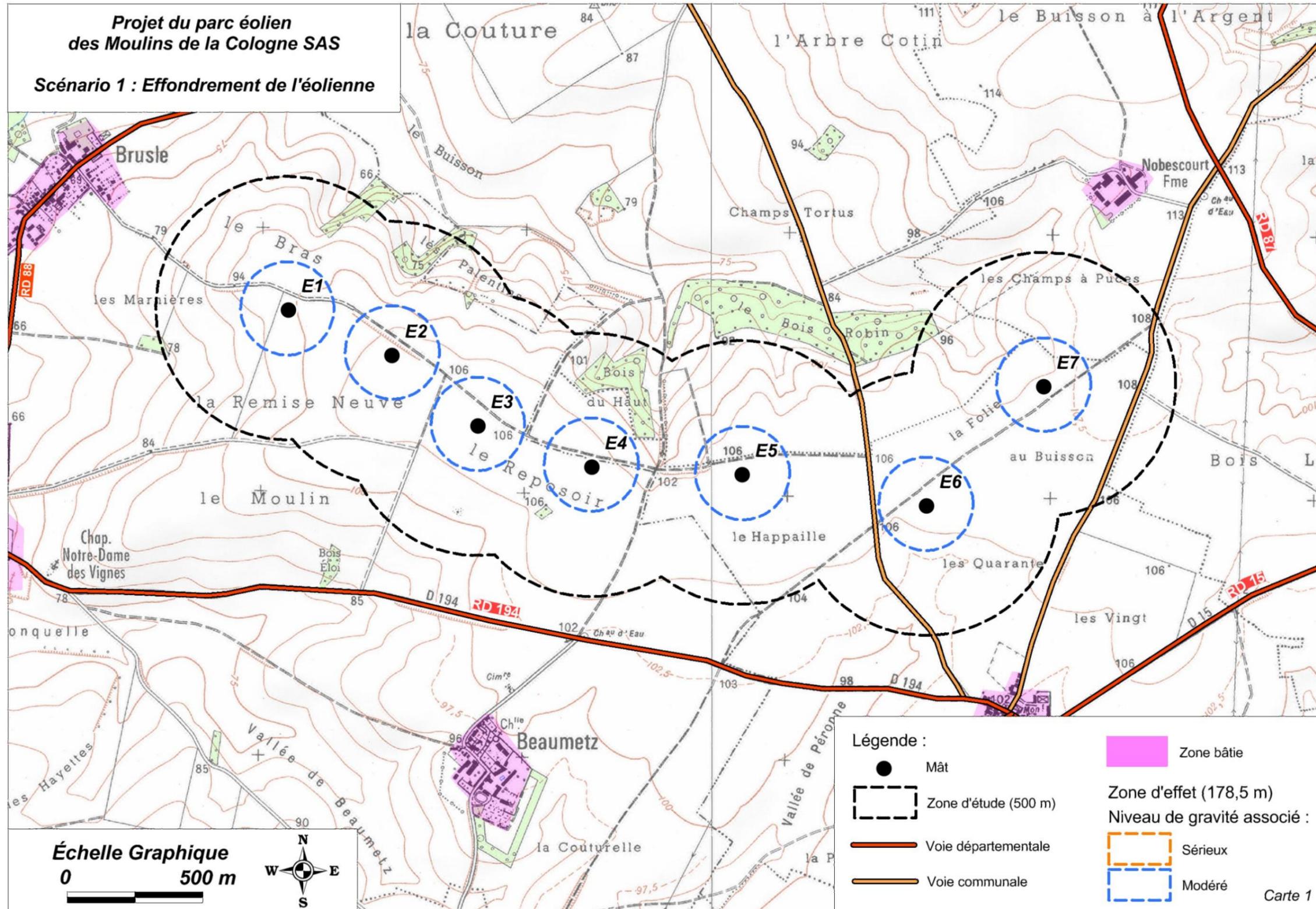


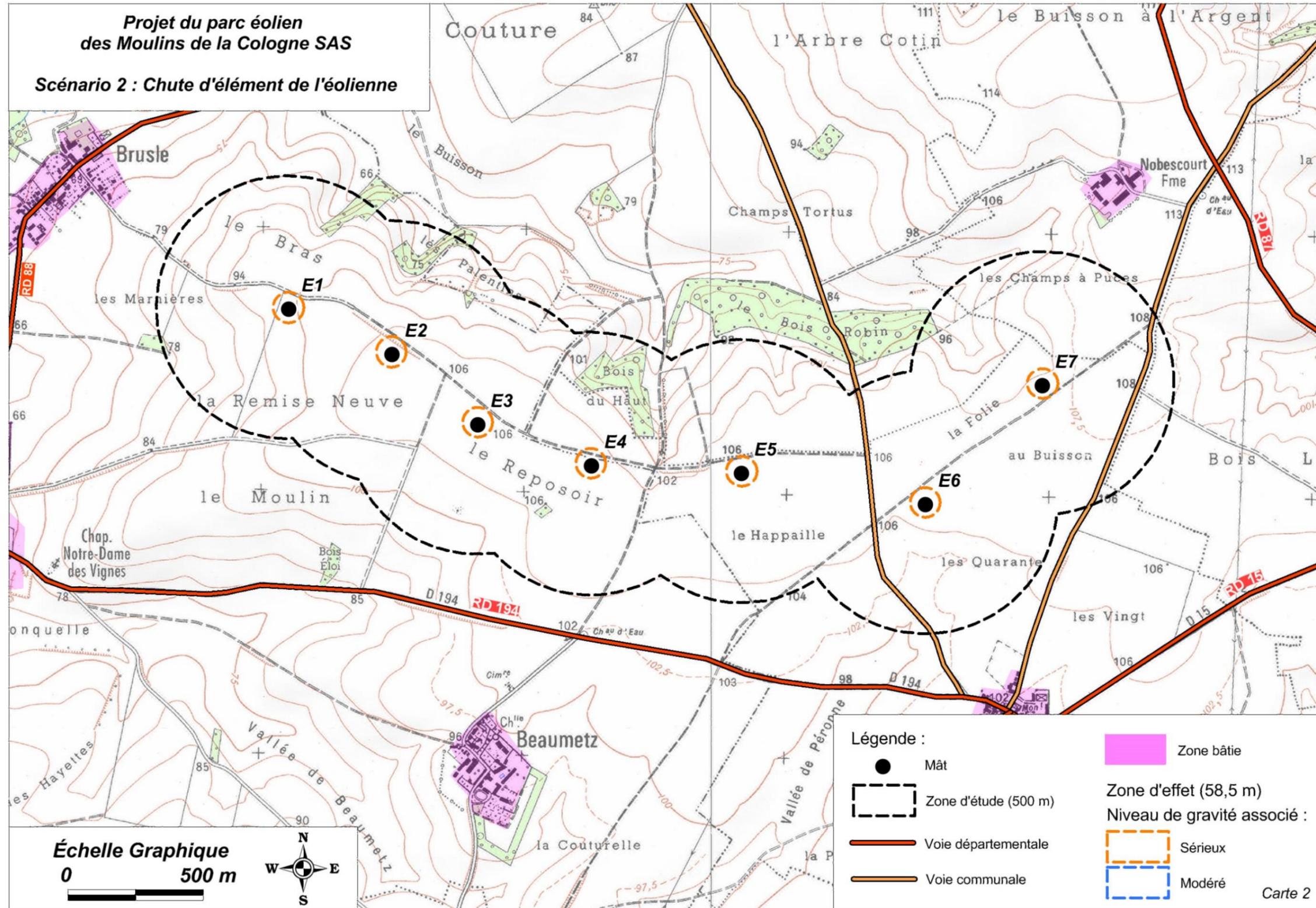
## Annexe 2 :

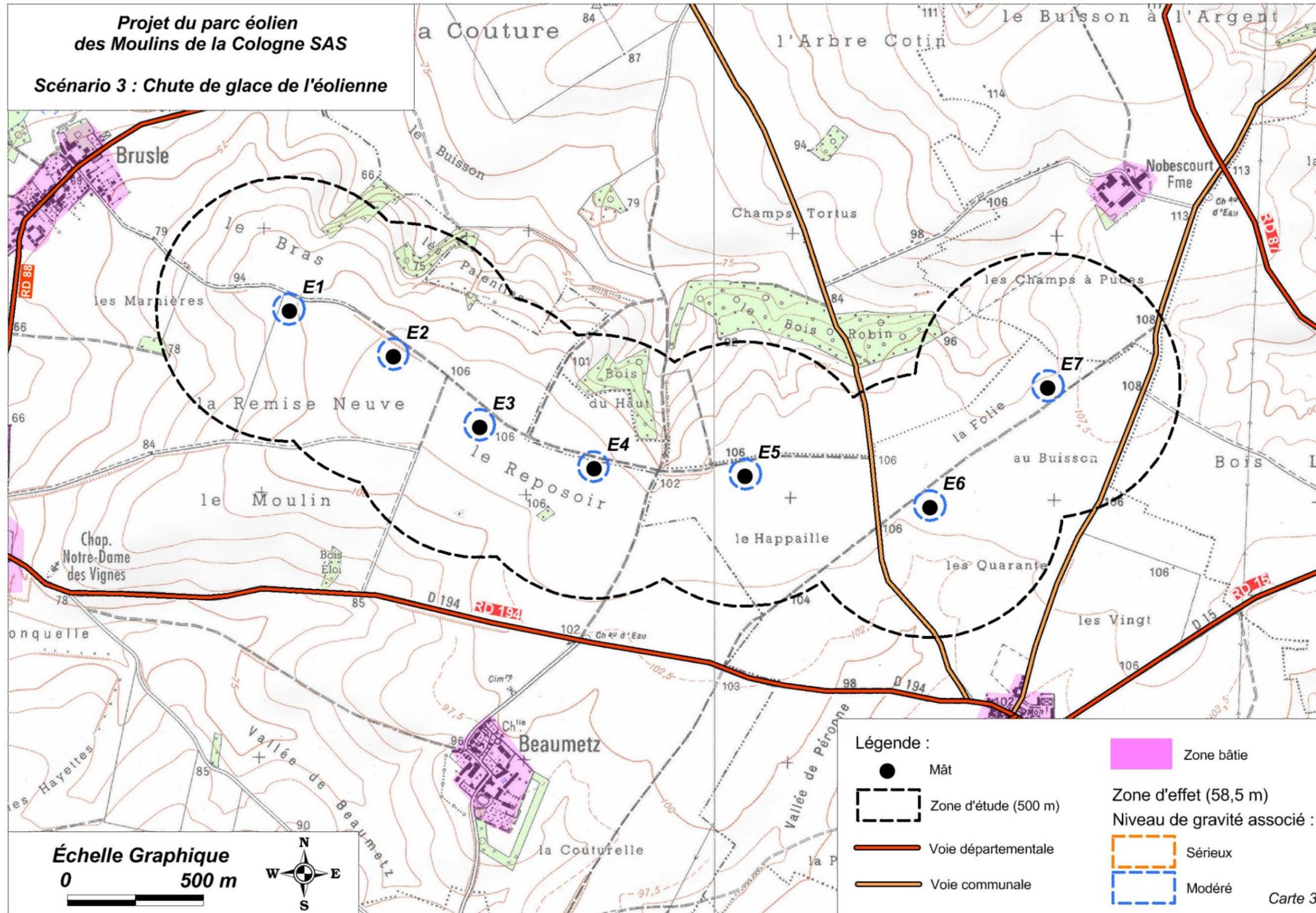
### Cartographies de zones d'effet des phénomènes dangereux étudiés

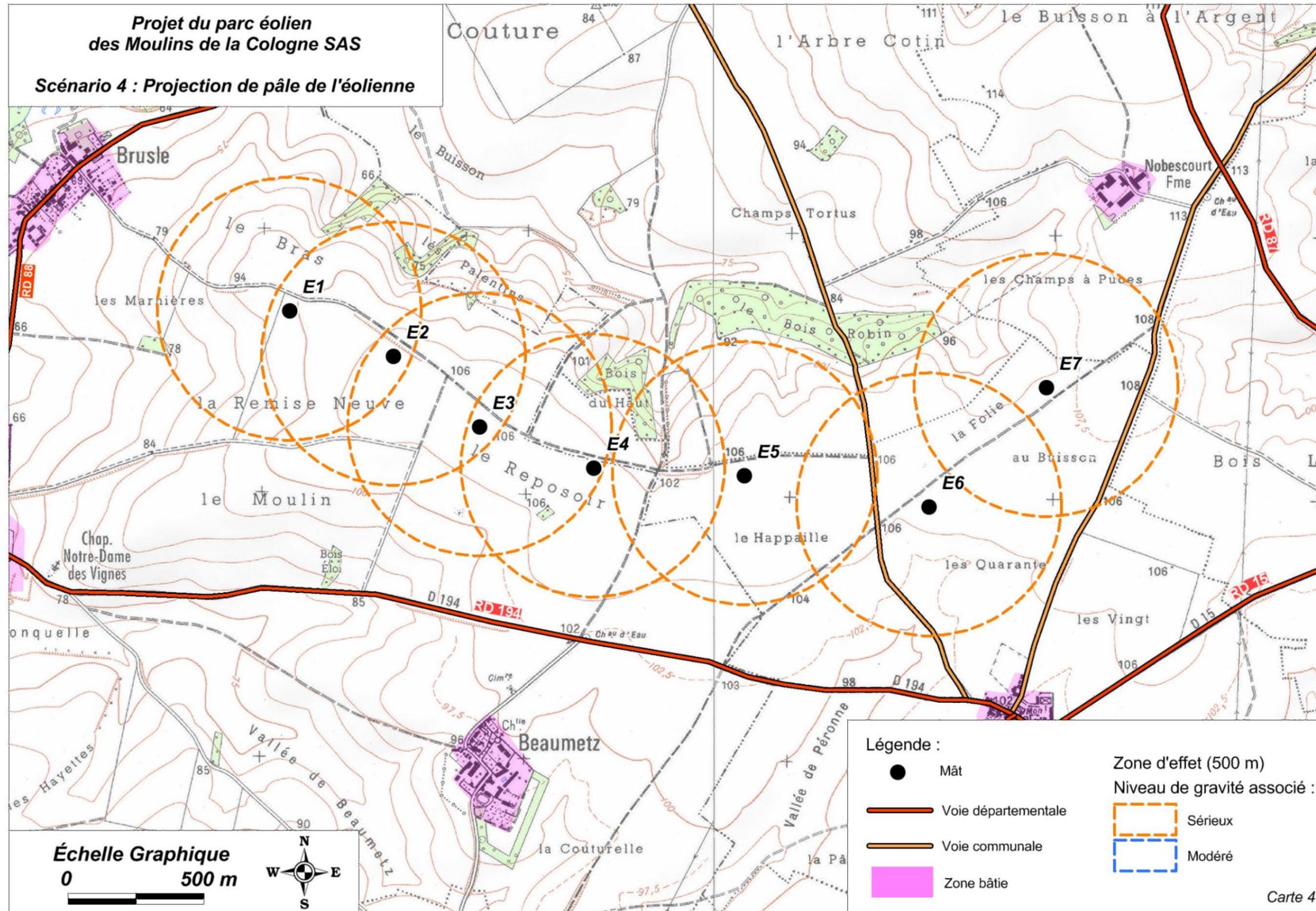
- Carte 1 - Effondrement de l'éolienne
- Carte 2 - Chute d'élément de l'éolienne
- Carte 3 - Chute de glace
- Carte 4 - Projection de pales
- Carte 5 - Projection de glace

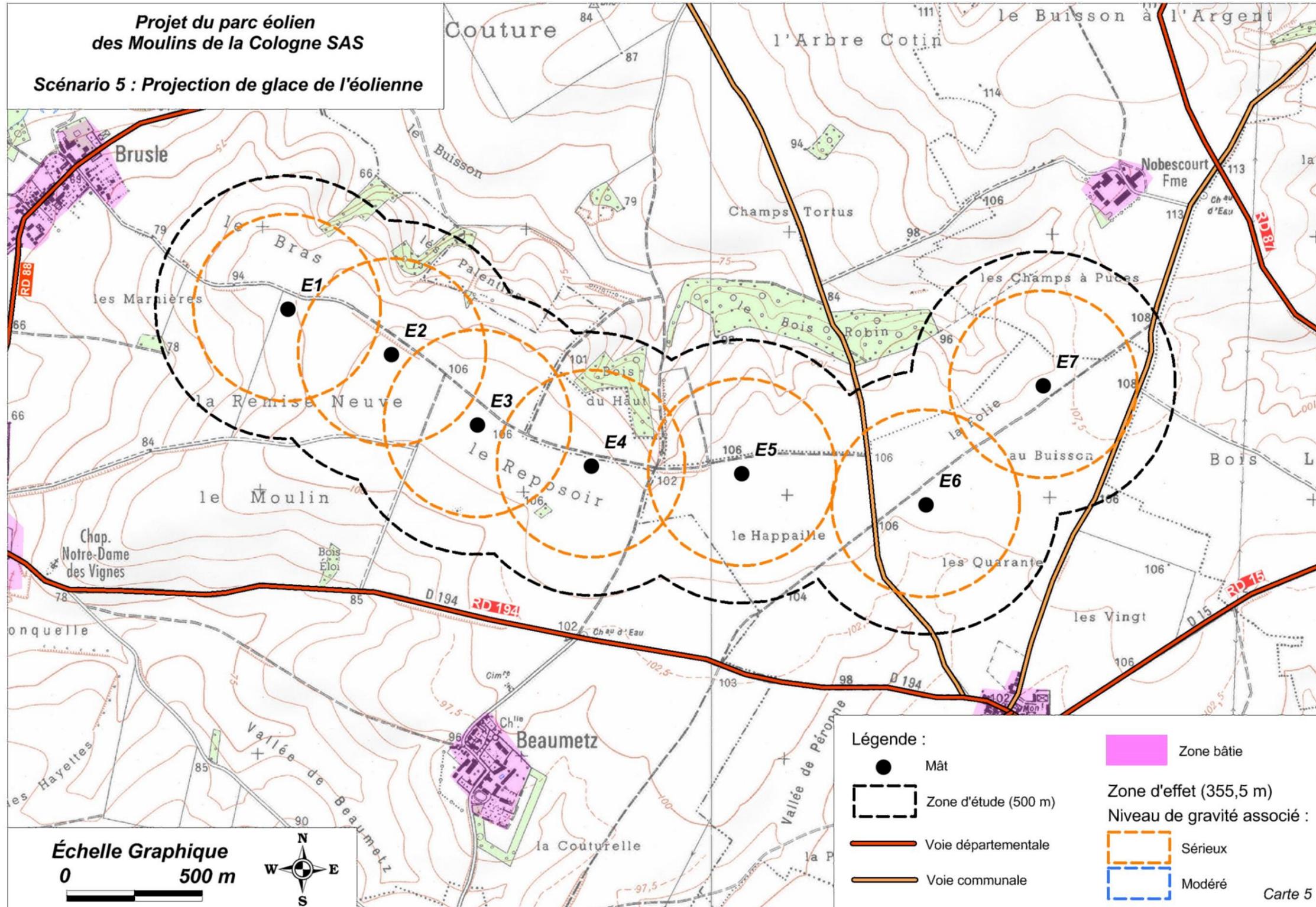
La cartographie a été établie pour le modèle d'éolienne le plus pénalisant des 3 modèles étudiés, pour chaque scénario considéré.











## Annexe 3 :

### Cartographies de synthèse

- Carte 6 : synthèse des risques / classe de gravité pour l'ensemble des éoliennes et des scénarios
- Carte 7 : synthèse des risques / degré d'exposition (intensité) et nombre de personnes permanentes exposées pour l'ensemble des éoliennes et des scénarios
- Cartes 8 à 14 : synthèse des risques par machine (7 éoliennes au total ; 1 carte par éolienne).

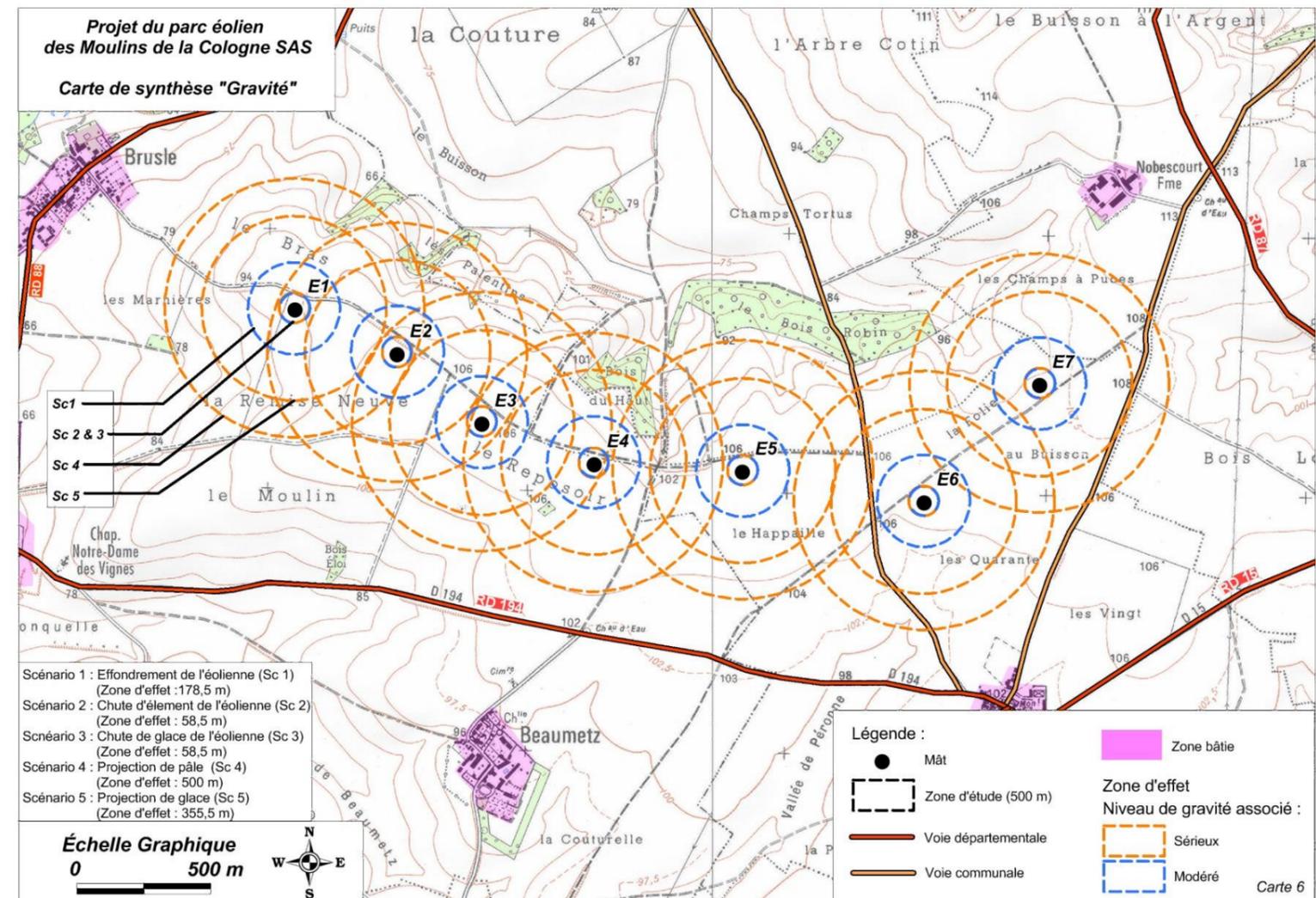
La cartographie a été établie pour le modèle d'éolienne le plus pénalisant des 3 modèles étudiés, pour chaque scénario considéré.

*NB : les tableaux récapitulatifs ont été placés en vis-à-vis des cartes pour faciliter leur lecture.*



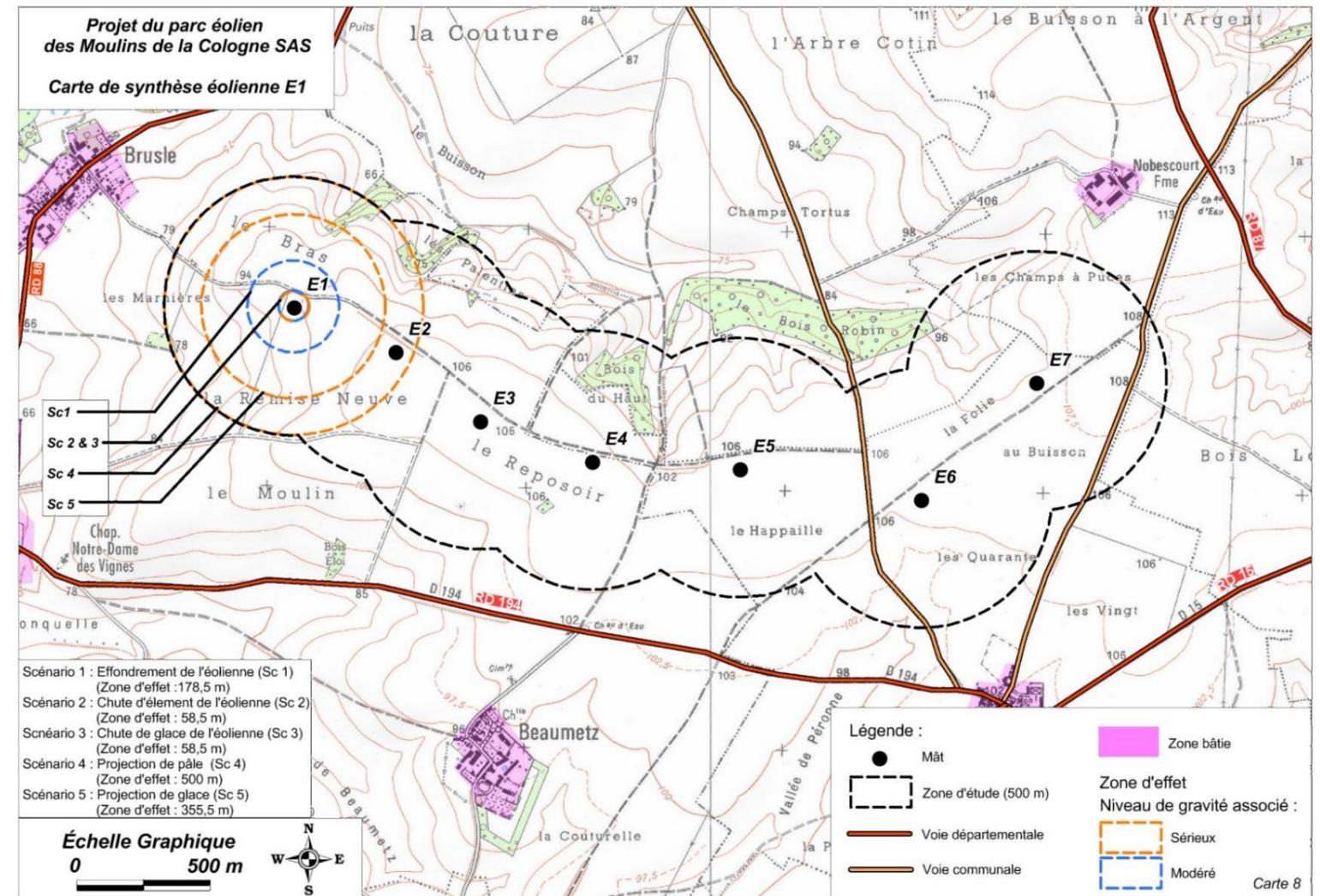
Carte 6 – Synthèse « Gravité » pour l'ensemble du parc éolien

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Probabilité	Éolienne	Gravité
<b>1- Effondrement de l'éolienne</b>	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale : 173,5 à 178 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>D</b>	toutes	Modérée
<b>2-Chute d'élément de l'éolienne</b>	Zone de survol : 57 à 58,5 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>C</b>	toutes	Sérieuse
<b>3-Chute de glace</b>	Zone de survol : 57 à 58,5 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>A</b>	toutes	Modérée
<b>4-Projection de pales</b>	500 m autour de chaque éolienne	Rapide	<b>D</b>	toutes	Sérieuse
<b>5-Projection de glace</b>	1,5 x (H + 2R) : 345,75 à 350,5 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>B</b>	toutes	Sérieuse



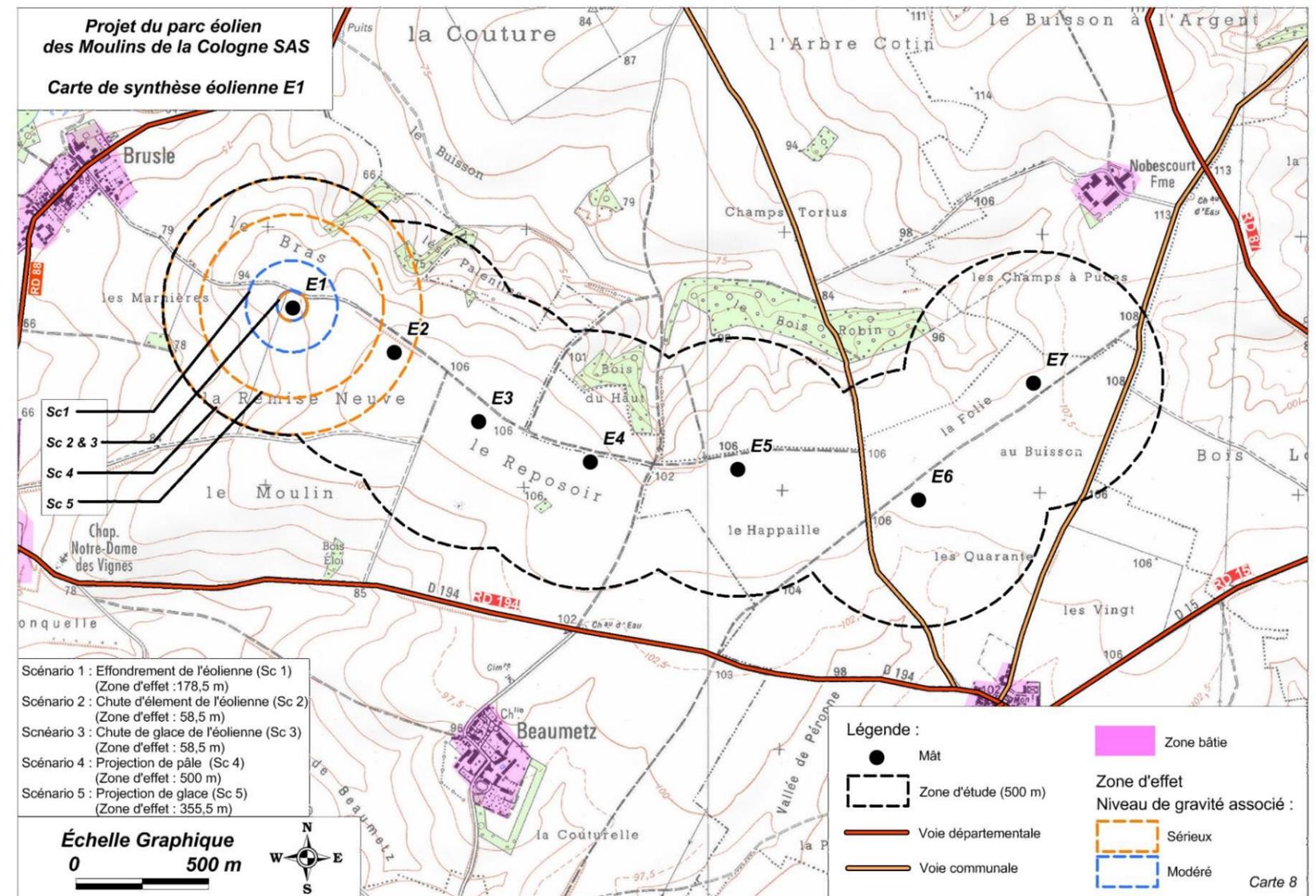
Carte 7 – Synthèse « Intensité » pour l'ensemble du parc éolien

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Probabilité	Éolienne	Intensité	Nb de personnes permanentes exposées
<b>1- Effondrement de l'éolienne</b>	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale : 173,5 à 178 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>D</b>	toutes	Exposition modérée	Moins d'1 personne
<b>2-Chute d'élément de l'éolienne</b>	Zone de survol : 57 à 58,5 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>C</b>	toutes	Exposition modérée à forte	Au plus 1 personne
<b>3-Chute de glace</b>	Zone de survol : 57 à 58,5 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>A</b>	toutes	Exposition modérée	Moins d'1 personne
<b>4-Projection de pales</b>	500 m autour de chaque éolienne	Rapide	<b>D</b>	toutes	Exposition modérée	Moins de 10 personnes
<b>5-Projection de glace</b>	1,5 x (H + 2R) : 345,75 à 350,5 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>B</b>	toutes	Exposition modérée	Moins de 10 personnes



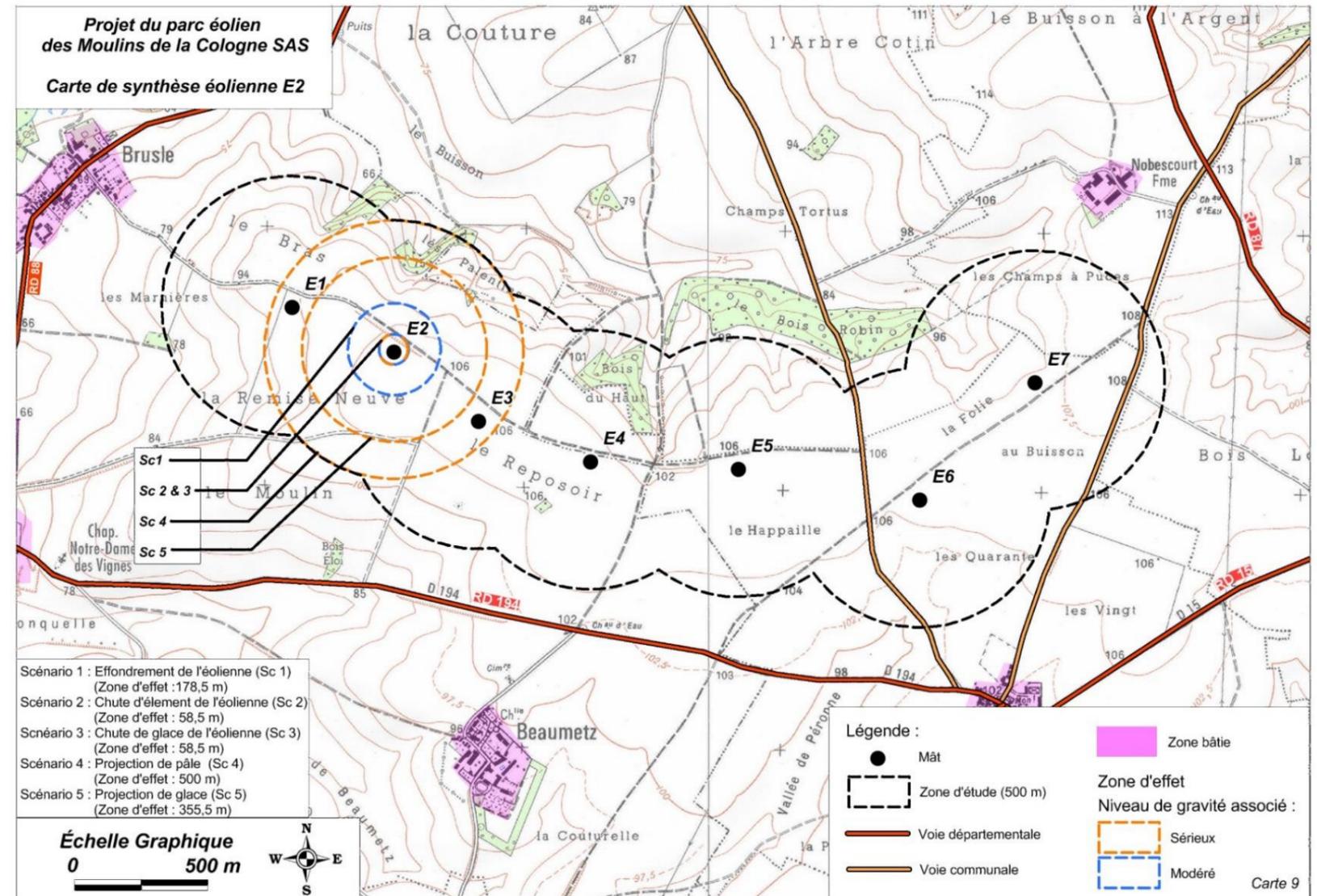
Carte 8 – Synthèse pour l'éolienne E1

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Probabilité	Éolienne	Intensité	Nb de personnes permanentes exposées
<b>1-Effondrement de l'éolienne</b>	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale : 173,5 à 178 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>D</b>	toutes	Exposition modérée	Moins d'1 personne
<b>2-Chute d'élément de l'éolienne</b>	Zone de survol : 57 à 58,5 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>C</b>	toutes	Exposition modérée à forte	Au plus 1 personne
<b>3-Chute de glace</b>	Zone de survol : 57 à 58,5 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>A</b>	toutes	Exposition modérée	Moins d'1 personne
<b>4-Projection de pales</b>	500 m autour de chaque éolienne	Rapide	<b>D</b>	toutes	Exposition modérée	Moins de 10 personnes
<b>5-Projection de glace</b>	1,5 x (H + 2R) : 345,75 à 350,5 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>B</b>	toutes	Exposition modérée	Moins de 10 personnes



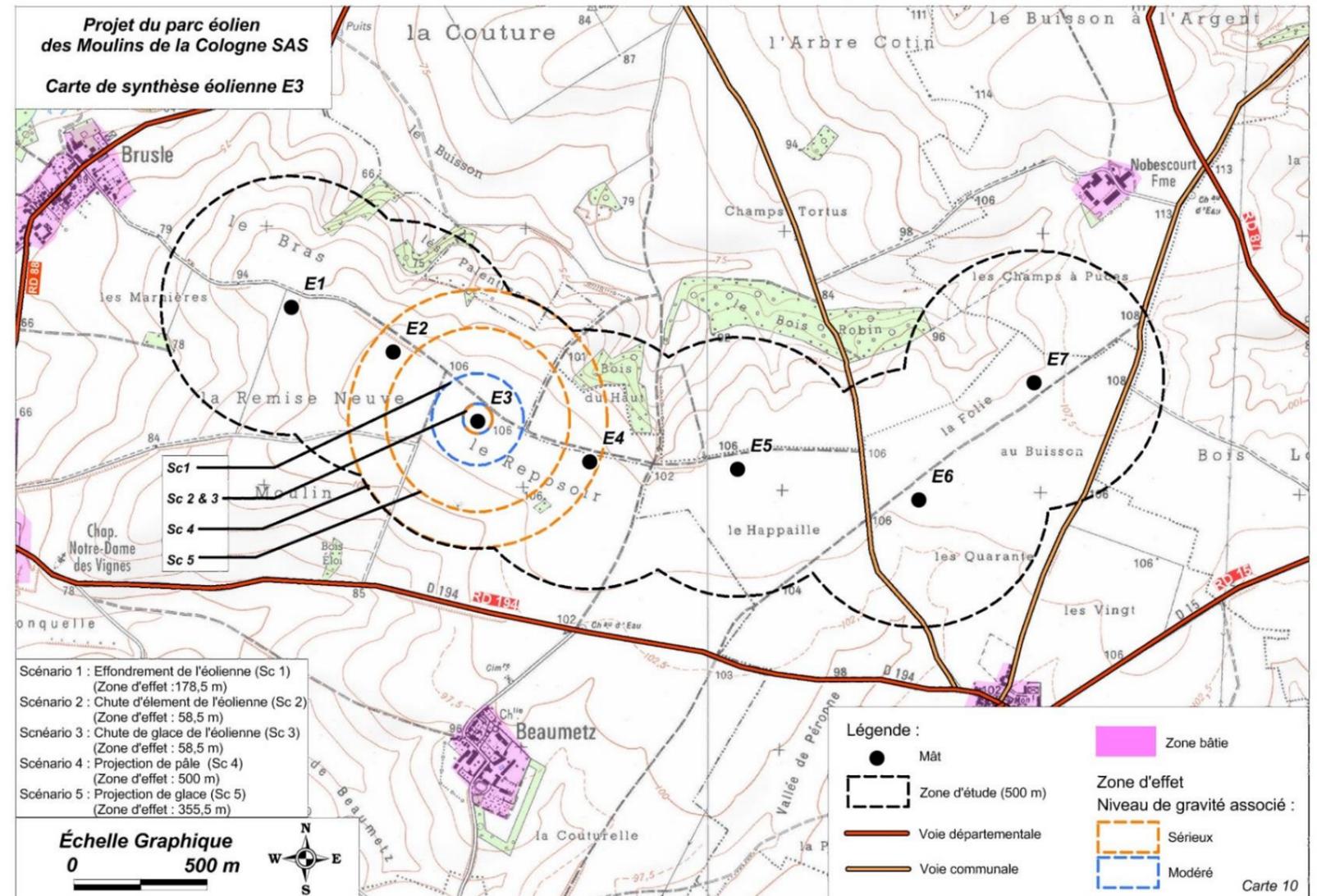
Carte 9 – Synthèse pour l'éolienne E2

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Probabilité	Éolienne	Intensité	Nb de personnes permanentes exposées
<b>1- Effondrement de l'éolienne</b>	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale : 173,5 à 178 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>D</b>	toutes	Exposition modérée	Moins d'1 personne
<b>2- Chute d'élément de l'éolienne</b>	Zone de survol : 57 à 58,5 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>C</b>	toutes	Exposition modérée à forte	Au plus 1 personne
<b>3- Chute de glace</b>	Zone de survol : 57 à 58,5 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>A</b>	toutes	Exposition modérée	Moins d'1 personne
<b>4- Projection de pales</b>	500 m autour de chaque éolienne	Rapide	<b>D</b>	toutes	Exposition modérée	Moins de 10 personnes
<b>5- Projection de glace</b>	1,5 x (H + 2R) : 345,75 à 350,5 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>B</b>	toutes	Exposition modérée	Moins de 10 personnes



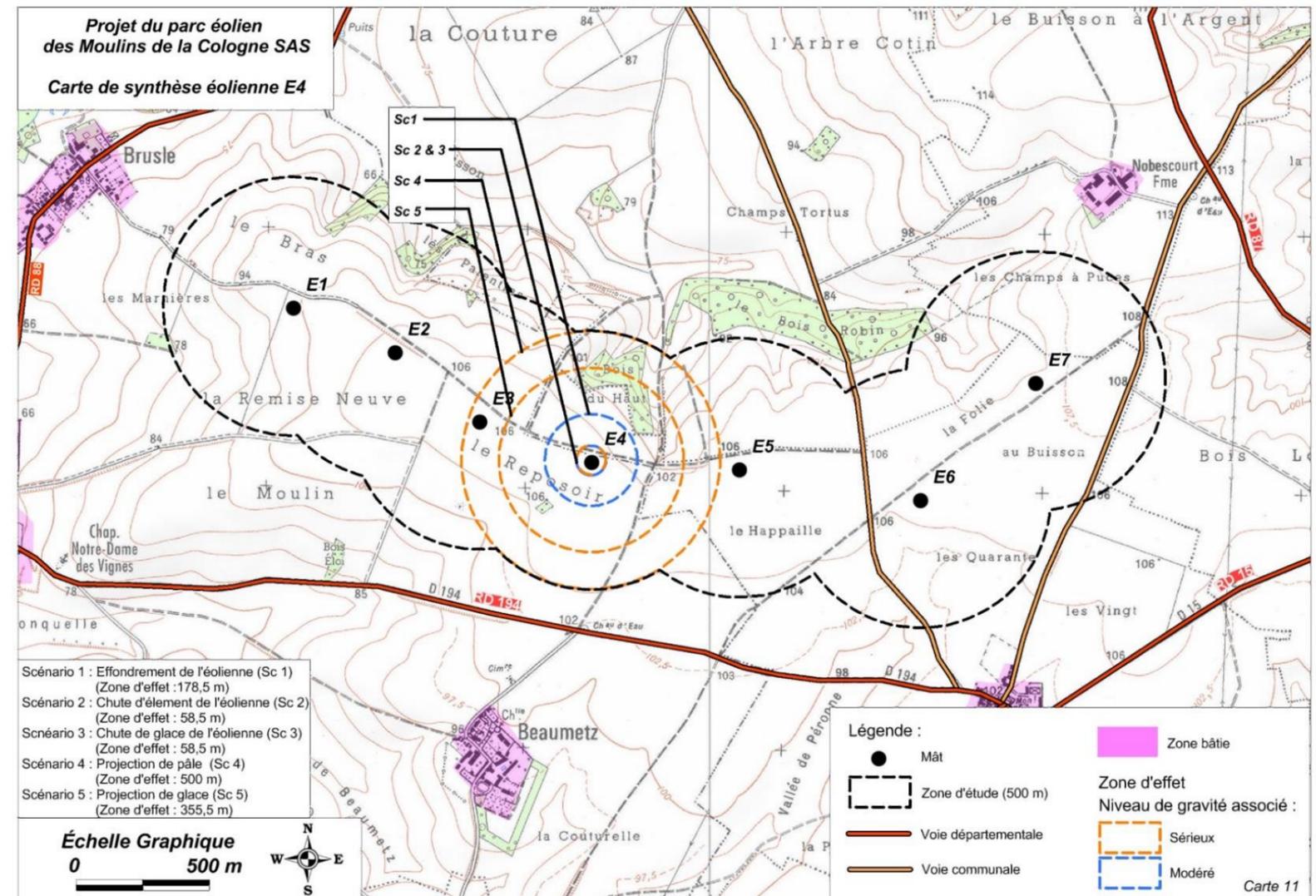
Carte 10 – Synthèse pour l'éolienne E3

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Probabilité	Éolienne	Intensité	Nb de personnes permanentes exposées
<b>1- Effondrement de l'éolienne</b>	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale : 173,5 à 178 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>D</b>	toutes	Exposition modérée	Moins d'1 personne
<b>2-Chute d'élément de l'éolienne</b>	Zone de survol : 57 à 58,5 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>C</b>	toutes	Exposition modérée à forte	Au plus 1 personne
<b>3-Chute de glace</b>	Zone de survol : 57 à 58,5 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>A</b>	toutes	Exposition modérée	Moins d'1 personne
<b>4-Projection de pales</b>	500 m autour de chaque éolienne	Rapide	<b>D</b>	toutes	Exposition modérée	Moins de 10 personnes
<b>5-Projection de glace</b>	1,5 x (H + 2R) : 345,75 à 350,5 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>B</b>	toutes	Exposition modérée	Moins de 10 personnes



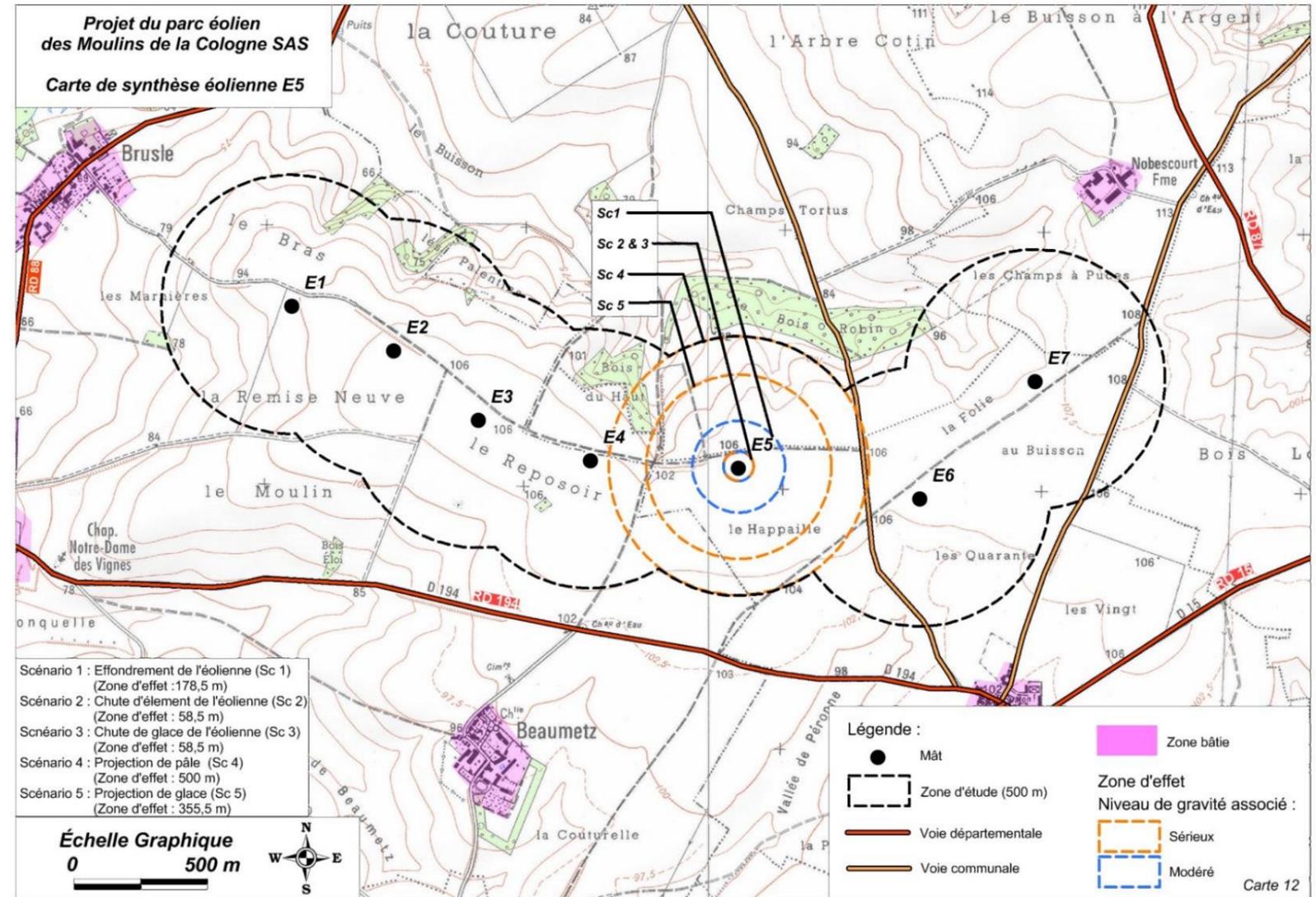
Carte 11 – Synthèse pour l'éolienne E4

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Probabilité	Éolienne	Intensité	Nb de personnes permanentes exposées
<b>1-Effondrement de l'éolienne</b>	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale : 173,5 à 178 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>D</b>	toutes	Exposition modérée	Moins d'1 personne
<b>2-Chute d'élément de l'éolienne</b>	Zone de survol : 57 à 58,5 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>C</b>	toutes	Exposition modérée à forte	Au plus 1 personne
<b>3-Chute de glace</b>	Zone de survol : 57 à 58,5 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>A</b>	toutes	Exposition modérée	Moins d'1 personne
<b>4-Projection de pales</b>	500 m autour de chaque éolienne	Rapide	<b>D</b>	toutes	Exposition modérée	Moins de 10 personnes
<b>5-Projection de glace</b>	1,5 x (H + 2R) : 345,75 à 350,5 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>B</b>	toutes	Exposition modérée	Moins de 10 personnes



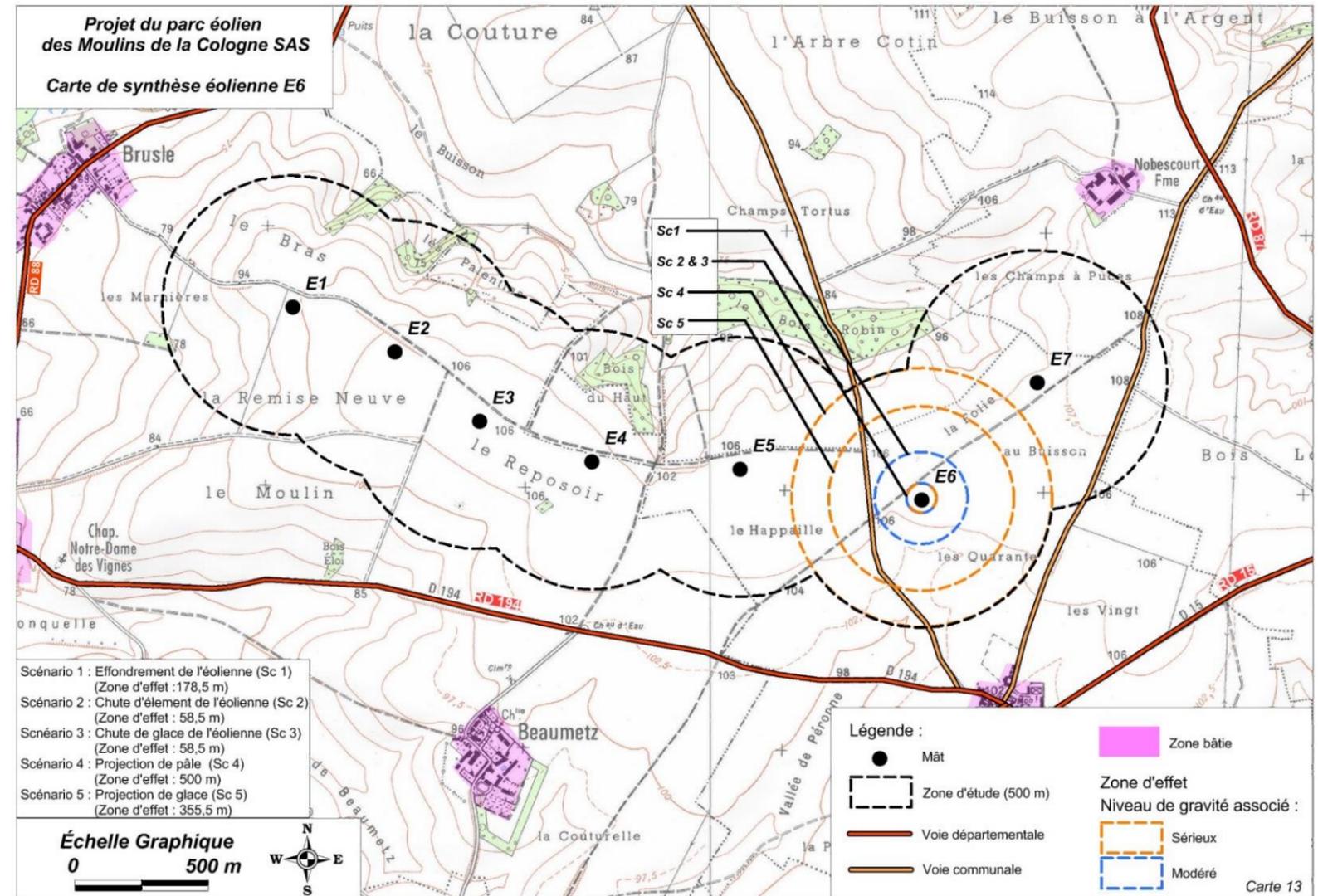
Carte 12 – Synthèse pour l'éolienne E5

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Probabilité	Éolienne	Intensité	Nb de personnes permanentes exposées
<b>1-Effondrement de l'éolienne</b>	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale : 173,5 à 178 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>D</b>	toutes	Exposition modérée	Moins d'1 personne
<b>2-Chute d'élément de l'éolienne</b>	Zone de survol : 57 à 58,5 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>C</b>	toutes	Exposition modérée à forte	Au plus 1 personne
<b>3-Chute de glace</b>	Zone de survol : 57 à 58,5 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>A</b>	toutes	Exposition modérée	Moins d'1 personne
<b>4-Projection de pales</b>	500 m autour de chaque éolienne	Rapide	<b>D</b>	toutes	Exposition modérée	Moins de 10 personnes
<b>5-Projection de glace</b>	1,5 x (H + 2R) : 345,75 à 350,5 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>B</b>	toutes	Exposition modérée	Moins de 10 personnes



Carte 13 – Synthèse pour l'éolienne E6

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Probabilité	Éolienne	Intensité	Nb de personnes permanentes exposées
<b>1-Effondrement de l'éolienne</b>	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale : 173,5 à 178 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>D</b>	toutes	Exposition modérée	Moins d'1 personne
<b>2-Chute d'élément de l'éolienne</b>	Zone de survol : 57 à 58,5 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>C</b>	toutes	Exposition modérée à forte	Au plus 1 personne
<b>3-Chute de glace</b>	Zone de survol : 57 à 58,5 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>A</b>	toutes	Exposition modérée	Moins d'1 personne
<b>4-Projection de pales</b>	500 m autour de chaque éolienne	Rapide	<b>D</b>	toutes	Exposition modérée	Moins de 10 personnes
<b>5-Projection de glace</b>	1,5 x (H + 2R) : 345,75 à 350,5 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>B</b>	toutes	Exposition modérée	Moins de 10 personnes



Carte 14 – Synthèse pour l'éolienne E7

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Probabilité	Éolienne	Intensité	Nb de personnes permanentes exposées
<b>1-Effondrement de l'éolienne</b>	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale : 173,5 à 178 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>D</b>	toutes	Exposition modérée	Moins d'1 personne
<b>2-Chute d'élément de l'éolienne</b>	Zone de survol : 57 à 58,5 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>C</b>	toutes	Exposition modérée à forte	Au plus 1 personne
<b>3-Chute de glace</b>	Zone de survol : 57 à 58,5 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>A</b>	toutes	Exposition modérée	Moins d'1 personne
<b>4-Projection de pales</b>	500 m autour de chaque éolienne	Rapide	<b>D</b>	toutes	Exposition modérée	Moins de 10 personnes
<b>5-Projection de glace</b>	1,5 x (H + 2R) : 345,75 à 350,5 m (selon modèle d'éolienne)	Rapide	<b>B</b>	toutes	Exposition modérée	Moins de 10 personnes

