



VOLUME 5b – ETUDE DE DANGERS

Parc éolien de Sole de Fours

**Communes de Flaucourt, Assevillers,
Dompierre-Becquincourt**

Département : Somme (80)

Janvier 2019 – VERSION N°1





ATER Environnement

RCS de Compiègne n° 534 760 517 – Code APE : 7112B

Siège : 38, rue de la Croix Blanche – 60680 GRANDFRESNOY

Tél : 03 60 40 67 16 – Mail : audrey.moneger@ater-environnement.fr

Rédacteur : Mme Audrey MONEGER

SOMMAIRE

1	Préambule	5		
1 - 1	Objectif de l'étude dangers	5		
1 - 2	Le contexte législatif et réglementaire	5		
1 - 3	Nomenclature des installations classées	6		
2	Informations générales concernant l'installation	7		
2 - 1	Renseignements administratifs	7		
2 - 2	La société GLOBAL WIND POWER	7		
2 - 3	Localisation du site	11		
2 - 4	Définition du périmètre de l'étude	11		
3	Description de l'environnement de l'installation	13		
3 - 1	Environnement lié à l'activité humaine	13		
3 - 2	Environnement naturel	16		
3 - 3	Environnement matériel	23		
3 - 4	Cartographie de synthèse	27		
4	Description de l'installation	35		
4 - 1	Caractéristiques de l'installation	35		
4 - 2	Fonctionnement de l'installation	38		
4 - 3	Fonctionnement des réseaux de l'installation	48		
5	Identification des potentiels de dangers de l'installation	53		
5 - 1	Potentiels de dangers liés aux produits	53		
5 - 2	Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation	54		
5 - 3	Réduction des potentiels de dangers à la source	54		
6	Analyse des retours d'expérience	57		
6 - 1	Inventaire des accidents et incidents en France	57		
6 - 2	Inventaire des accidents et incidents à l'international	60		
6 - 3	Inventaire des accidents et incidents survenus sur les sites de l'exploitant	61		
6 - 4	Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience	61		
6 - 5	Limites d'utilisation de l'accidentologie	62		
7	Analyse préliminaire des risques	63		
7 - 1	Objectif de l'analyse préliminaire des risques	63		
7 - 2	Recensement des événements exclus de l'analyse des risques	63		
7 - 3	Recensement des agressions externes potentielles	63		
7 - 4	Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques	64		
7 - 5	Effets dominos sur les ICPE	66		
7 - 6	Mise en place des mesures de sécurité	66		
7 - 7	Conclusion de l'analyse préliminaire des risques	70		
8	Etudes détaillées des risques	71		
8 - 1	Rappel des définitions	71		
8 - 2	Détermination des paramètres pour l'étude détaillée des risques	73		
8 - 3	Synthèse de l'étude détaillée des risques	80		
9	Conclusions	83		
10	Annexes	85		
10 - 1	Scénarios génériques issus de l'analyse préliminaire des risques	85		
10 - 2	Probabilité d'atteinte et risque individuel	87		
10 - 3	Glossaire	87		
10 - 4	Bibliographie	89		
10 - 5	Table des illustrations	89		
10 - 6	K-bis de la société « WP France 24 SAS »	91		
10 - 7	Type certificate	92		
10 - 8	Note de présentation et mémoire descriptif – Lots et raccordements électriques internes au parc éolien	103		

1 PREAMBULE

1 - 1 Objectif de l'étude dangers

La présente étude de dangers a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par la société « WP France 24 SAS », assistants à la maîtrise d'ouvrage et futurs exploitants du parc, pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques du parc éolien de Sole de Fours sur les communes d'Assevillers, de Dompierre-Becquincourt et de Flaucourt, autant que technologiquement réalisable et économiquement acceptable, et 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 de Sole de Fours. Le choix de la méthode d'analyse utilisée et la justification des mesures de prévention, de protection et d'intervention sont adaptés à la nature et la complexité des installations et de leurs risques.

Elle précise l'ensemble des mesures de maîtrise des risques mises en œuvre sur le parc éolien de Sole de Fours, 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.

Cette étude a été réalisée à partir du guide de l'étude de dangers de Mai 2012 élaboré par l'INERIS, en étroite collaboration avec la DGPR, le SER et la FEE.

1 - 2 Le contexte législatif et réglementaire

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

L'arrêté du 29 septembre 2005, relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation, fournit un cadre méthodologique pour les évaluations des scénarios d'accident 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 D.181-15-2 du Code de l'Environnement, modifié par le décret n° 2017-609 du 24 avril 2017 :

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

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

D'autres textes législatifs et réglementaires, relatifs aux ICPE soumises à autorisation, s'appliquent aux études de dangers :

- Loi n°2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages ;
- Décret n°2005-1170 du 13 septembre 2005 modifiant le décret n°77-1133 du 21 septembre 1977 pris pour application de la loi n°76-663 du 19 juillet 1976 relative aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.
- Arrêté du 10 mai 2000 relatif à la prévention des accidents majeurs impliquant des substances ou des préparations dangereuses présentes dans certaines catégories d'Installations Classées pour la Protection de l'Environnement soumises à autorisation.
- Arrêté du 29 septembre 2005 modifiant l'arrêté du 10 mai 2000 relatif à la prévention des accidents majeurs impliquant des substances ou des préparations dangereuses présentes dans certaines catégories d'Installations Classées pour la Protection de l'Environnement soumises à autorisation.

1 - 3 Nomenclature des installations classées

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

N°	A – Nomenclature des installations classées		
	Désignation de la rubrique.	A, E, D, S, C (1)	Rayon (2)
2980	Installation terrestre de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs :		
	1. Comprenant au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m ;	A	6
	2. Comprenant uniquement des aérogénérateurs dont le mât à une hauteur inférieure à 50 m et au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur maximale supérieure ou égale à 12 m et pour une puissance totale installée :		
	a) Supérieure ou égale à 20 MW.....	A	6
	b) Inférieure à 20 MW.....	D	

(1) A : autorisation, E : enregistrement, D : déclaration, S : servitude d'utilité publique, C : soumis au contrôle périodique prévu par l'article L. 512-11 du code de l'environnement
(2) Rayon d'affichage en kilomètres

Tableau 1 : Nomenclature ICPE pour l'éolien terrestre (source : décret n°2011-984 du 23 août 2011)

Le parc éolien de Sole de Fours comprend au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 m (entre 114 m et 119 m à hauteur de moyeu pour ce site) : cette installation est donc soumise à autorisation (A) au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement et doit présenter une étude de dangers au sein de sa demande d'autorisation unique. Pour rappel, le rayon d'affichage est de 6 km.

Remarque : De manière plus précise, le projet de parc éolien de Sole de Fours est constitué de 8 éoliennes. Le modèle d'éolienne utilisé pour le parc éolien n'est pas encore arrêté à la date du dépôt du présent dossier. Cependant, les données de vent sur le site ainsi que les contraintes et servitudes techniques identifiées ont permis de définir une enveloppe dimensionnelle maximale (gabarit) et deux modèles d'éoliennes adaptés. Les principales caractéristiques des éoliennes envisagées sont présentées dans le tableau suivant. Le parc comprend également quatre postes de livraison.

Nom de la machine	Constructeur	Puissance (MW)	Hauteur au moyeu (m)	Diamètre rotor (m)	Hauteur en bout de pale (m)
M122	SENVION	3,4	119	122	180
N131	NORDEX	3,9	114	131	179,5

Tableau 2 : Inventaire des éoliennes possibles pour le projet de Sole de Fours (source : GLOBAL WIND POWER, 2018)

⇒ Ainsi, pour le parc éolien de Sole de Fours, la hauteur maximale, en bout de pale, des éoliennes sera de 180 m pour une puissance totale maximale de 31,2 MW.

2 INFORMATIONS GENERALES CONCERNANT L'INSTALLATION

2 - 1 Renseignements administratifs

Le demandeur est la société « WP France 24 SAS », le Maître d'Ouvrage du projet et futur exploitant du parc.

L'objectif final de la société « WP France 24 SAS » est la construction du parc avec les éoliennes les plus adaptées au site, la mise en service, l'opération et la maintenance du parc pendant la durée d'exploitation du parc éolien.

La société du « WP France 24 SAS » sollicite l'ensemble des autorisations liées à ce projet et prend l'ensemble des engagements en tant que future société exploitante du parc éolien.

Raison sociale	WP France 24
Forme juridique	Société par Actions Simplifiées à associé unique (SASU)
Capital social	6 000 euros
Siège social	52-54 Quai de Dion Bouton Tour Vista 92 800 Puteaux
Registre du commerce	823 423 496 R.C.S. Nanterre
N° SIRET	823 423 496 000 61
Code NAF	3511Z / Production d'électricité

Tableau 3 : Référence administrative de la société « WP France 24 » (source : GLOBAL WIND POWER, 2018)

Nom	SANDAGER
Prénom	Michael
Nationalité	Danoise
Qualité	Président

Tableau 4 : Référence du signataire pouvant engager la société (GLOBAL WIND POWER, 2018)

La présente étude de dangers a été rédigée par Madame Audrey MONEGER du bureau d'études ATER Environnement dont l'ensemble des coordonnées administratives se trouve au verso de la page de garde.

2 - 2 La société GLOBAL WIND POWER

2 - 2a Histoire

La société GLOBAL WIND POWER (GWP) a été fondée au Danemark en 1999 par Henrik Amby Jensen, travaillant dans le secteur éolien depuis 1996.

Au début de l'année 2003, l'expansion rapide des activités de la société sur le marché allemand, a conduit naturellement à la création de la filiale GLOBAL WIND POWER Deutschland GmbH. Depuis, la société a investi un certain nombre de marchés prometteurs à court ou à long terme : la Bulgarie en 2006, la Roumanie en 2010 et la France, en avril 2009, via l'acquisition de la SARL Vent Invest qui développait des projets éoliens depuis 2002 et qui, par la transformation de sa raison sociale, devient la filiale française GLOBAL WIND POWER France SAS. Depuis 2015, GWP développe également des projets sur de nouveaux marchés tels que le Maroc.

Depuis avril 2016, GWP France ApS, société de droit danois et actionnaire unique de GWP France SAS, est détenue à 49 % par GWP Europe (propriété de deux actionnaires privés, dont Henrik Amby) et à 51 % par la société norvégienne Fred. Olsen Renewables (FOR), filiale énergies renouvelables du groupe maritime Fred. Olsen.

2 - 2b Présentation de Global Wind Power et de WP France 24

Pour chaque parc éolien français, GLOBAL WIND POWER constitue une "société de projet" et une holding. Cette société porte les droits et autorisations du parc éolien. Elle est ainsi titulaire des autorisations de construire et d'exploiter, et également propriétaire du parc éolien. La société de projet est une société de droit français, détenue à 100 % par une holding Allemande.

Dans le cadre du projet de Sole de Fours, la société de projet est la société WP FRANCE 24. Cette société de projet est une société par actions simplifiée à associé unique au capital de 6 000,00 €, domiciliée au 52 Quai de Dion Bouton - 92800 Puteaux (voir KBis en annexe de la présente étude). Sa Holding, Wind 1028, société de droit allemand au capital de 25 000 € est domiciliée Industriestrasse 22, 25813 Husum.

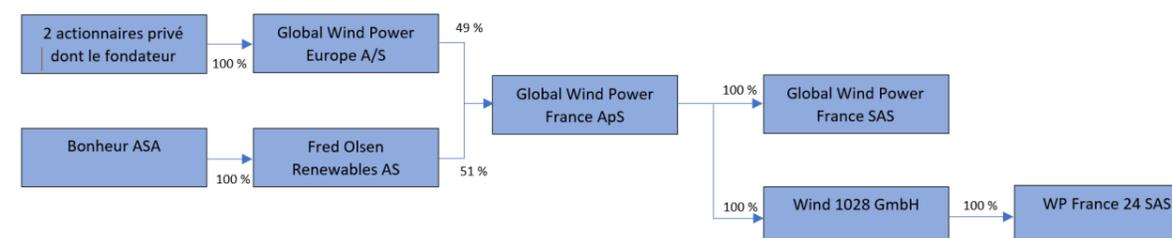


Figure 1 : Actionariat de la société de projet du projet de Sole de Fours (source : GLOBAL WIND POWER, 2018)

Aujourd'hui, GLOBAL WIND POWER est l'un des principaux accompagnateurs de projets éoliens en Europe et a été impliqué dans la construction, la gestion ou la maintenance de plus de 330 éoliennes au Danemark, en Allemagne, en Bulgarie, en Roumanie et en France, sur **63** parcs éoliens d'une puissance totale de **648 MW**.

En France, Global Wind Power a déjà développé 114 MW éoliens, construits ou en cours de construction ; plus de 400 MW sont en cours de développement.

Projets	Région	Nombre d'éoliennes	Type	Puissance totale	Mise en service
FRANCE					
Vallée de l'Aa 2 Est	Nord-Pas-de-Calais	2	V112	6,9 MW	2018
Vallée de l'Aa 2	Nord-Pas-de-Calais	5	V112 – V90	13,2 MW	2017
Pays Jusséen	Franche Comté	8	V 110	16 MW	2017
Les Gourlus	Champagne-Ardenne	12	V112	39,6 MW	2016
La Guenelle	Champagne-Ardenne	11	V90	22 MW	2014
Vallée de l'Aa	Nord-Pas-de-Calais	4	V90	8 MW	2013
Montdidier	Picardie	4	V90	8 MW	2010
ROUMANIE					
Smulti	Galati	1	V90	2 MW	2011
Verlezi	Galati	3	V90	6 MW	2011
Schela	Galati	4	V90	8 MW	2012
Insuratei	Galati	5	V90	10 MW	2012
Cuza Voda	Constanta	3	V90	6 MW	2012
Pechea I+II	Galati	4	V90	8 MW	2012
Mahmudia	Tulcea	2	V90	4 MW	2012
Gebeleisis	Galati	35	V90	35 MW	2012
BULGARIE					
Hrabovo	Balchik	7	V90	14 MW	2011
Shabla	Kavarna	7	V90	21 MW	2010
Kamen Briag	Kavarna	6	V90	18 MW	2009
Kavarna	Kavarna	1	V90	3 MW	2009
Long Man	Kavarna	5	V90	10 MW	2007/2008
ALLEMAGNE					
Dittelsdorf	Sachsen	3	V90	6 MW	2010
Stüdenitz III	Brandenburg	2	V90	4 MW	2009
Niederkrüchten	Nordrhein-Westfalen	2	V90	4 MW	2008
Ostbevern	Nordrhein-Westfalen	1	V90	2 MW	2008
Haidberg Oberkotzau	Bayern	3	V90	6 MW	2007
Markee	Brandenburg	2	V90	4 MW	2007
Schönwalde	Brandenburg	11	V90	22 MW	2007
Watzerath	Rheinland-Phalz	13	V90	26 MW	2007
Gronau	Nordrhein-Westfalen	4	V90	8 MW	2006/2007
Ganzer	Brandenburg	5	V90	10 MW	2006
Biegen	Brandenburg	5	V90	10 MW	2006
Hohenwalde	Brandenburg	1	V90	2 MW	2006

Niedere Börde	Sachsen-Anhalt	6	V80	12 MW	2006
Wangenheim-Hoch.	Thüringen	11	V90	22 MW	2006
Haldensleben	Sachsen-Anhalt	2	V80	4 MW	2006
Elsterheide	Sachsen-Anhalt	11	V90	22 MW	2005/2006
Stüdenitz	Brandenburg	23	V82	34,50 MW	2005
Stüdenitz	Brandenburg	1	V82	1,50 MW	2006
Scheerhorn	Niedersachsen	3	V80	6 MW	2005
Langeneichstädt	Sachsen-Anhalt	2	V80	4 MW	2005
Boxberg	Baden-Württemberg	5	V90	10 MW	2004
Katzenberg	Thüringen	14	V52	11,90 MW	2004
Dienstweiler	Rheinland-Pfalz	4	V90	8 MW	2004
Herbsleben	Hessen	1	V80	2 MW	2004
Gangloffsömmern	Hessen	1	V80	2 MW	2004
Willmersdorf	Brandenburg	2	V80	4 MW	2003/2004
Wickede	Nordrhein-Westfalen	1	V80	2 MW	2003
Timpberg	Brandenburg	5	V80	10 MW	2003
Söderhof	Niedersachsen	1	V52	0,85 MW	2003
Söderhof	Niedersachsen	1	V80	2 MW	2003
Saerbeck	Nordrhein-Westfalen	3	V80	6 MW	2003
Schulte	Nordrhein-Westfalen	1	V80	2 MW	2003
Burgerroth	Bayern	1	V80	2 MW	2003
Bad Lippspringe	Nordrhein-Westfalen	2	V52	1,70 MW	2003
Weissandt-Göhlzau	Sachsen-Anhalt	6	V52	5,10 MW	2003
Wettringen	Nordrhein-Westfalen	4	V80	8 MW	2003
Ochtrup	Nordrhein-Westfalen	2	V80	4 MW	2002/2003
Bückwitz	Brandenburg	8	V52	6,80 MW	2002/2003
Krevese	Sachsen-Anhalt	1	V80	2,00 MW	2002
Krevese	Sachsen-Anhalt	13	V80	26,00 MW	2002
Ringelheim	Niedersachsen	4	V80	8,00 MW	2002
DANEMARK					
Harring	Thy - DK	3	V52	2,55 MW	2002
Gisselbæk	Thy - DK	3	V66	5,25 MW	2002
Tagmarken	Thy - DK	6	V66	10,50 MW	2002
		Total éoliennes	330	Total MW	641.45 MW

Tableau 5 : Les réalisations de la société GLOBAL WIND POWER (source : GLOBAL WIND POWER, 2018)

En France, GLOBAL WIND POWER France propose le développement de parcs publics (lorsque la collectivité a des ressources financières suffisantes), des projets mixtes comme les SEM, des projets à financement privés avec participation des citoyens ou le développement de projets strictement privés.

Parmi ses réalisations, Global Wind Power compte le **premier parc éolien public** de France qui consiste en la fourniture, l'installation et l'exploitation de 4 éoliennes VESTAS V90 – 2,0 MW sur le territoire de la commune de Montdidier (80).

2 - 2c Présentation de la société Fred. Olsen Renewables As

Le premier investissement du groupe Fred. Olsen dans les énergies renouvelables remonte à 1997, et concernait un parc éolien Ecossais. Dans la continuité des engagements du groupe dans les activités liées à l'énergie et via la société *Fred. Olsen Renewables AS*, de nombreux autres projets éoliens ont suivi. Aujourd'hui, *Fred. Olsen Renewables AS* est actif en Norvège, en Suède, en Irlande et au Royaume Uni et est propriétaire de 8 parcs éoliens d'une puissance totale cumulée de **583 MW**, se plaçant ainsi comme premier IPP (Independent Power Producer) d'énergie renouvelable au Royaume Uni et 5^{ème} en Europe. **En 2015, les 241 éoliennes de la société ont produit 1 524 GWh.**

Projets	Région	Nombre d'éoliennes	Type	Puissance totale	Mise en service
Royaume-Uni					
Rothes		22	SWT 82	50 MW	2005
Roths II		18	SWT 93	41.4 MW	2013
Paul's Hill		28	SWT 82	64.4 MW	2006
Crystal Rig		25	N 80	62.5 MW	2003
Crystal Rig II		60	SWT 93	138 MW	2010
Mid Hill		33	SWT 93	75.9 MW	2014
Suède					
Fäbodliden	North-east of Vindeln	24	V 112	78 MW	2016
Norvège					
Lista	County of Vest-Agder	31	SWT 93	71 MW	2013

Tableau 6 : Liste des parcs en exploitation de Fred. Olsen Renewables AS (source : GLOBAL WIND POWER, 2018)

36 nouvelles éoliennes sont également en cours de construction au Royaume-Uni, et plusieurs centaines de mégawatts sont en cours de développement au Royaume Uni, en Suède et en Norvège.

En 2016, la branche énergies renouvelables du groupe (*Fred. Olsen Renewables AS* et *Fred. Olsen Ocean Ltd.*) employait environ 800 personnes dans plus de 20 pays.

2 - 2d Présentation du groupe Fred. Olsen

La société *Fred. Olsen & Co.* a été fondée en 1848 par la famille Olsen avec pour cœur de métier le transport maritime. Au fil des années, les activités se sont diversifiées, de la construction de navires à l'exploration pétrolière offshore, le groupe Fred. Olsen est aujourd'hui structuré en 5 secteurs : l'exploration offshore, les énergies renouvelables, la construction et service de parcs éolien, les croisières maritimes et divers investissements, immobiliers notamment.



Figure 2 : Structure du groupe FRED. OLSEN (source : GLOBAL WIND POWER, 2018)

Depuis plus de 15 ans, le groupe est coté à la bourse Norvégienne (Oslo Stock Exchange) sous la holding *Bonheur ASA*, tout comme la filiale *Fred. Olsen Energy ASA*, introduite en bourse en 1997.

⇒ La société GLOBAL WIND POWER est donc devenue un acteur majeur du développement de la filière éolienne française.

Localisation géographique

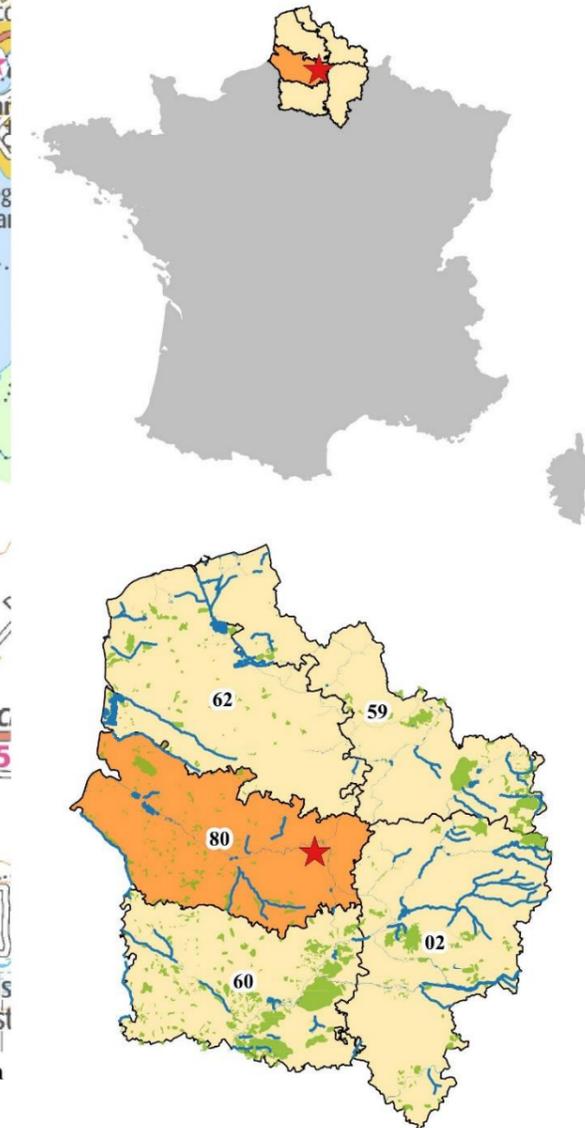
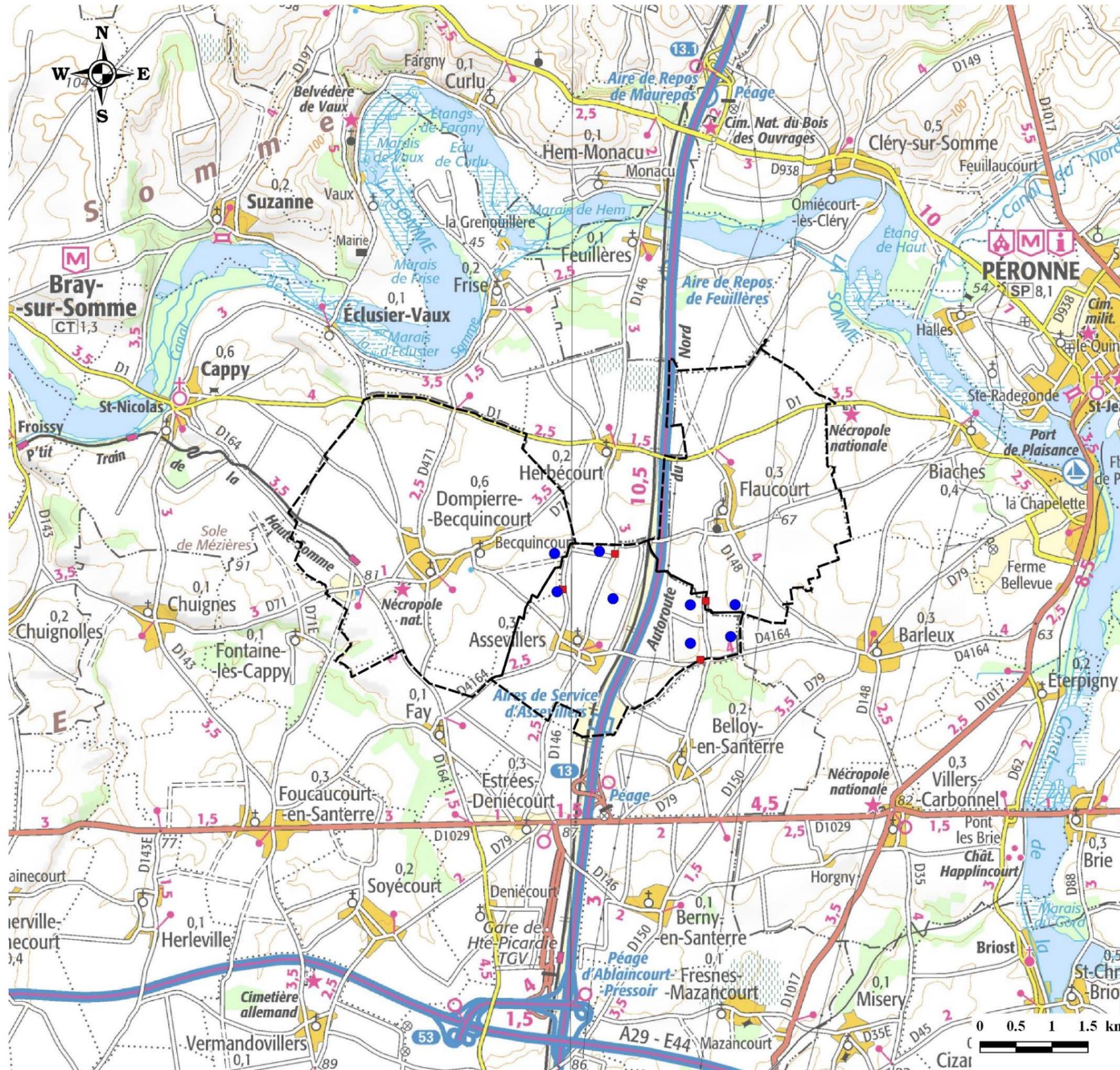
ATER Environnement
Aménagement du Territoire - Energies Renouvelables

Octobre 2018

Source : IGN 100® - Copie et reproduction interdites

Légende

- Parc éolien de Sole de Fours ★ Localisation du projet
- Eolienne
- Poste de livraison
- Limites territoriales
- Limite communale



Carte 1 : Localisation géographique de l'installation

2 - 3 Localisation du site

2 - 3a Localisation générale

Le projet de parc éolien de Sole de Fours est situé dans la région Hauts-de-France, et plus particulièrement dans le département de la Somme, au sein des intercommunalités de la Haute-Somme et Terre de Picardie. Il est localisé sur les territoires communaux de Flaucourt, Assevillers et Dompierre-Becquincourt, de part et d'autre de l'autoroute A1.

Le périmètre d'étude de dangers est situé à environ 6 km au Sud-Ouest du centre-ville de Péronne, à 31 km à l'Ouest du centre-ville de Saint-Quentin et à 37 km à l'Est du centre-ville d'Amiens. Il intègre les communes d'accueil du projet, ainsi que les communes d'Herbecourt, de Belloy-en Santerre et de Barleux.

2 - 3b Identification cadastrale

Les parcelles concernées par l'activité de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent sont présentées dans le tableau ci-après. Toutes ces parcelles sont maîtrisées par le Maître d'Ouvrage via des promesses de bail emphytéotique et de constitution de servitudes, assorties le cas échéant de conventions de renonciation partielle des baux ruraux en cours et de conventions d'indemnisation.

Les limites de propriété de l'installation correspondent aux mâts des éoliennes et aux postes de livraisons. Le détail est présenté dans le tableau ci-contre.

Remarque : La preuve de la maîtrise foncière (attestation) se trouve en annexe du Volume 1 intitulé « Description de la demande », joint au présent dossier de Demande d'Autorisation Unique.

Installation	Commune	Lieu-dit	Section	Numéro
E1	Dompierre-Becquincourt	La Sole du Moulin	ZI	11
E2	Assevillers	Sole de Becquincourt	ZH	32
E3	Assevillers	Sole d'Herbecourt	ZH	46
E4	Assevillers	Sole du Bois Saint-Joseph	ZI	24
E5	Assevillers	Le Fond de Flaucourt	ZK	3
E6	Assevillers	Sole du Bois Saint-Fursy	ZK	21
E7	Flaucourt	Sole de Barleux	ZB	60
E8	Assevillers	Sole du Bois des Ferleaux	ZK	11
PDL 1	Assevillers	Sole d'Herbecourt	ZH	46
PDL 2	Assevillers	Sole de Becquincourt	ZH	32
PDL 3	Flaucourt	Sole de Barleux	ZB	60
PDL 4	Assevillers	Sole du Bois Saint-Fursy	ZK	21

Tableau 7 : Identification des parcelles cadastrales (source : GLOBAL WIND POWER, 2018)

2 - 4 Définition du périmètre de l'étude

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

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

Le périmètre d'étude de dangers n'intègre pas les environs des structures de livraison, qui seront néanmoins représentés sur les cartes. Les expertises réalisées dans le cadre de la présente étude ont en effet montré l'absence d'effet à l'extérieur des postes de livraison pour chacun des phénomènes dangereux potentiels pouvant l'affecter.

Périmètre d'étude de dangers

ATER Environnement
Aménagement du Territoire - Energies Renouvelables

Octobre 2018

Source : IGN 25® - Copie et reproduction interdites



Légende

Périmètre d'étude de dangers (500 m)

Parc éolien de Sole de Fours

Implantation

Zone de surplomb par les pales (0 - 65,5 m)

Poste de livraison

Limite territoriale

Limite communale

Carte 2 : Définition du périmètre d'étude de dangers

3 DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

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

3 - 1 Environnement lié à l'activité humaine

3 - 1a Zones urbanisées et urbanisables

L'habitat est principalement concentré au niveau des communes concernées par le périmètre d'étude de dangers. Ainsi, le parc projeté est éloigné des zones constructibles (construites ou urbanisables dans l'avenir) de :

- **Territoire d'Assevillers :**
 - ✓ Zone urbaine à 590 m de E2, à 630 m de E4 et à 1 085 m de E6.
- **Territoire de Flaucourt :**
 - ✓ Première habitation à 705 m de E7 et à 995 m de E5.
- **Territoire de Dompierre-Becquincourt :**
 - ✓ Zone urbaine à 750 m de E1, à 1 010 m de E2 et à 1 365 m de E3.
- **Territoire d'Herbécourt :**
 - ✓ Première habitation à 1 165 m de E1.
- **Territoire de Belloy-en-Santerre :**
 - ✓ Première habitation à 1 270 m de E6.
- **Territoire de Barleux :**
 - ✓ Première habitation à 1 670 m de E8.

⇒ Dans le périmètre d'étude de dangers, aucune habitation, zone urbaine ou zone à urbaniser n'est présente. La première habitation ou limite de zone destinée à l'habitation est à près de 590 m du parc éolien envisagé, sur la commune d'Assevillers.

Focus démographique sur les communes intégrant le périmètre d'étude de dangers

Les territoires communaux intégrant le périmètre d'étude de dangers sont Assevillers, Dompierre-Becquincourt et Flaucourt, communes d'accueil du projet, et Herbécourt, Barleux et Belloy-en-Santerre. Quelques indicateurs de la population et du logement dans ces communes sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Commune	Nombre d'habitants	Densité (Hab./km ²)	Nombre de logements	Part de ménages propriétaires de leur résidence principale
Assevillers	290	53	128	61,9 %
Dompierre-Becquincourt	701	63,4	312	76,7 %
Flaucourt	290	39,4	135	81,8 %
Barleux	232	31,1	139	73,9 %
Herbécourt	212	47,1	82	66,7 %
Belloy-en-Santerre	154	28,1	82	80 %

Tableau 8 : Quelques indicateurs de la population et du logement (source : INSEE, RP2015)

Ainsi, la commune de Dompierre-Becquincourt, avec 701 habitants en 2015, est la commune la plus peuplée des communes étudiées. La commune de Belloy-en-Santerre est quant à elle la moins peuplée, avec 154 habitants en 2015. Les densités de populations varient de 28,1 hab./km² à 63,4 hab./km².

De manière générale, les habitants des communes du périmètre d'étude de dangers sont majoritairement propriétaires de leur résidence principale, ce qui est une caractéristique des milieux ruraux et ruraux péri-urbains ; les locations étant principalement concentrées dans les villes de taille moyenne à grande.

⇒ Les communes du périmètre d'étude de dangers sont donc relativement peu peuplées, avec, hormis pour la commune de Dompierre-Becquincourt, un maximum de 290 habitants.

⇒ La part de ménages propriétaires de leur résidence principale dans ces communes étant élevée, celles-ci ont donc un caractère rural ou rural péri-urbain.

Documents d'urbanisme

Documents d'urbanisme communaux

▪ Commune d'Assevillers

L'urbanisation du territoire communal d'Assevillers est régie par un Plan Local d'Urbanisme, approuvé en date du 15 septembre 2010 et ayant fait l'objet de plusieurs révisions, dont la dernière a été approuvée le 09 avril 2013. Le parc éolien de Sole de Fours est compatible avec le règlement des zones A et N du Plan Local d'Urbanisme en vigueur (zones dans lesquelles sont implantées les éoliennes et les postes de livraison).

▪ Commune de Dompierre-Becquincourt

L'urbanisation du territoire communal de Dompierre-Becquincourt est régie par un Plan Local d'Urbanisme, approuvé en date du 14 juin 2013. Le parc éolien de Sole de Fours intègre uniquement la zone A (agricole), dans laquelle ne sont pas autorisées les éoliennes. Toutefois, la mise en conformité est en cours. Le récépissé de dépôt de la demande de modification est annexé à l'étude d'impact.

▪ Commune de Flaucourt

Le territoire communal de Flaucourt ne dispose ni d'un Plan Local d'Urbanisme (PLU) rendu public ou approuvé, ni d'un document ayant la même fonction. Il est donc soumis au **Règlement National d'Urbanisme** (RNU). Le parc éolien de Sole de Fours est compatible avec le Règlement National d'Urbanisme.

⇒ Le parc éolien de Sole de Fours est donc compatible avec les documents d'urbanisme en vigueur sur les communes d'Assevillers et de Flaucourt, et la mise en conformité est en cours afin de mettre le Plan Local d'Urbanisme de Dompierre-Becquincourt en compatibilité avec le projet.

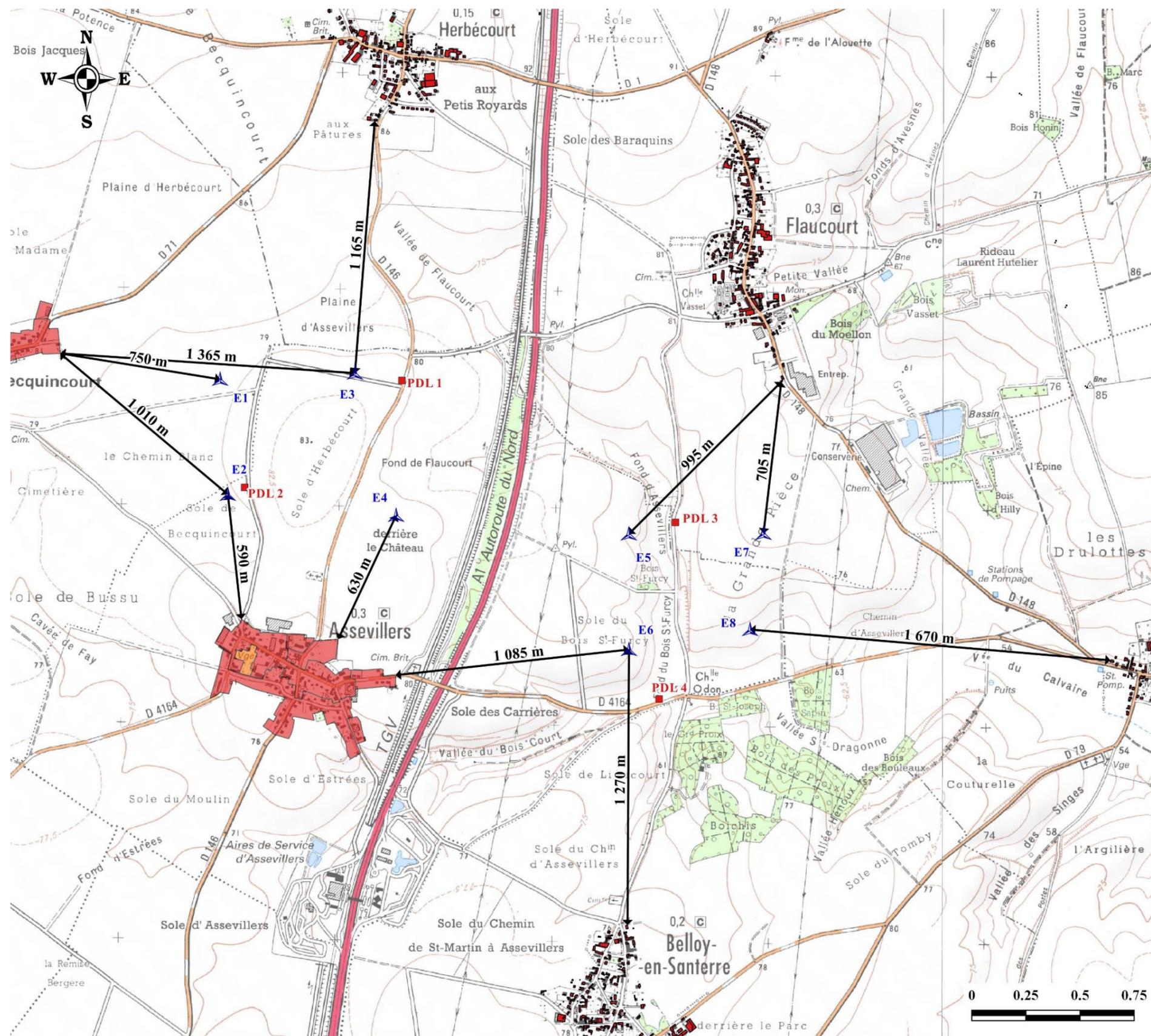
⇒ Une distance d'éloignement de 500 m a été respectée entre les éoliennes et les différentes zones urbaines et à urbaniser afin de respecter la réglementation en vigueur.

Distance aux habitations

ATER Environnement
Aménagement du Territoire - Energies Renouvelables

Octobre 2018

Source : IGN 25® - Copie et reproduction interdites
Cadastré des communes du périmètre d'étude de dangers



Légende

- Parc éolien de Sole de Fours
- ▲ Implantation
- Poste de livraison
- Urbanisme
- Zone urbaine
- Zone à urbaniser
- ↔ Distance aux habitations

0 0.25 0.5 0.75 km

Carte 3 : Distance aux premières habitations, aux zones urbaines et à urbaniser

SCoT

Les communes du périmètre d'étude de dangers intègrent toutes le SCoT du Pays du Santerre Haute Somme approuvé le 18 décembre 2017.

L'étude des orientations du Projet d'Aménagement et de Développement Durable (PADD) du SCoT du Pays du Santerre Haute Somme met en avant la volonté d'« accompagner le développement des énergies renouvelables ». Cet objectif se traduit notamment de la manière suivante : « Le territoire dispose d'un potentiel éolien important pour la production d'énergie. Ce potentiel a été identifié dans le Schéma Régional Eolien (SRE) qui considère une partie du territoire du Pays comme favorable à l'accueil d'éoliennes. Ainsi, il faudra se référer aux zones de développement autorisées par le SRE, définies notamment au regard du principe du respect du patrimoine naturel et paysager. Il est nécessaire d'être attentif au développement de l'éolien et d'encourager les démarches participatives citoyennes dans l'élaboration des projets » (source : PADD SCOT du Santerre Haute Somme).

Ces orientations sont reprises dans le Document d'Orientation et d'Objectifs (DOO) qui souhaite « encourager le développement raisonné de l'éolien ». Il préconise donc de :

- « Prendre en compte les zones identifiées par le Schéma Régional Eolien pour le développement de l'éolien sur le territoire ;
- Evaluer dans le cadre des documents d'urbanisme, les impacts paysagers des projets éoliens et le cas échéant, mettre en place des outils réglementaires afin de préserver les secteurs les plus sensibles ;
- Rester attentif, si l'occasion se présente, à un développement des réseaux énergétiques à moindre coût (réseau de chaleur, méthanisation, etc.) par le biais, notamment de la filière bois et des bio-carburants ».

⇒ Les orientations du SCoT du Pays du Santerre Haute Somme sont donc favorables au développement des énergies renouvelables en général, et à l'énergie éolienne en particulier.

3 - 1b Etablissement recevant du public (ERP)

Aucun établissement recevant du public n'est recensé dans le périmètre d'étude de dangers. L'établissement le plus proche est l'école primaire d'Assevillers, localisée à 790 m au Sud de l'éolienne E4, qui accueille 26 élèves quotidiennement.

⇒ Aucun établissement recevant du public n'intègre le périmètre d'étude de dangers.

3 - 1c Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) et installations nucléaires de base

Installations nucléaires de base

Le département de la Somme n'accueille aucune centrale nucléaire sur son territoire. La centrale nucléaire la plus proche est celle de Penly, située à environ 116 km à l'Ouest du projet de parc éolien de Sole de Fours, dans le département de la Seine-Maritime.

⇒ Aucun établissement nucléaire n'intègre le périmètre d'étude de dangers.

Etablissement SEVESO

Le département de la Somme compte 9 établissements « SEVESO Seuil Haut AS » et 10 établissements « SEVESO Seuil Bas ». Le plus proche est celui de la société BP France à Péronne (SEVESO Seuil Bas), situé à 4,7 km à l'Est de l'éolienne E7.

⇒ Aucun établissement SEVESO n'intègre le périmètre d'étude de dangers.

Etablissement ICPE – hors éolien

Relatif aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (I.C.P.E.), plusieurs établissements sont inventoriés sur les communes intégrant le périmètre d'étude de dangers. Ils sont listés dans le tableau suivant :

Commune	Etablissement	Distance au parc éolien de Sole de Fours (km)
Assevillers	PORET MARC	0,87 S E4
	CARAUROUTES SAS	1,6 SO E6
Dompierre-Becquincourt	ESSO SAF	1,8 S E4
	REGENE SUD	2,9 O E2
	NORVALO	3 O E2
	UNEAL	3,1 O E1
Flaucourt	BONDUELLE	0,65 NE E7
Barleux	LOCHON PIERRE	1,8 E E8
	HORTI PLANTS	2,7 E E8

Tableau 9 : Liste des établissements ICPE présents sur les communes du périmètre d'étude de dangers (source : georisques.gouv.fr et installationsclassées.gouv.fr, 2018).

⇒ Aucun établissement ICPE (hors éolien) n'intègre le périmètre de dangers.

Etablissement ICPE éolien

Aucun parc éolien n'intègre le périmètre d'étude de dangers. Le plus proche est le parc éolien construit de la Couturelle, dont l'éolienne la plus proche est située à 1,6 km au Nord-Est de l'éolienne E7.

A noter également le parc éolien accordé du Haut Plateau, dont l'éolienne la plus proche est située à 1,6 km au Sud-Est de l'éolienne E8.

⇒ Aucun parc éolien n'intègre le périmètre d'étude de dangers.

3 - 1d Autres activités

Le périmètre d'étude de dangers recouvre majoritairement des champs où une activité agricole est exercée (cultures de plateau). Les résultats présentés ci-après sont issus des recensements agricoles de 2010 réalisés par l'AGRESTE.

De manière générale, l'activité agricole du territoire est tournée vers la grande culture avec des exploitations de taille moyenne : entre 76 et 173 hectares/exploitation pour les communes situées dans le périmètre d'étude de dangers.

Commune	Nombre d'exploitations	SAU	Cheptel en UGB	Superficie labourable	Superficie en cultures permanentes	Superficie toujours en herbe
Assevillers	5	585 ha	1	585 ha	0 ha	0 ha
Dompierre-Becquincourt	13	993 ha	28	989 ha	0 ha	4 ha
Flaucourt	5	607 ha	47	601 ha	0 ha	0 ha
Barleux	9	1 226 ha	43	1 216 ha	0 ha	11 ha
Herbécourt	2	347 ha	2	0 ha	0 ha	0 ha
Belloy-en-Santerre	5	449 ha	13	446 ha	0 ha	0 ha

SAU : Surface Agricole Utile ; UGB : Unité Gros Bétail

Tableau 10 : Indicateurs agricoles (source : AGRESTE, Recensement agricole 2010)

Quelques boisements sont également présents dans le périmètre d'étude de dangers, ainsi qu'un cimetière. Il s'agit du cimetière d'Assevillers, situé à 425 m au Sud-Ouest de l'éolienne E4.

La fréquentation maximale estimée du cimetière est de 300 personnes en cas d'enterrement.

- ⇒ Le périmètre d'étude de dangers recouvre principalement des champs sur lesquels une activité agricole est exercée.
- ⇒ Le cimetière d'Assevillers intègre également le périmètre d'étude de dangers.

3 - 2 Environnement naturel

3 - 2a Contexte climatique

Le climat de la région Hauts-de-France est de type **océanique dégradé**. Il comporte des nuances maritimes à l'Ouest et continentales à l'Est. Le climat est caractérisé par des températures hivernales plus douces sur le littoral, l'amplitude thermique étant un peu plus marquée à l'Est.

Remarque : La station de référence la plus proche est celle de Saint-Quentin Roupy, localisée à 26 km au Sud-Est du périmètre d'étude de dangers.

Température

Le climat doux se vérifie, puisqu'on compte 10,3 °C de température moyenne annuelle au niveau de la station de Saint-Quentin – Roupy et des variations saisonnières moyennes (+/- 4°C en été et en hiver).

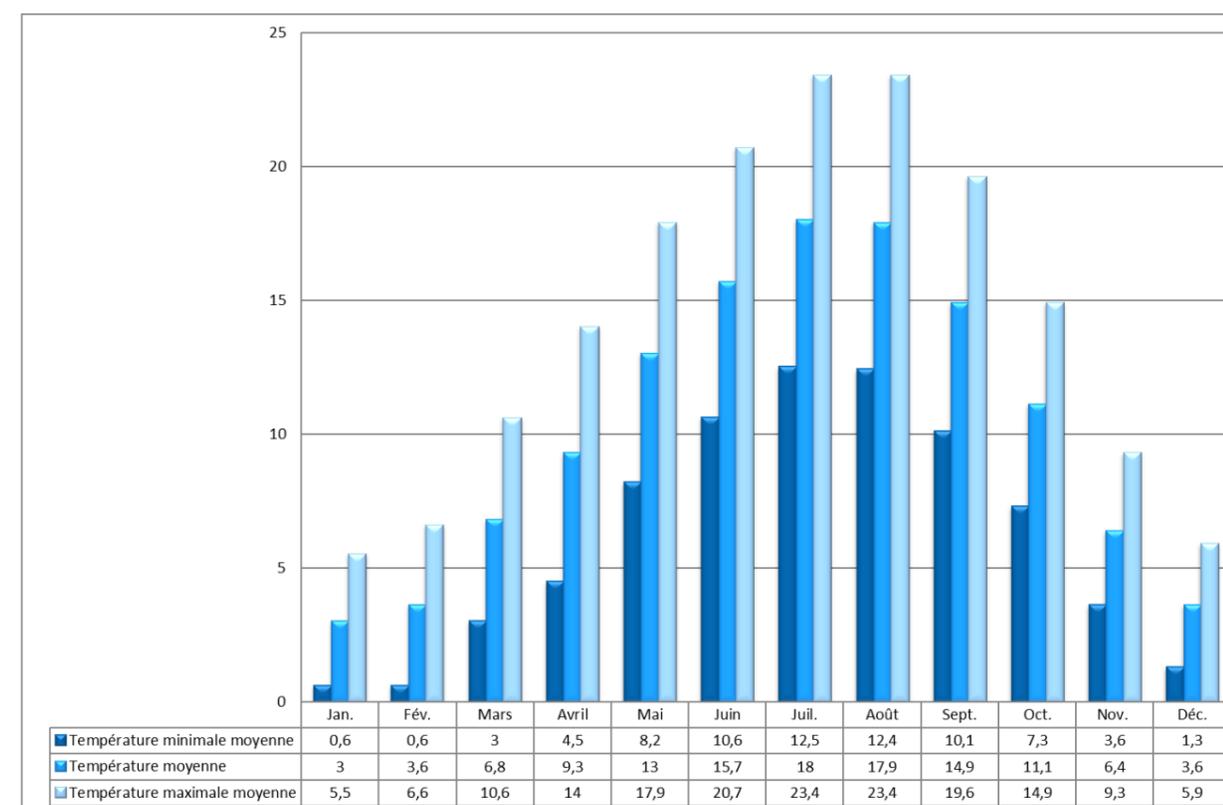


Figure 3 : Illustration des températures de 1981 à 2010 – Station de Saint-Quentin Roupy (source : Infoclimat.fr, 2018)

Pluviométrie

Les précipitations sont réparties toute l'année, avec un maximum au mois d'août, les mois de février et d'avril étant les plus secs. Le total annuel des précipitations est relativement modeste avec 702,6 mm à Saint-Quentin Roupy ; soit inférieur à la station de Nice (767 mm).

Cependant, le nombre de jours de pluie (63 à Nice, 180 à Saint-Quentin) confirme l'influence océanique du climat sur le périmètre d'étude de dangers.

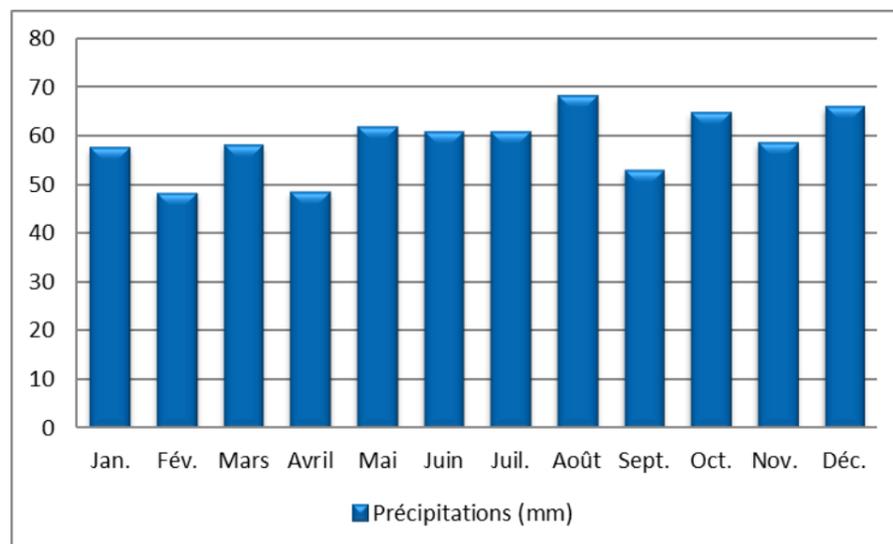


Figure 4 : Illustration des précipitations de 1981 à 2010 – Station de Saint-Quentin Roupy (source : Infoclimat, 2018)

Neige, gel

La ville de Saint-Quentin compte 18 jours de neige par an contre 14 jours pour la moyenne nationale. Elle connaît également 60 jours de gel par an, ce qui est très supérieur à la moyenne nationale comprise entre 20 et 40 jours.

Les températures plus faibles du territoire par rapport au reste de la France entraînent une augmentation du nombre de jours de neige et de gel au niveau du périmètre d'étude de dangers. En conséquence, les choix techniques des éoliennes devront respecter les normes de sécurité, notamment en matière de protection contre les chutes et projections de blocs de glace.

Orage, grêle, brouillard, tempête

La ville de Saint-Quentin compte en moyenne 20 jours d'orage par an. Le climat est faiblement orageux avec une densité de foudroiement (1,3 impact de foudre par an et par km²) inférieure à la moyenne nationale (2 impacts de foudre par an et par km²). Elle connaît également en moyenne 69 jours de brouillard contre 40 jours par an pour la moyenne nationale.

Le vent est dit fort lorsque les rafales dépassent 57 km/h. La ville de Saint-Quentin connaît 60 jours par an de vent fort.

Bien que la densité de foudroiement soit plus faible qu'au niveau national, les éléments verticaux tels que les éoliennes peuvent favoriser la tombée de la foudre. En conséquence, les choix techniques des éoliennes devront respecter les normes de sécurité, notamment en matière de protection contre la foudre.

Ensoleillement

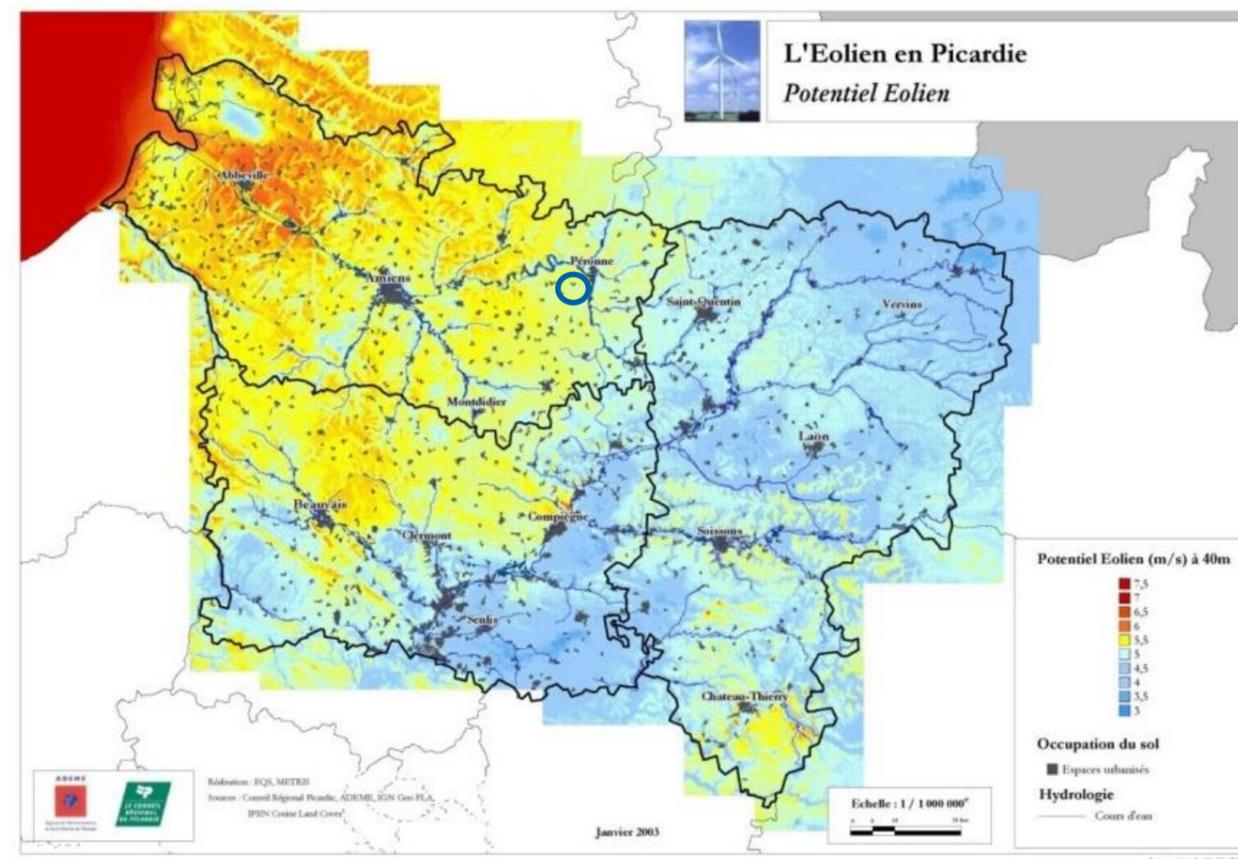
Le secteur d'étude bénéficie d'un ensoleillement inférieur à la moyenne nationale : 1 660 h pour la station de Saint-Quentin Roupy contre 1 973 h pour la moyenne française.

Projet éolien de Sole de Fours (80)

Dossier de demande d'Autorisation Unique

Vent

D'après le Schéma Régional Eolien de l'ancienne région Picardie, le périmètre d'étude de dangers bénéficie de vents dont la vitesse est supérieure à 5,5 m/s à 40 m d'altitude.

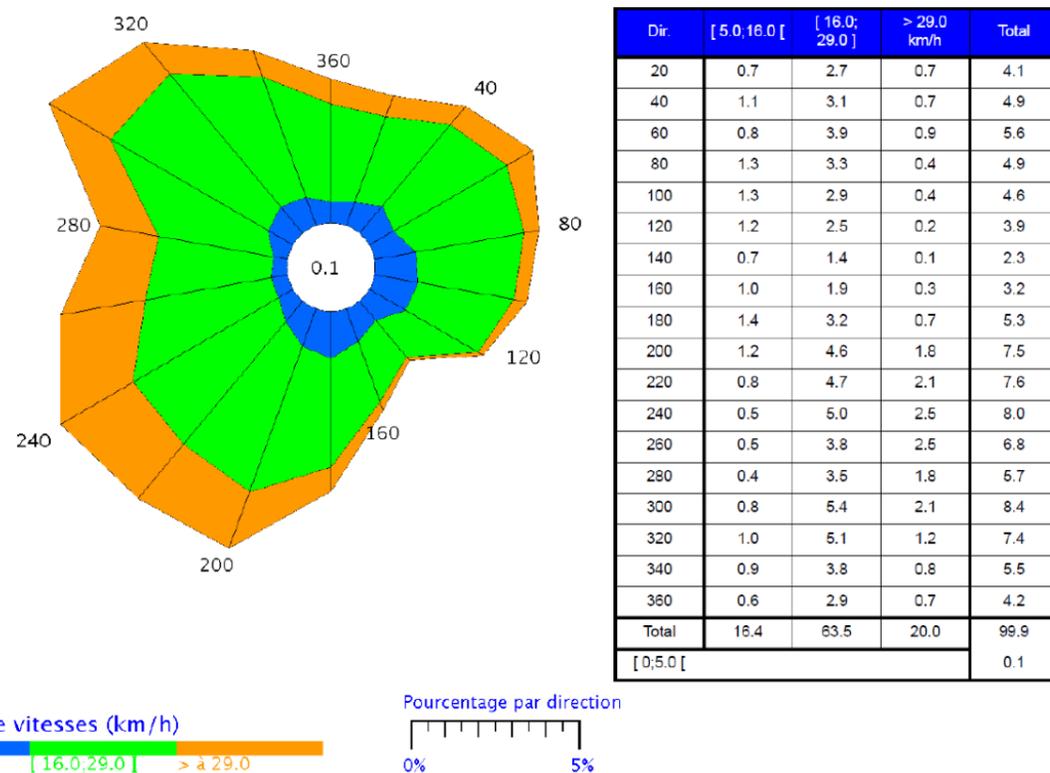


Carte 4 : Gisement éolien de la Picardie, à 40 m d'altitude – Cercle bleu : Zone d'implantation potentielle (source : SRCAE, 2012)

La rose des vents ci-après présente les moyennes des relevés de vent à 10 m de hauteur moyennés sur 10 minutes, de janvier 1988 à décembre 2007, au niveau de la station météo d'Amiens-Glisy (80), distante d'environ 30 km à l'Ouest du périmètre d'étude de dangers. Les vents proviennent de deux directions principales :

- Les vents du Sud-Ouest ;
- Les vents du Nord-Ouest.

Les vents moyens (16 à 29 km/h) sont les plus fréquents puisqu'ils représentent 63,5 % des vents. Les vents forts (supérieurs à 29 km/h) suivent avec 20 % tandis que les vents faibles (5 à 16 km/h) sont minoritaires, avec 16,4 %. Les périodes non ventées sont assez rares dans le secteur.



Dir. : Direction d'où vient le vent en rose de 360° : 90° = Est, 180° = Sud, 270° = Ouest, 360° = Nord le signe + indique une fréquence non nulle mais inférieure à 0.1%

Figure 5 : Rose des vents (source : GLOBAL WIND POWER, 2018)

Au niveau du périmètre d'étude de dangers, les vents mesurés ont une vitesse supérieure à 6,5 m/s à hauteur au moyeu des éoliennes (mât de mesure installé pendant 1 an).

- ⇒ Le périmètre d'étude de dangers est soumis à un climat océanique dégradé.
- ⇒ La vitesse des vents et la densité d'énergie observées au niveau du périmètre d'étude de dangers définissent aujourd'hui ce dernier comme moyennement bien venté.

3 - 2b Risques naturels

L'information préventive sur les risques majeurs naturels et technologiques est essentielle, à la fois pour renseigner la population sur ces risques, mais aussi sur les mesures de sauvegarde mises en œuvre par les pouvoirs publics.

Le droit à cette information, institué en France par la loi du 22 juillet 1987 et inscrit à présent dans le Code de l'Environnement, a conduit à la rédaction dans le département de la Somme d'un Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM) approuvé en 2009 et mis à jour en septembre 2017.

⇒ *L'arrêté préfectoral de la Somme, en date de septembre 2017, fixe la liste des communes concernées par un ou plusieurs risques majeurs. Il indique que les territoires communaux de Flaucourt, d'Assevillers, de Dompierre-Becquincourt, de Barleux, de Belloy-en-Santerre et d'Herbécourt sont concernés par les risques naturels majeurs suivants.*

Commune	Inondation				Mouvement de terrain			Feu de forêt	Séisme	
	Type (Débordement de cours d'eau, littoral, de plaine...)	PPRi (Approuvé ou Prescrit)	Autres plans (AZI, PAPI...)	Arrêtés de catastrophes naturelles (Nombre)	Retrait gonflement des argiles	Cavités	PPRn (Approuvé ou Prescrit)	Arrêtés de catastrophes naturelles (Nombre)	Sensibilité	Sensibilité 1 (très faible) à 5 (forte)
Assevillers	-	-	PAPI de la Somme 2015-2020	2	-	X	-	1	-	1
Flaucourt	-	-	PAPI de la Somme 2015-2020	1	-	-	-	1	-	1
Dompierre-Becquincourt	-	-	PAPI de la Somme 2015-2020	1	-	-	-	1	-	1
Barleux	X	PPRi de la Vallée de la Somme	PAPI de la Somme 2015-2020 AZI de la Somme	2	-	X	-	1	-	1
Belloy-en-Santerre	-	-	PAPI de la Somme 2015-2020	2	-	-	-	1	-	1
Herbécourt	-	-	PAPI de la Somme 2015-2020	1	-	X	-	1	-	1

Légende :

Inondation : PPRi : Plan de Prévention des Risques d'inondation ; AZI : Atlas des Zones Inondables ; PAPI : Plan d'Action et de Prévention des Inondations ;

Mouvements de terrain : PPRn : Plan de Prévention des Risques naturels relatif aux mouvements de terrain ;

Tableau 11 : Synthèse des risques naturels identifiés sur les communes du périmètre d'étude de dangers (source : DDRM 80, 2017)

Inondation

Définition

Une inondation est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors d'eau. On distingue trois types d'inondations :

- La montée lente des eaux par débordement d'un cours d'eau ou remontée de la nappe phréatique ;
- La formation rapide de crues torrentielles consécutives à des averses violentes ;
- Le ruissellement pluvial renforcé par l'imperméabilisation des sols et les pratiques culturales limitant l'infiltration des précipitations.

Sur le périmètre d'étude de dangers

Inondation par débordement de cours d'eau

Le DDRM de la Somme identifie la commune de Barleux comme étant soumise à un risque majeur d'inondation. En effet, cette dernière intègre l'Atlas des Zones Inondables (AZI) de la Somme (diffusé le 1^{er} janvier 2003) et de Plan de Prévention du Risque inondation (PPRi) de la vallée de la Somme (approuvé le 1^{er} décembre 2004).

Cependant, le périmètre d'étude de dangers est localisé à l'écart des zonages réglementaires, le zonage le plus proche étant situé à 1,2 km à l'Est de l'éolienne E8 (aléa moyen de l'AZI de la Somme et zone de type 1 du PPRi de la vallée de la Somme). Il n'est donc pas soumis au risque d'inondation par débordement de cours d'eau.

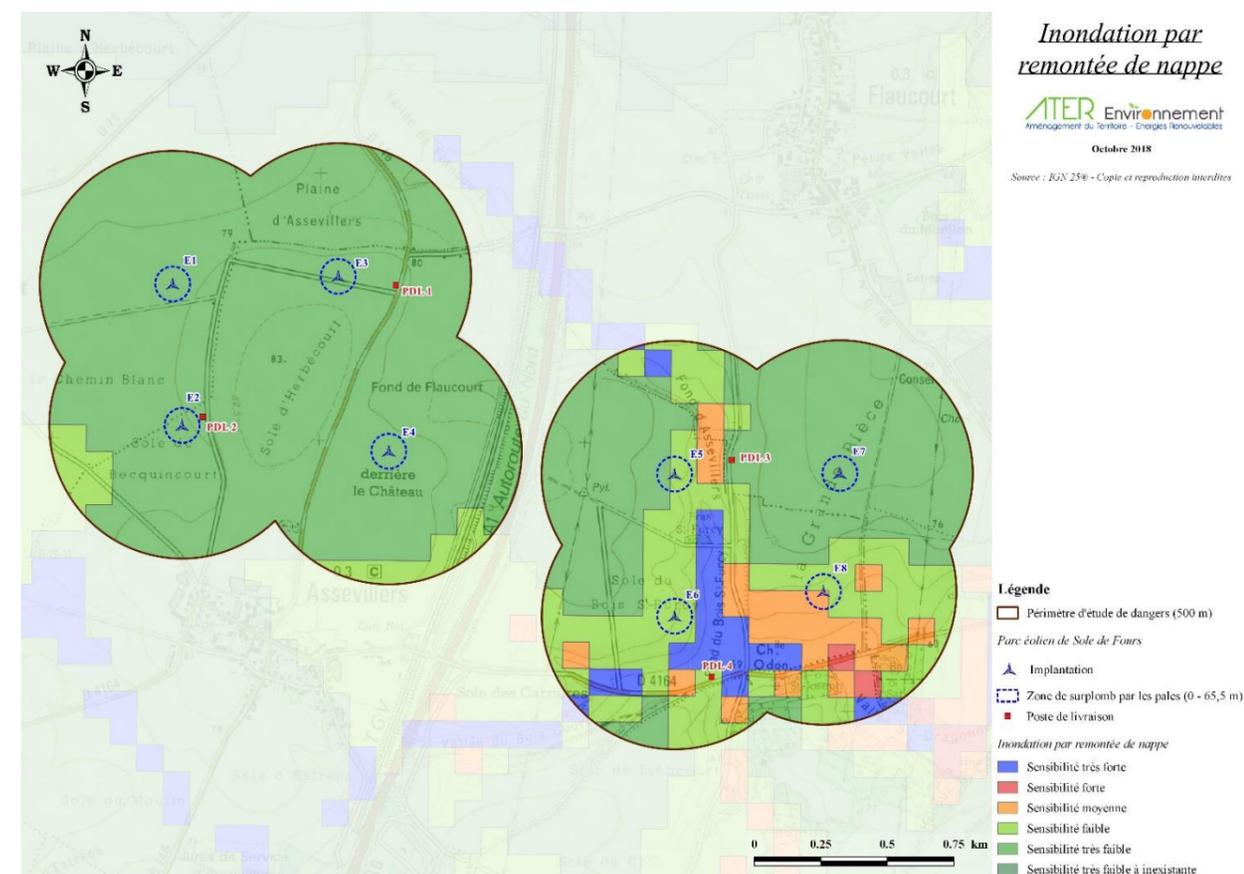
Localisées à l'écart des cours d'eau, les autres communes étudiées n'intègrent pas de Plan de Prévention du Risque inondation (PPRi) ou d'Atlas de Zones Inondables (AZI).

Toutes les communes du périmètre d'étude de dangers intègrent toutefois le Programme d'Actions et de Prévention des Inondations (PAPI) de la Somme 2015- 2020 approuvé le 28 mai 2015. Ce PAPI prévoit 24 actions répondant à 5 objectifs majeurs :

- Améliorer la connaissance de l'aléa inondation et sa prévision sur le bassin versant de la Somme ;
- Améliorer la résilience des enjeux exposés en réduisant leur vulnérabilité et en aménageant le territoire de façon à ne pas aggraver le risque ;
- Améliorer la préparation à la gestion de crise des acteurs du territoire ;
- Entretenir la mémoire des inondations de 2001 et améliorer la conscience du risque auprès du plus grand nombre ;
- Poursuivre le programme d'aménagement global de prévention des inondations de la vallée de la Somme et proposer des mesures de ralentissement dynamique dans un objectif de gestion intégrée de la ressource en eau et des milieux aquatiques.

Inondation par remontée de nappe

Le périmètre d'étude de dangers a une sensibilité allant de « très faible » à « très forte » au phénomène d'inondation par remontées de nappes.



Carte 5 : Sensibilité du périmètre d'étude de dangers au phénomène d'inondation par remontée de nappe

- ⇒ Le périmètre d'étude de dangers n'est pas soumis au risque d'inondation par débordement de cours d'eau.
- ⇒ La sensibilité du périmètre d'étude de dangers au phénomène d'inondation par remontée de nappe va de « très faible » à « très forte ».

Submersion marine

Définition

Les submersions marines sont des inondations temporaires de la zone côtière par la mer qui surviennent lors de tempêtes et/ou de fortes marées. Les fortes dépressions et les vents de mer produisent une surélévation du niveau marin appelée « surcote ». La mer envahit en général des terrains situés en dessous du niveau des plus hautes eaux, parfois au-delà si elles franchissent les ouvrages de protection.

Sur le périmètre d'étude de dangers

Les communes du périmètre d'étude de dangers n'étant pas situées en zone littorale, le risque de submersion marine est inexistant.

- ⇒ Le périmètre d'étude de dangers n'est donc pas concerné par le risque de submersion marine.

Mouvements de terrain

Définition

Les mouvements de terrain regroupent un ensemble de déplacements, plus ou moins brutaux, du sol et/ou du sous-sol, d'origine naturelle ou anthropique. Les volumes en jeu peuvent aller de quelques mètres cubes à quelques millions de mètres cubes. Les déplacements peuvent être lents (quelques millimètres par an) ou très rapides (plusieurs centaines de mètres par jour).

Sur le périmètre d'étude de dangers

Cavités

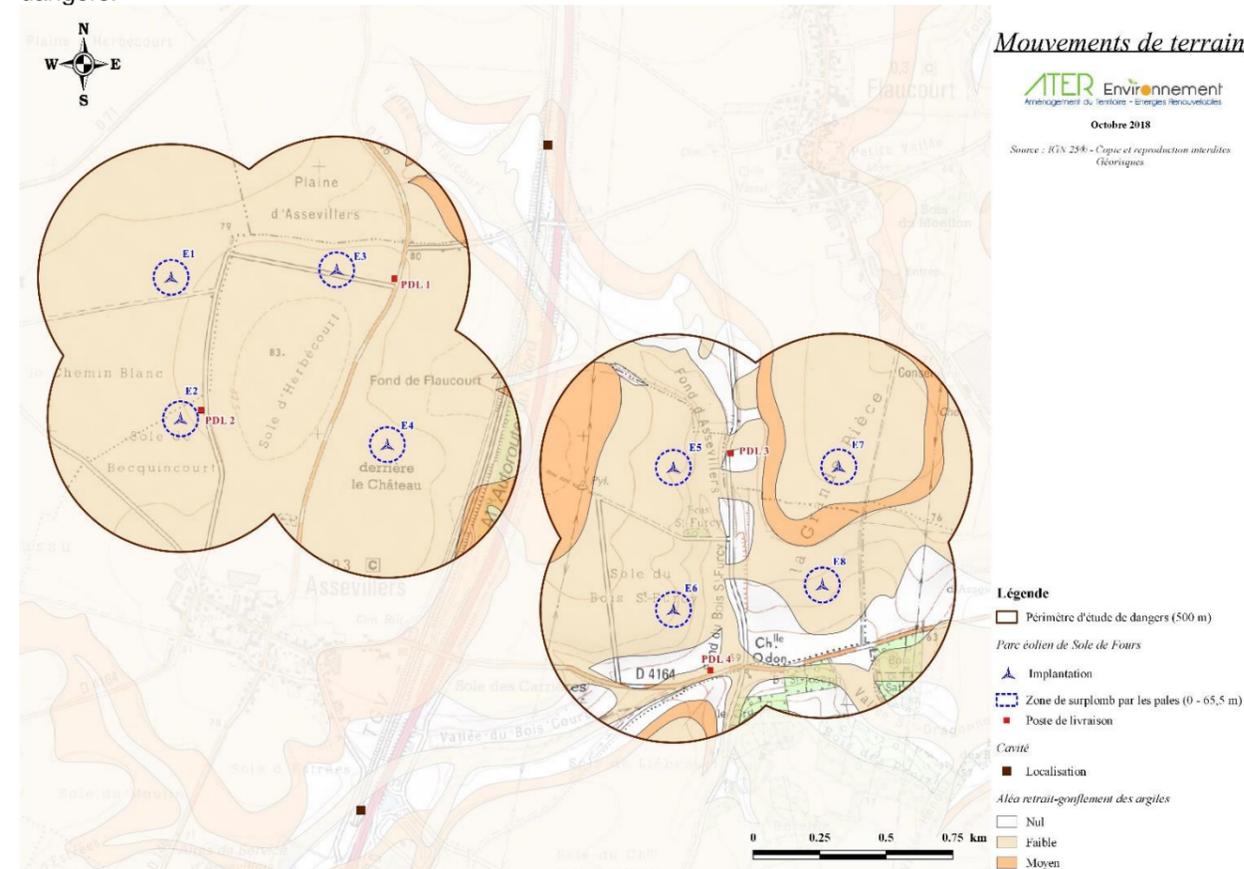
Au niveau des communes du périmètre d'étude de dangers, plusieurs cavités sont inventoriées. Elles sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Commune	Nom de la cavité	Distance au parc éolien de Sole de Fours (km)
Assevillers	Voie ferrée	1,4 SO E6
	Chemin d'Arras, Carrière Seret	2,6 NO E1
Dompierre-Becquincourt	Orifice naturel	2,7 SE E8
	Voie ferrée	0,92 NE E3
Herbecourt	Refuge souterrain	1,6 N E1

Tableau 12 : Liste des cavités recensées sur les communes du périmètre d'étude de dangers (source : georisques.gouv.fr et installationsclassées.gouv.fr, 2018).

Aléa retrait et gonflement des argiles

L'aléa lié au retrait-gonflement des argiles varie de « nul » à « modéré » au niveau du périmètre d'étude de dangers.



Carte 6 : Aléa retrait-gonflement des argiles (source : www.argiles.fr, 2018)

Falaises

L'évolution naturelle des falaises est à l'origine de chutes de pierres, de blocs ou d'éboulements en masse. Les effets causés par les chutes de pierres, de blocs et les éboulements sont particulièrement importants du fait de leur caractère soudain et destructeur. Ces mouvements de terrain sont brutaux et présentent donc un risque sérieux pour les personnes. Ils impactent également les ouvrages, comme les bâtiments ou encore les voies de communication, de façon partielle ou totale.

Le DDRM de la Somme n'identifie pas les communes du périmètre d'étude de dangers comme étant soumises au risque lié aux falaises.

- ⇒ Les communes du périmètre d'étude de dangers ne sont pas soumises au risque falaise.
- ⇒ Aucune cavité n'est recensée au niveau du périmètre d'étude de dangers.
- ⇒ Le périmètre d'étude de dangers est soumis à un aléa « nul » à « modéré » pour le retrait et le gonflement des argiles. Ce point sera confirmé ou infirmé par la réalisation de sondages préalablement à la phase de travaux.

Tempête

Définition

L'atmosphère terrestre est un mélange de gaz et de vapeur d'eau, répartis en couches concentriques autour de la Terre. Trois paramètres principaux caractérisent l'état de l'atmosphère :

- La pression : les zones de basses pressions sont appelées **dépressions** et celles où les pressions sont élevées, **anticyclones** ;
- La température ;
- Le taux d'humidité.

Une tempête correspond à l'évolution d'une perturbation atmosphérique, ou dépression, où se confrontent deux masses d'air aux caractéristiques bien distinctes (température – humidité). Cette confrontation engendre un gradient de pression très élevé, à l'origine de vents violents et/ou de précipitations intenses. On parle de tempêtes pour des vents moyens supérieurs à 89 km/h (degré 10 de l'échelle de Beaufort, qui en comporte 12).

Les tempêtes d'hiver sont fréquentes en Europe, car les océans sont encore chauds et l'air polaire déjà froid. Venant de l'Atlantique, elles traversent généralement la France en trois jours, du Sud-Ouest au Nord-Est, leur vitesse de déplacement étant de l'ordre de 50 km/h.

Dans le département de la Somme

En France, ce sont en moyenne chaque année quinze tempêtes qui affectent nos côtes, dont une à deux peuvent être qualifiées de " fortes " selon les critères utilisés par Météo France. Bien que le risque tempête intéresse plus spécialement le quart Nord-Ouest du territoire métropolitain et la façade atlantique dans sa totalité, les tempêtes survenues en décembre 1999 ont souligné qu'aucune partie du territoire n'est à l'abri du phénomène. Le Dossier Départemental des Risques Majeurs de la Somme ne qualifie pas le risque de tempête.

- ⇒ Le risque de tempête est donc faible dans le département de la Somme.

Risque sismique

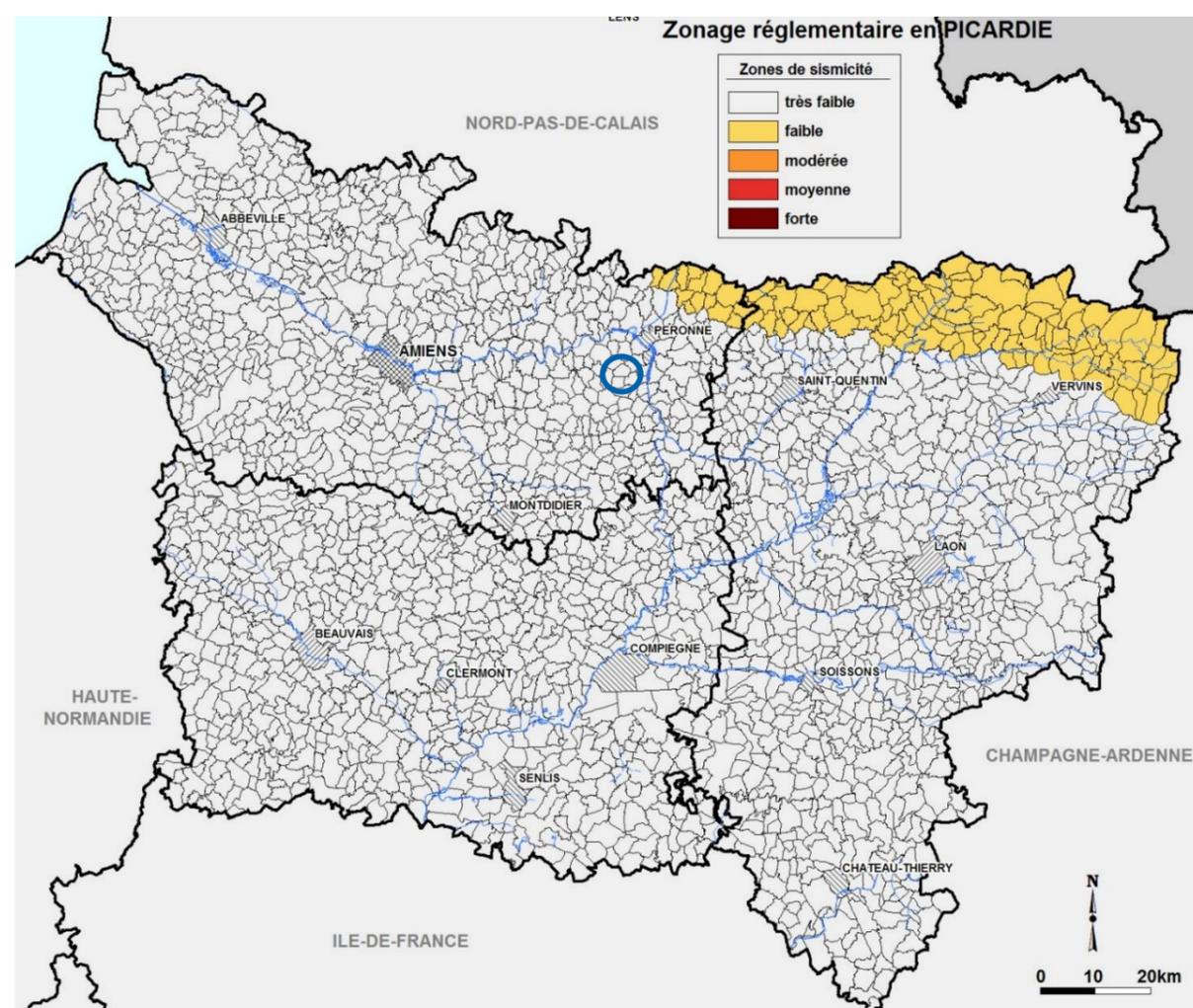
Définition

Un séisme est une fracturation brutale des roches en profondeur, créant des failles dans le sol et parfois en surface, et se traduisant par des vibrations du sol transmises aux bâtiments. Les dégâts observés sont fonction de l'amplitude, de la durée et de la fréquence des vibrations.

Le séisme est le risque naturel majeur qui cause le plus de dégâts. Depuis le 22 octobre 2010, la France dispose d'un nouveau zonage sismique divisant le territoire national en cinq zones de sismicité en fonction de la probabilité d'occurrence des séismes (source : planseisme.fr).

Sur le périmètre d'étude de dangers

L'actuel zonage sismique classe les communes du périmètre d'étude de dangers en zone de sismicité 1 (très faible). Ce secteur ne présente pas de prescriptions parasismiques particulières pour les bâtiments à risque normal.



Carte 7 : Zonage sismique de l'ancienne région Picardie – Cercle bleu : Périmètre d'étude de dangers (source : planseisme.fr, 2015)

⇒ Le périmètre d'étude de dangers est soumis à un risque sismique très faible.

Feux de forêt

Définition

Les feux de forêts sont des incendies qui se déclarent et se propagent sur une surface d'au moins un demi-hectare de forêt, de lande, de maquis, ou de garrigue. Pour se déclencher et progresser, le feu a besoin des trois conditions suivantes :

- **Une source de chaleur** (flamme, étincelle) : très souvent l'homme est à l'origine des feux de forêts par imprudence (travaux agricoles et forestiers, cigarettes, barbecue, dépôts d'ordures...), accident ou malveillance ;
- **Un apport d'oxygène** : le vent active la combustion ;
- **Un combustible** (végétation) : le risque de feu est lié à différents paramètres : sécheresse, état d'entretien de la forêt, composition des différentes strates de végétation, essences forestières constituant les peuplements, relief, etc.

Dans le département de la Somme

Le DDRM de la Somme n'identifie pas de risque concernant les incendies de forêt. Il peut donc être considéré comme très faible au niveau du périmètre d'étude de dangers, d'autant plus que celui-ci se situe principalement sur des terrains agricoles utilisés pour de la grande culture céréalière.

⇒ Le risque de feux de forêt est très faible.

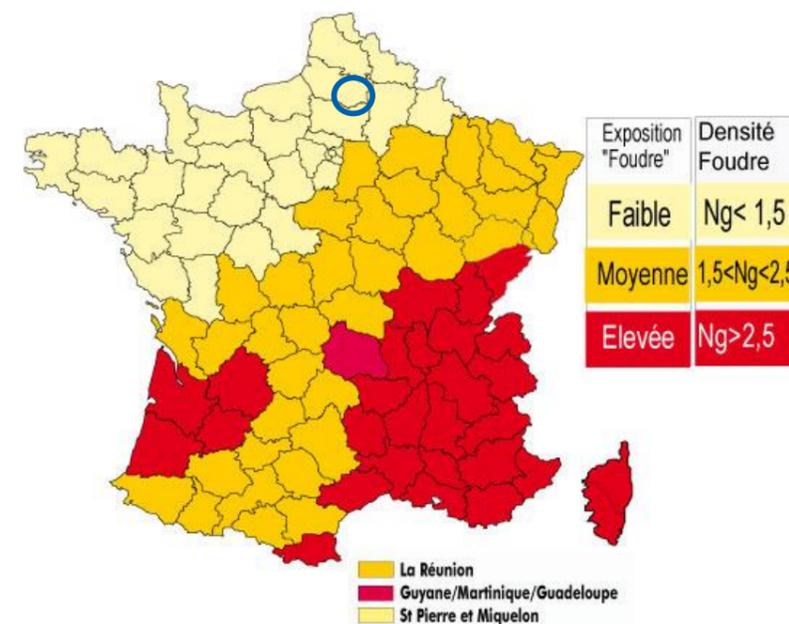
Foudre

Définition

Pour définir l'activité orageuse d'un secteur, il est fait référence à la densité de foudroiement, qui correspond au nombre d'impacts de foudre par an et par km² dans une région.

Dans le département de la Somme

Le climat global du département est faiblement orageux : la densité de foudroiement est de 1,3 impact de foudre par an et par km², nettement inférieure à la moyenne nationale de 2,0 impacts de foudre par an et par km².



Carte 8 : Densité de foudroiement – Cercle bleu : Périmètre d'étude de dangers (source : Météo Paris, 2018)

⇒ Le risque de foudre est très faible, nettement inférieur à la moyenne nationale.

3 - 3 Environnement matériel

3 - 3a Voies de communication

Les seules voies de communication présentes dans le périmètre d'étude de dangers sont des infrastructures routières et ferroviaires, aucune voie navigable n'étant présente.

Infrastructures aéronautiques

Aviation civile

Dans son courrier en date du 3 mars 2015, la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC) précise que l'itinéraire VFR S-SA de la zone de contrôle de l'aérodrome d'Albert-Bray passe par le Sud de la commune d'Assevillers. Il n'est donc pas possible d'implanter des éoliennes au niveau de cet itinéraire, mais le reste de la commune n'est pas soumis à des contraintes aéronautiques. L'implantation d'éoliennes est donc possible sous réserve que celles-ci soient balisées de jour et de nuit.

De plus, dans son mail du 27 septembre 2018, la DGAC précise que « vraisemblablement, l'implantation [du] parc n'impactera pas l'Aviation Civile. En effet, les différents secteurs MSA et TAA des aérodromes d'Amiens et d'Albert ainsi que l'AMSR de Lille limitent l'altitude des obstacles à 309,6 m NGF. Un itinéraire à vue est également présent dans le Sud-Ouest mais se situe à bonne distance ».

Armée

L'armée de l'air (BA 705) a été consultée le 20 novembre 2014, puis une relance a été effectuée le 26 septembre 2018. Aucune réponse n'a été reçue à ce jour. Toutefois, en se basant sur les informations et le retour d'expérience de la société GLOBAL WIND POWER, aucune servitude liée aux servitudes aéronautiques militaires n'a été recensée sur le périmètre d'étude de dangers. Si des prescriptions venaient à être émises, elles seraient bien évidemment intégrées dans le cadre du projet.

⇒ **Aucune contrainte aéronautique spécifique connue ne pèse sur le projet de parc éolien de Sole de Fours.**

Infrastructures routières

Le domaine routier est confié au Conseil Départemental de la Somme.

Infrastructure routière présente sur le périmètre d'étude de dangers

Le périmètre d'étude de dangers recoupe les infrastructures routières suivantes :

- L'autoroute A1 ;
- Deux routes départementales ;
- Plusieurs voies communales, notées Vc sur la carte ;
- Plusieurs chemins ruraux, notés Cr sur la carte ;
- Plusieurs chemins d'exploitation, notés Ce sur la carte.

Remarque : Les noms des différentes infrastructures routières proviennent des noms donnés sur les cadastres des communes du périmètre d'étude de dangers. Toutefois, en l'absence de toponyme pour certaines infrastructures, un nom arbitraire leur a été attribué afin de pouvoir les identifier facilement. Les infrastructures présentées ont été recensées en se basant sur l'IGN 25, le cadastre des communes étudiées et l'orthophotographie.

Ci-dessous sont présentées les distances des éoliennes par rapport aux différentes voies de communication recensées dans le périmètre d'étude de dangers :

Numéro de l'éolienne	A1	RD 146	RD 4164	Voies communales	Chemins ruraux	Chemins d'exploitation
E1	-	-	-	180 m Vc n°305 230 m Vc n°301	70 m Cr n°1	300 m Ce n°1
E2	-	-	-	100 m Vc n°305 360 m Vc n°303	455 m Cr n°1	-
E3	-	230 m	-	20 m Vc n°301 280 m Vc n°302	465 m Cr n°1	-
E4	495 m	225 m	-	340 m Vc n°6	-	440 m Ce n°2
E5	-	-	-	205 m Vc n°304	220 m Cr n°2 300 m Cr n°2	-
E6	-	-	280 m	250 m Vc n°304	235 m Cr n°3 270 m Cr n°2 280 m Cr n°5 390 m Cr n°4	-
E7	-	-	-	415 m Vc n°304	125 m Cr n°25 490 m Cr n°2	-
E8	-	-	265 m	315 m Vc n°304	140 m Cr n°25 390 m Cr n°2	295 m Ce n°3

Légende : - : Distance supérieure à 500 m

Tableau 13 : Distance des éoliennes par rapport aux infrastructures routières

Définition du trafic

D'après le conseil départemental de la Somme et la DREAL Hauts-de-France, le trafic routier des routes intégrant le périmètre d'étude de dangers est le suivant :

Route	Trafic moyen journalier annuel tous véhicules confondus	Pourcentage de poids lourds
A1	66 700	22,8 %
RD 146	919	9 %

Tableau 14 : Trafic routier (source : Conseil départemental de la Somme (routes départementales), 2017 et DREAL Hauts de France (A1), 2015)

Remarque : En raison de leur taille moins importante, la RD 4164, les voies communales, les chemins ruraux et d'exploitation n'ont pas fait l'objet de comptages routiers. Toutefois, d'après la connaissance du terrain, le trafic est estimé largement inférieur à 2 000 véhicules/jours. Ces infrastructures sont donc non structurantes.

Eloignement des voiries

En dehors des espaces urbanisés, l'article L.116 du code de l'urbanisme crée une servitude de reculement pour les autoroutes, les routes express, les déviations au sens du code de la voirie routière et les routes classées à grande circulation :

- « De cent mètre de part et d'autre de l'axe des autoroutes, des routes express et des déviations au sens du code de la voirie routière ;
- Une bande de 75 m de part et d'autre de l'axe des autres routes classées à grande circulation ».

De plus, le conseil départemental de la Somme précise que, « dans le cas d'implantations d'éoliennes prévues à proximité de routes départementales, une distance minimale de sécurité (entre l'axe vertical de l'éolienne et la limite du domaine public départemental) devra être respectée :

$$\text{Distance minimale de sécurité} = 1,5 \times (H+L/2)$$

Avec H = Hauteur du mât et L = Longueur des pales
Soit 224 m au maximum dans le cas majorant (M122)

Aucune préconisation particulière d'éloignement aux voiries n'est formulée pour les voies communales, les chemins communaux et les chemins d'exploitation.

- ⇒ Avec un trafic très largement supérieur à 2 000 véhicules/jour, l'autoroute A1 représente une voie structurante. Deux routes départementales, et plusieurs voies communales, chemins ruraux et chemins d'exploitation intègrent également le périmètre d'étude de dangers. Ces infrastructures sont toutefois non structurantes.
- ⇒ Conformément aux préconisations du code de l'urbanisme et du conseil départemental de la Somme, les éoliennes ont été éloignées de plus de 100 m de l'autoroute, et de 224 m des routes départementales.

Infrastructure ferroviaire

La LGV Nord traverse le périmètre d'étude de dangers de l'éolienne E4, en passant au plus près à 370 m. Une distance d'éloignement équivalente à la hauteur maximale des éoliennes envisagées, incrémentée de 20 m, soit 200 m est respectée, conformément aux préconisations de la SNCF.

Aucune gare n'intègre le périmètre d'étude de dangers. La plus proche, celle d'Ablaincourt-Pressoir, est située à 4,7 km au Sud de l'éolienne E6, la plus proche.

Remarque : La LGV Nord est située à plus de 500 m de toutes les autres éoliennes.

- ⇒ La LGV Nord traverse le périmètre d'étude de dangers de l'éolienne E4. Conformément aux préconisations de la SNCF, une distance d'éloignement de 200 m a été respectée entre cette dernière et les éoliennes.

Chemins de Randonnée

Deux chemins de randonnées traversent le périmètre d'étude de dangers, empruntant la route départementale 146, et les voies communales n°6, 301, 302 et 305. Les distances des éoliennes par rapport aux chemins de randonnées sont donc les mêmes que celles présentées précédemment par rapport aux infrastructures empruntées.

- ⇒ Deux chemins de randonnée sillonnent le périmètre d'étude de dangers.

3 - 3b Réseaux publics et privés

Risque de transport de matière dangereuse (TMD) et canalisation de gaz

Le risque de transport de marchandises dangereuses, ou risque TMD, est consécutif à un accident se produisant lors du transport de ces marchandises par voie routière, ferroviaire, voie d'eau ou canalisations.

Les communes d'Assevillers, de Dompierre-Becquincourt, de Flaucourt et d'Herbécourt sont concernées par le risque TMD en raison du passage de canalisations de transport de gaz naturel et d'hydrocarbures et/ou de l'autoroute A1.

Aucune canalisation de gaz ne traverse le périmètre d'étude de dangers. Toutefois, deux canalisations sont situées à proximité du projet, la plus proche, la canalisation Frise-Flaucourt, passant au plus près à 535 m au Nord-Est de l'éolienne E7. Des portions des périmètres de protection associés à ces infrastructures intègrent donc le périmètre d'étude de dangers.

- ⇒ Aucune canalisation de gaz ne traverse le périmètre d'étude de dangers.

Faisceau hertzien

Seul un faisceau hertzien, appartenant au gestionnaire SFR, intègre le périmètre d'étude de dangers, en passant au plus près à 266 m au Nord-Ouest de l'éolienne E1. Les éoliennes du projet de Sole de Fours respectent donc les préconisations du gestionnaire SFR, qui indiquaient une distance d'éloignement minimale de 200 m.

- ⇒ Un faisceau hertzien appartenant au gestionnaire SFR traverse le périmètre d'étude de dangers. Les éoliennes du projet du parc de Sole de Fours respectent les préconisations qui lui sont associées.

Infrastructures électriques

RTE

Trois lignes électriques haute tension traversent le périmètre d'étude de dangers :

- La ligne 225 kV n°1 Gravelle-Pertain, qui passe au plus près à 360 m à l'Est de l'éolienne E8 ;
- Les lignes 400 kV n°1 et n°2 Chevalet-Latena, qui passent au plus près à 335 m à l'Ouest de l'éolienne E5.

Les distances d'éloignement préconisées par RTE sont fonction du niveau de tension des lignes. Ainsi, pour ces lignes électriques, la distance d'éloignement minimale préconisée est de 302 m.

ENEDIS

Une ligne électrique haute tension enterrée traverse également le périmètre d'étude de dangers, en passant au plus près à 245 m de l'éolienne E6. Les éoliennes ont été implantées de manière à respecter les préconisations d'ENEDIS, c'est-à-dire de manière à ce que les travaux de construction du parc ne s'approchent pas à moins de 3 m de cette ligne.

- ⇒ Quatre lignes électriques haute tension traversent le périmètre d'étude de dangers. Les éoliennes du projet du parc de Sole de Fours respectent les préconisations qui leurs sont associées.

Infrastructures de télécommunication

Deux câbles optiques longent la voie ferrée et l'autoroute A1, traversant ainsi le périmètre d'étude de dangers. Le plus proche passe à 405 m au plus près de l'éolienne E4, soit bien au-delà de la zone d'effondrement de l'éolienne.

- ⇒ Deux câbles optiques traversent le périmètre d'étude de dangers.

Captage AEP

- ⇒ Aucun captage ou périmètre de protection de captage n'intègre le périmètre d'étude de dangers.

Radar Météo France

Le projet de parc éolien de Sole de Fours est situé au-delà de la distance minimale d'éloignement fixée par l'arrêté du 26 août 2018 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie éolienne.

- ⇒ Aucune contrainte réglementaire spécifique ne pèse sur le projet éolien de Sole de Fours au regard des radars météorologiques.

Autres ouvrages publics

Le cimetière d'Assevillers intègre le périmètre d'étude de dangers et est situé à 425 m au Sud-Ouest de l'éolienne E4. La fréquentation maximale estimée du cimetière est de 300 personnes en cas d'enterrement.

⇒ *Le cimetière d'Assevillers intègre le périmètre d'étude de dangers.*

3 - 3c Patrimoine historique et culturel

Monument historique

Aucun monument historique et aucun périmètre de protection réglementaire d'un monument historique ne recoupe le périmètre de l'étude de dangers.

Le monument le plus proche est le polissoir classé « Grès de Saint-Martin » à Assevillers, à 830 m au Sud de l'éolienne E4.

⇒ *Aucun monument historique et aucun périmètre de protection réglementaire d'un monument historique ne recoupe le périmètre de l'étude de dangers.*

Archéologie

Conformément aux dispositions du Code du Patrimoine, notamment son livre V, le service Régional de l'Archéologie pourra être amené à prescrire, lors de l'instruction du dossier, une opération de diagnostic archéologique visant à détecter tout élément du patrimoine archéologique qui se trouverait dans l'emprise des travaux projetés.

⇒ *Le projet éolien de Sole de Fours respectera les dispositions du Code du Patrimoine.*

Enjeux matériels

ATER Environnement
Aménagement du Territoire - Energies Renouvelables

Octobre 2018

Source : IGN 25® - Copie et reproduction interdites
Courriers de servitudes

Légende

-  Périmètre d'étude de dangers (500 m)
- Parc éolien de Sole de Fours**
-  Implantation
-  Zone de surplomb par les pales (0 - 65,5 m)
-  Poste de livraison
- Limite territoriale**
-  Limite communale
- Infrastructures de transport**
- Infrastructures routières**
-  Autoroute A1
-  Périmètre de protection de 100 m
-  Route départementale
-  Périmètre de protection de 224,25 m
-  Voie communale
-  Chemin communal
-  Chemin d'exploitation
- Infrastructures ferroviaires**
-  LGV Nord
-  Périmètre de protection de 200 m
- Infrastructures électriques**
-  Lignes électriques aériennes
-  Périmètre de protection de 302 m
-  Lignes électriques souterraines
-  Périmètre de protection de 3 m
- Risque TMD**
-  Canalisation de gaz
-  Périmètre de protection de 180 m
- Infrastructures de télécommunication**
-  Câble optique
- Faisceau hertzien**
-  SFR
-  Périmètre de protection de 200 m
- Chemin de randonnée**
-  Localisation
- Autre infrastructure**
-  Cimetière d'Assevillers



Carte 9 : Enjeux matériels

3 - 4 Cartographie de synthèse

En conclusion de ce chapitre, une cartographie de synthèse permet d'identifier géographiquement les enjeux à protéger dans le périmètre d'étude de dangers. Les différents périmètres d'étude (zone de surplomb, d'effondrement, de projection de glace ...) correspondent aux différents scénarios de risque développé dans le chapitre 8.

3 - 4a Définitions des périmètres d'étude

Selon les risques encourus, différents périmètres d'étude (ou zone d'effet) ont été identifiés :

- **Zone de surplomb (0 – 65,5 m)** : elle correspond à la zone de risque de chute d'éléments provenant de la machine ou de chute de glace, par action de la gravité. Le diamètre maximal de rotor de 131 m est donc retenu comme rayon de cette zone afin d'étudier le cas le plus défavorable ;
- **Zone d'effondrement (0 – 180 m)** : aussi appelée zone de ruine de machine, elle correspond à la zone où l'éolienne peut tomber au sol, soit une zone de rayon correspondant à la hauteur totale de l'éolienne (180 m au maximum pour le présent projet).

La surface au sol potentiellement impactée par l'effondrement de la machine est définie par la formule suivante :

$$(Hauteur\ moyeu \times\ diamètre\ base\ mât) + (3 \times rayon\ rotor \times diamètre\ base\ pale / 2)$$

La zone maximale d'impact de l'effondrement est donc de 916,15 m² (éolienne M122).

- **Zone de projection de glace (0 – 367,5 m)** : elle correspond à la zone où des morceaux de glace, généralement formés sur les pales, peuvent être projetés lors de la mise en route de la machine et pendant son fonctionnement. Ce périmètre est défini selon la formule suivante :

$$1,5 \times (hauteur\ au\ moyeu + diamètre\ du\ rotor)$$

Le rayon maximal de projection de glace est donc de 367,5 m (éolienne N131).

- **Zone de projection de pale (0 – 500 m)** : elle correspond à la zone où des morceaux de pale, dans le cas d'une fracture de cette dernière, peuvent être projetés. Cette zone a été définie par le SER/FEE/INERIS dans sa trame type (2012) comme étant limitée à **500 m du mât de la machine**.



Périmètres d'étude

ATER Environnement
Aménagement du Territoire - Energies Renouvelables

Octobre 2018

Source : IGN 25® - Copie et reproduction interdites
Courriers de servitudes

Légende

Parc éolien de Sole de Fours

-  Implantation
-  Poste de livraison

Scénarii étudiés

-  Zone de surplomb (65,5 m)
-  Zone de ruine (180 m)
-  Zone de projection de glace (367,5 m)
-  Zone de projection de pale (500 m)

Carte 10 : Périmètres d'étude

3 - 4b Les enjeux humains

La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) présentes dans chacune des zones d'effet se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

Relatifs aux établissements recevant du public (ERP)

Aucun établissement recevant du public n'est intégré dans le périmètre d'étude de dangers.

Relatif au cimetière d'Assevillers

D'après les données terrain, **la fréquentation maximale estimée du cimetière est de 300 personnes en cas d'enterrement.**

Remarque : Le cimetière d'Assevillers n'intègre pas intégralement le périmètre d'étude de dangers. Sur une superficie totale de 0,32 ha, seuls 0,30 ha sont présents dans le périmètre d'étude de dangers, ce qui représente 281 personnes exposées.

Relatif aux terrains non bâtis

En s'appuyant sur la circulaire du 10 mai 2010, pour les terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...) la formule suivante est utilisée : 1 personne par tranche de 100 ha, afin de calculer le nombre d'individus présents sur ces terrains.

Pour chaque éolienne, la superficie de ces terrains non bâtis a été calculée à partir de la formule suivante :

$$Z_E = \pi \times R^2$$

Remarque : Z_E correspond à la zone d'effet du risque identifié (voir paragraphe 8.2).

	Zone de surplomb	Zone de ruine	Zone de projection de glace	Intégralité du périmètre
Rayon (m)	65,5	180	367,5	500
Superficie (ha)	1,35	10,18	42,43	78,54
Nombre d'individus	0,013 personne	0,10 personne	0,42 personne	0,79 personne

Tableau 15 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains non aménagés très peu fréquentés

Relatif aux chemins de randonnée

Pour les chemins de promenade et de randonnée, la circulaire du 10 mai 2010 indique de compter 2 personnes pour 1 km par tranche de 100 promeneurs/jour en moyenne. Or, malgré l'absence de données actuelles, nous pouvons confirmer, de par la connaissance du site, que la fréquentation des chemins de randonnée traversant le périmètre d'étude de dangers est plutôt en moyenne de l'ordre de 10 personnes par jour maximum.

Ainsi, ces personnes sont incluses dans la catégorie « terrains non bâtis aménagés mais peu fréquentés ».

Relatif à la LGV Nord

En s'appuyant sur la circulaire du 10 mai 2010, les voies ferroviaires transportant des voyageurs doivent être prises en compte de la façon suivante : « [...] compter 1 train équivalent à 100 véhicules (soit 0,4 personne exposée en permanence par kilomètre et par train), en comptant le nombre réel de trains circulant quotidiennement sur la voie. »

Exemple : 100 trains par jour sur une zone de 500 m = $100 \times 0,4 \times 0,5 = 20$ personnes.

La LGV Nord traverse uniquement le périmètre d'étude de dangers de l'éolienne E4. D'après la SNCF, le trafic moyen journalier annuel pour cette voie ferrée est d'environ 230 trains en 2017.

Voie ferrée	Périmètre concerné	Longueur de l'infrastructure (m)	Nombre de personnes exposées
LGV Nord	Zone de projection de pale	690 m	64

Tableau 16 : Définition de l'enjeu humain relatif à la LGV Nord pour l'éolienne E4

Infrastructures routières structurantes

En s'appuyant sur la circulaire du 10 mai 2010, récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers du ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, « Les voies de circulation n'ont à être prises en considération que si elles sont empruntées par un nombre significatif de personnes qui ne sont pas déjà comptées parmi les personnes exposées dans d'autres catégories d'installation [...] ».

L'inventaire des voies de communications présentes au sein du périmètre d'étude de dangers est présenté dans la partie 3.3 de la présente étude de dangers. **L'autoroute A1 constitue une infrastructure routière structurante (> 2 000 véhicules/jour). En 2015, 66 700 véhicules par jour ont été dénombrés dont 22,8 % de poids lourds.**

Pour rappel : L'autoroute A1 traverse uniquement le périmètre d'étude de dangers de l'éolienne E4.

Dans le guide technique de l'INERIS, utilisé pour la rédaction de la présente étude de dangers (élaboré en concertation par la Direction Générale de la Prévention de Risques (DGPR), le Syndicat des Energies Renouvelables (SER) et la Fédération Energie Eolienne (FEE)), il est indiqué que dans le cadre des voies de circulation automobiles « **l'on comptera 0,4 personne permanente par kilomètre exposé par tranche de 100 véhicules / jour** ».

Exemple : 20 000 véhicules/jour sur une zone de 500 m = $0,4 \times 0,5 \times 20\ 000/100 = 40$ personnes.

Eolienne	Périmètre concerné	Longueur de l'infrastructure (mètres)	Nombre d'individus exposés
E4	Zone de projection de pale	125	34

Tableau 17 : Définition de l'enjeu humain relatif aux voies de circulation automobiles

Relatifs aux infrastructures routières non structurantes

En s'appuyant sur la circulaire du 10 mai 2010, pour les terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, jardins et zones horticoles, vignes, zones de pêche, gares de triage, etc.) la formule suivante est utilisée : 1 personne par tranche de 10 ha, afin de calculer le nombre d'individus présent sur ces terrains.

Selon le guide de l'INERIS, sont considérés comme terrains aménagés mais peu fréquentés, les voies de circulation non structurantes (< 2 000 véhicules par jour). Pour rappel, les terrains non aménagés et très peu fréquentés correspondent aux terrains non bâtis à savoir les champs, prairies, forêts, friches, marais, etc.

Les tableaux suivants comptabilisent le nombre de personnes impactées par éolienne par zone d'effet des risques identifiés. Pour les calculs de surface impactée, on considère une largeur d'infrastructure de 5 m pour les chemins ruraux et d'exploitation, de 10 m pour les voies communales et de 15 m pour les routes départementales.

Nom de la voie de circulation	Périmètre concerné	Longueur de l'infrastructure (mètres)	Surface en ha	Nombre d'individus exposés 1 personne / 10 ha
Eolienne E1				
Vc n°301	Zone de projection de glace	155	0,16	0,02
	Zone de projection de pale	294	0,29	0,03
Vc n°305	Zone de ruine	56	0,06	0,01
	Zone de projection de glace	450	0,45	0,05
	Zone de projection de pale	585	0,59	0,06
Cr n°1	Zone de ruine	315	0,16	0,02
	Zone de projection de glace	511	0,26	0,03
	Zone de projection de pale	645	0,32	0,04
Ce n°1	Zone de projection de glace	168	0,08	0,01
	Zone de projection de pale	168	0,08	0,01
Eolienne E2				
Vc n°303	Zone de projection de glace	141	0,14	0,02
	Zone de projection de pale	655	0,66	0,07
Vc n°305	Zone de ruine	279	0,28	0,03
	Zone de projection de glace	705	0,71	0,08
	Zone de projection de pale	990	0,99	0,10
Cr n°1	Zone de projection de pale	415	0,21	0,03
Eolienne E3				
RD 146	Zone de projection de glace	684	1,03	0,11
	Zone de projection de pale	1086	1,63	0,17
Vc n°301	Zone de surplomb	124	0,12	0,02
	Zone de ruine	358	0,36	0,04
	Zone de projection de glace	600	0,60	0,06
	Zone de projection de pale	647	0,65	0,07
Vc n°302	Zone de projection de glace	95	0,10	0,01
	Zone de projection de pale	230	0,23	0,03
Vc n°305	Zone de projection de pale	243	0,24	0,03
Cr n°1	Zone de projection de pale	45	0,02	0,01
Eolienne E4				
RD 146	Zone de projection de glace	593	0,89	0,09
	Zone de projection de pale	936	1,40	0,15
Vc n°6	Zone de projection de glace	264	0,26	0,03
	Zone de projection de pale	750	0,75	0,08
Ce n°2	Zone de projection de pale	86	0,04	0,01
Eolienne E5				
Vc n°304	Zone de projection de pale	592	0,59	0,06
	Zone de projection de glace	902	0,90	0,10
Cr n°2	Zone de projection de pale	620	0,31	0,04
	Zone de projection de glace	775	0,39	0,04

Nom de la voie de circulation	Périmètre concerné	Longueur de l'infrastructure (mètres)	Surface en ha	Nombre d'individus exposés 1 personne / 10 ha
Cr n°3	Zone de projection de pale	143	0,07	0,01
	Zone de projection de glace	327	0,16	0,02
Eolienne E6				
RD 4164	Zone de projection de glace	555	0,83	0,09
	Zone de projection de pale	935	1,40	0,15
Vc n°304	Zone de projection de glace	570	0,57	0,06
	Zone de projection de pale	930	0,93	0,10
Cr n°2	Zone de projection de glace	355	0,18	0,02
	Zone de projection de pale	520	0,26	0,03
Cr n°3	Zone de projection de glace	533	0,27	0,03
	Zone de projection de pale	692	0,35	0,04
Cr n°4	Zone de projection de pale	175	0,09	0,01
Cr n°5	Zone de projection de glace	148	0,07	0,01
	Zone de projection de pale	307	0,15	0,02
Eolienne E7				
Vc n°304	Zone de projection de pale	606	0,61	0,07
Cr n°2	Zone de projection de pale	12	0,01	0,01
Cr n°25	Zone de ruine	260	0,13	0,02
	Zone de projection de glace	684	0,34	0,04
	Zone de projection de pale	956	0,48	0,05
Eolienne E8				
RD 4164	Zone de projection de glace	525	0,79	0,08
	Zone de projection de pale	882	1,32	0,14
Vc n°304	Zone de projection de glace	367	0,37	0,04
	Zone de projection de pale	759	0,76	0,08
Cr n°2	Zone de projection de pale	125	0,06	0,01
Cr n°25	Zone de ruine	220	0,11	0,02
	Zone de projection de glace	567	0,28	0,03
	Zone de projection de pale	702	0,35	0,04
Ce n°3	Zone de projection de glace	85	0,04	0,01
	Zone de projection de pale	227	0,11	0,02

Tableau 18 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés

Synthèse des risques

Ci-dessous se trouvent les tableaux récapitulatifs des différents enjeux humains totaux, cumulant les enjeux humains relatifs aux terrains non aménagés et aménagés, à la LGV Nord, à l'autoroute A1 et au cimetière d'Assevillers par périmètre d'étude (ou zone d'effet) et par éolienne.

Eolienne	Ensemble homogène	Superficie exposée (ha)	Règle de calcul	Enjeux humains	Enjeux humains totaux
Zone de surplomb					
E1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,35	1 pers / 100 ha	0,02	0,02
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,00	1 pers / 10 ha	0,00	
E2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,35	1 pers / 100 ha	0,02	0,02
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,00	1 pers / 10 ha	0,00	
E3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,22	1 pers / 100 ha	0,02	0,04
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,12	1 pers / 10 ha	0,02	
E4	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,35	1 pers / 100 ha	0,02	0,02
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,00	1 pers / 10 ha	0,00	
E5	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,35	1 pers / 100 ha	0,02	0,02
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,00	1 pers / 10 ha	0,00	
E6	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,35	1 pers / 100 ha	0,02	0,02
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,00	1 pers / 10 ha	0,00	
E7	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,35	1 pers / 100 ha	0,02	0,02
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,00	1 pers / 10 ha	0,00	
E8	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	1,35	1 pers / 100 ha	0,02	0,02
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,00	1 pers / 10 ha	0,00	

Tableau 19 : Récapitulatif des enjeux humains au niveau de la zone de surplomb

Eolienne	Ensemble homogène	Superficie exposée (ha)	Règle de calcul	Enjeux humains	Enjeux humains totaux
Zone de ruine					
E1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	9,97	1 pers / 100 ha	0,10	0,13
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,21	1 pers / 10 ha	0,03	
E2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	9,90	1 pers / 100 ha	0,10	0,13
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,28	1 pers / 10 ha	0,03	
E3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	9,82	1 pers / 100 ha	0,10	0,14
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,36	1 pers / 10 ha	0,04	
E4	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	10,18	1 pers / 100 ha	0,11	0,11
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,00	1 pers / 10 ha	0,00	
E5	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	10,18	1 pers / 100 ha	0,11	0,11
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,00	1 pers / 10 ha	0,00	
E6	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	10,18	1 pers / 100 ha	0,11	0,11
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,00	1 pers / 10 ha	0,00	
E7	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	10,05	1 pers / 100 ha	0,11	0,13
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,13	1 pers / 10 ha	0,02	
E8	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	10,07	1 pers / 100 ha	0,11	0,13
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,11	1 pers / 10 ha	0,02	

Tableau 20 : Récapitulatif des enjeux humains au niveau de la zone de ruine

Eolienne	Ensemble homogène	Superficie exposée (ha)	Règle de calcul	Enjeux humains	Enjeux humains totaux
Zone de projection de glace					
E1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	41,48	1 pers / 100 ha	0,42	0,52
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,94	1 pers / 10 ha	0,10	
E2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	41,58	1 pers / 100 ha	0,42	0,51
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,85	1 pers / 10 ha	0,09	
E3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	40,71	1 pers / 100 ha	0,41	0,59
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,72	1 pers / 10 ha	0,18	
E4	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	41,28	1 pers / 100 ha	0,42	0,54
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,15	1 pers / 10 ha	0,12	
E5	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	40,98	1 pers / 100 ha	0,41	0,56
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,45	1 pers / 10 ha	0,15	
E6	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	40,51	1 pers / 100 ha	0,41	0,61
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,92	1 pers / 10 ha	0,20	
E7	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	42,09	1 pers / 100 ha	0,43	0,47
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,34	1 pers / 10 ha	0,04	
E8	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	40,95	1 pers / 100 ha	0,41	0,56
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,48	1 pers / 10 ha	0,15	

Tableau 21 : Récapitulatif des enjeux humains au niveau de la zone de projection de glace

Eolienne	Ensemble homogène	Superficie exposée (ha)	Règle de calcul	Enjeux humains	Enjeux humains totaux
Zone de projection de pale					
E1	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	77,25	1 pers / 100 ha	0,78	0,91
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,29	1 pers / 10 ha	0,13	
E2	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,69	1 pers / 100 ha	0,77	0,96
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,85	1 pers / 10 ha	0,19	
E3	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	75,77	1 pers / 100 ha	0,76	1,04
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	2,77	1 pers / 10 ha	0,28	
E4	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	76,34	1 pers / 100 ha	0,77	380
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	2,20	1 pers / 10 ha	0,22	
	Autoroute A1	125 m	0,4 pers / 1 km / 100 véhicules/jour	34	
	LGV Nord	690 m	0,4 pers / 1 km / train /jour	64	
	Cimetière d'Assevillers	0,30	300 pers / 0,32 ha	281	
E5	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	77,57	1 pers / 100 ha	0,78	0,88
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	0,97	1 pers / 10 ha	0,10	
E6	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	75,36	1 pers / 100 ha	0,76	1,08
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	3,18	1 pers / 10 ha	0,32	
E7	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	77,45	1 pers / 100 ha	0,78	0,89
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	1,09	1 pers / 10 ha	0,11	
E8	Terrains non aménagés et très peu fréquentés	75,93	1 pers / 100 ha	0,76	1,03
	Terrains aménagés mais peu fréquentés	2,61	1 pers / 10 ha	0,27	

Tableau 22 : Récapitulatif des enjeux humains au niveau de la zone de projection de pale

3 - 4c Les enjeux matériels

Outre l'installation en elle-même, les principaux enjeux sont :

- Les infrastructures routières non structurantes ;
- L'autoroute A1 ;
- La LGV Nord ;
- Le cimetière d'Assevillers.

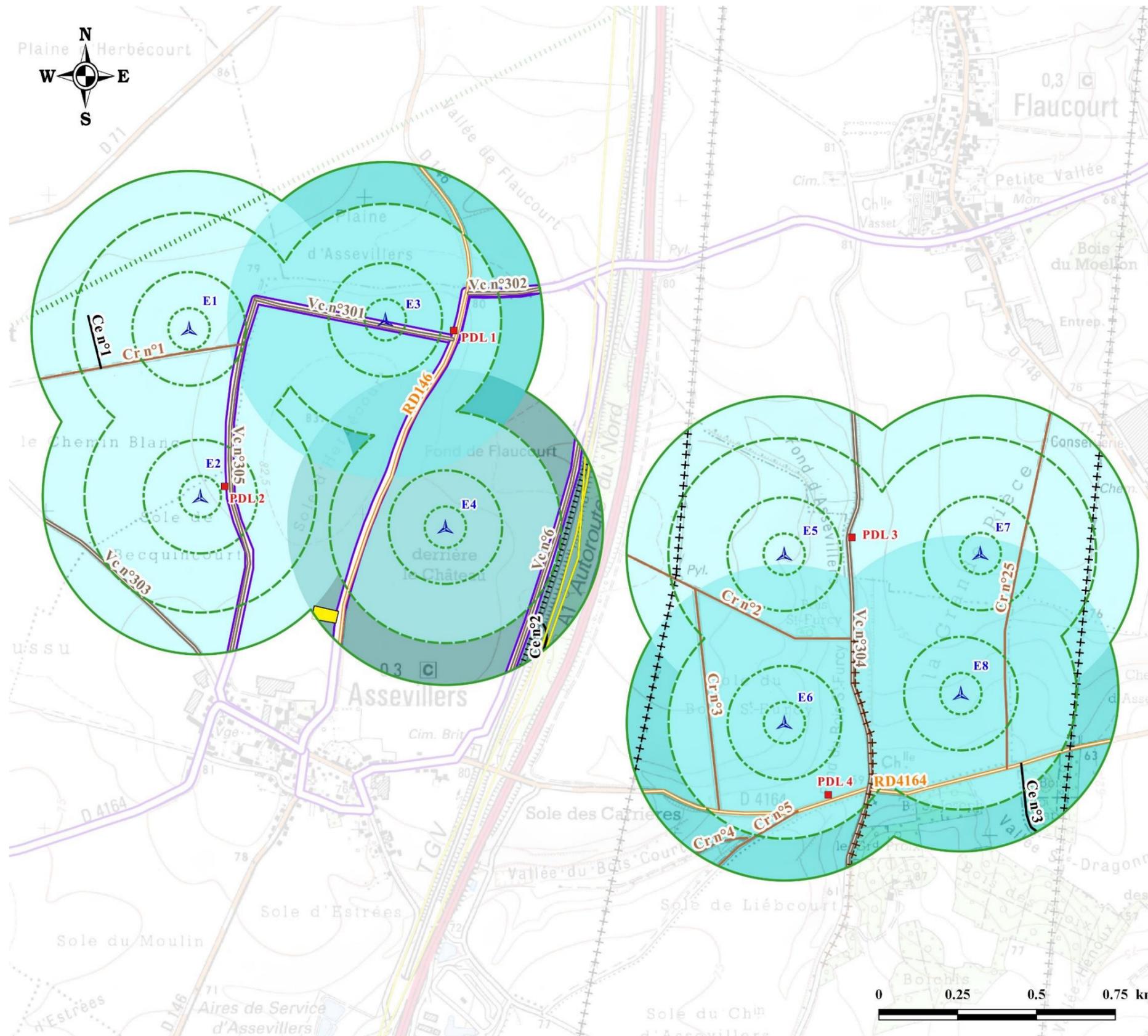
Remarque : Afin de faciliter la lecture de la carte « Enjeux humains et matériels », les différents périmètres de protection, les limites communales et les canalisations de gaz (situées hors du périmètre d'étude de dangers) n'ont pas été affichés. Pour toute précision relative à ces thématiques, le lecteur est invité à se référer au chapitre 3-3 « Environnement matériel ».

Enjeux humains et matériels



Octobre 2018

Source : IGN 25® - Copie et reproduction interdites
Courriers de servitudes



Légende

Parc éolien de Sole de Fours

- Implantation
- Poste de livraison

Scénarii étudiés

- Zone de surplomb (65,5 m)
- Zone de ruine (180 m)
- Zone de projection de glace (367,5 m)
- Zone de projection de pale (500 m)

Personnes exposées

- Moins de 1 personne
- Entre 1 et 10 personnes
- Entre 100 et 1 000 personnes

Infrastructures de transport

Infrastructures routières

- Autoroute A1
- Route départementale
- Voie communale
- Chemin communal
- Chemin d'exploitation

Infrastructures ferroviaires

- LGV Nord

Infrastructures électriques

- Lignes électriques aériennes
- Lignes électriques souterraines

Infrastructures de télécommunication

- Câble optique
- SFR

Chemin de randonnée

- Localisation

Autre infrastructure

- Cimetière d'Assevillers

Carte 11 : Enjeux humains et matériels sur le périmètre d'étude de dangers

4 DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

Ce chapitre a pour objectif de caractériser l'installation envisagée ainsi que son organisation et son fonctionnement, afin de permettre d'identifier les principaux potentiels de danger qu'elle représente (chapitre 5), au regard notamment de la sensibilité de l'environnement décrit précédemment.

4 - 1 Caractéristiques de l'installation

4 - 1a Caractéristiques générales d'un parc éolien

Un parc éolien est une centrale de production d'électricité fonctionnant à partir de l'énergie du vent. Il est composé de plusieurs aérogénérateurs et de leurs annexes (cf. schéma du raccordement électrique au paragraphe 4.3a) :

- 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 une ou plusieurs structure(s) de livraison. Chaque structure est composée d'un poste de livraison électrique. Ce réseau est appelé « réseau inter-éolien » ;
- Une ou plusieurs structures de livraison électrique, concentrant l'électricité des éoliennes et organisant son évacuation vers le réseau public d'électricité au travers d'un ou plusieurs postes sources locaux (point d'injection de l'électricité sur le réseau public) ;
- Un réseau de câbles enterrés permettant d'évacuer l'électricité regroupée au poste de livraison vers le poste source (appelé « réseau externe » et appartenant le plus souvent au gestionnaire du réseau de distribution d'électricité) ;
- Un réseau de chemins d'accès ;
- 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 (pour la grande majorité des éoliennes actuelles) construites en matériaux composites et réunies au niveau du moyeu. Il se prolonge dans la nacelle pour constituer l'arbre lent ;
- **Le mât** est généralement composé de 3 à 5 tronçons en acier ou de 15 à 20 anneaux de béton surmontés d'un ou plusieurs tronçons en acier. Dans la plupart des éoliennes, il abrite le transformateur qui permet d'élever la tension électrique de l'éolienne pour le transport de l'énergie sur le réseau électrique ;
- **La nacelle** abrite plusieurs éléments fonctionnels :
 - ✓ Le générateur transforme l'énergie de rotation du rotor en énergie électrique ;
 - ✓ Le multiplicateur (certaines technologies n'en utilisent pas) ;
 - ✓ Le système de freinage mécanique ;
 - ✓ Le système d'orientation de la nacelle qui place le rotor face au vent pour une production optimale d'énergie ;
 - ✓ Les outils de mesure du vent (anémomètre, girouette) ;
 - ✓ Le balisage diurne et nocturne nécessaire à la sécurité aéronautique.

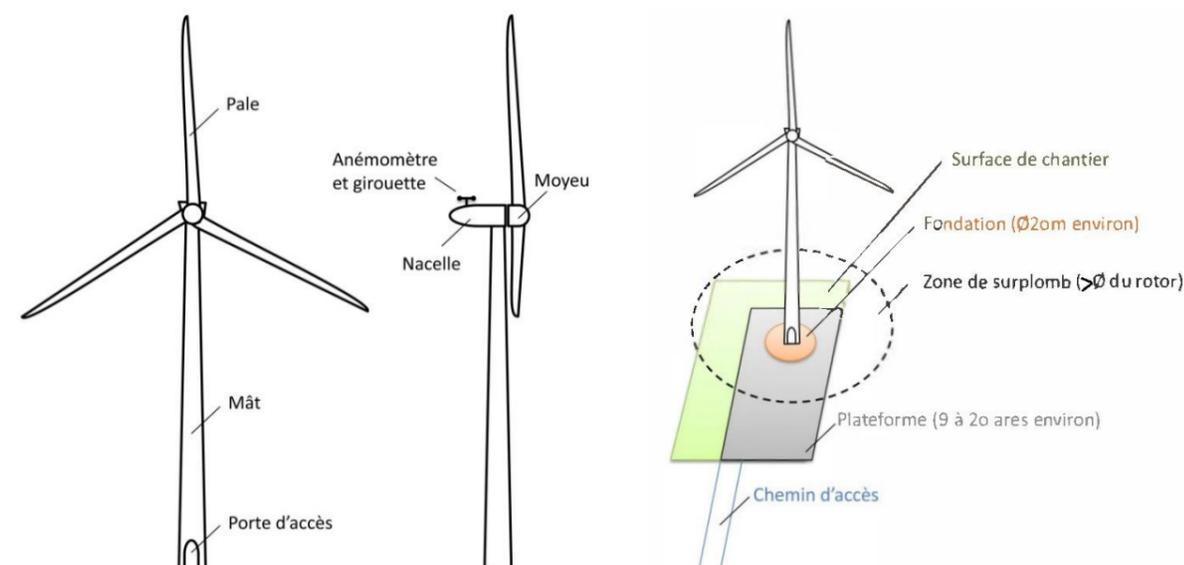


Figure 6 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur (à gauche) - Illustration des emprises au sol d'une éolienne (à droite) (Les dimensions sont données à titre d'illustration pour une éolienne d'environ 150 m de hauteur totale) (source : Guide de l'INERIS, mai 2012)

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° 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.

Chemins d'accès

Des pistes d'accès sont aménagées pour permettre aux véhicules d'accéder aux éoliennes aussi bien pour les opérations de construction du parc éolien que pour les opérations de maintenance liées à l'exploitation du parc éolien :

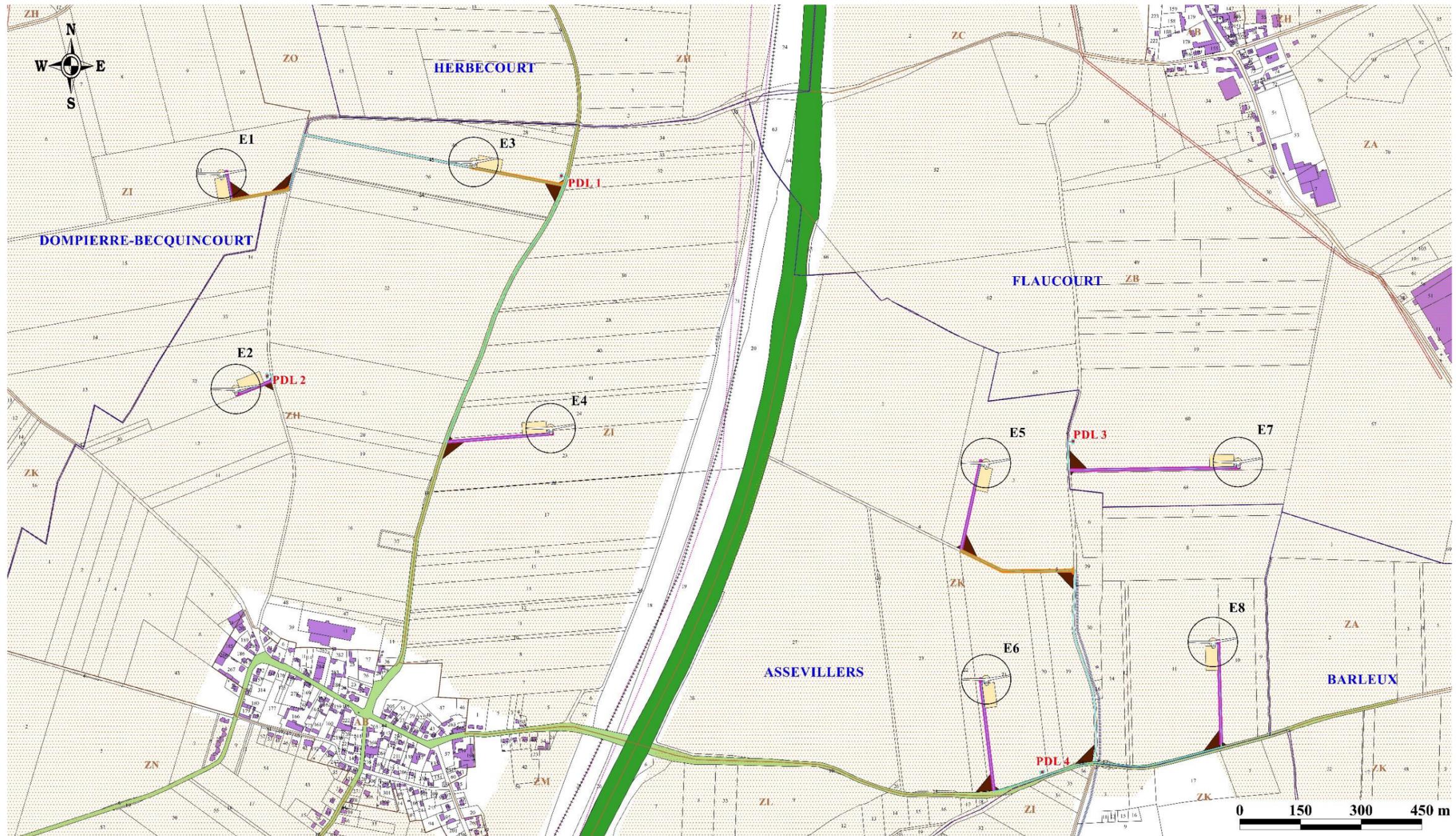
- L'aménagement de ces accès concerne principalement les chemins agricoles existants ;
- Si nécessaire, de nouveaux chemins sont créés sur les parcelles agricoles.

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

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

Autres installations

Certains parcs éoliens peuvent aussi être constitués d'aires d'accueil pour informer le public, de parkings d'accès, de parcours pédagogiques, etc.



Plan des abords
Plan d'assemblage

Echelle : 1/3 000 ème

Novembre 2018

Source : Cadastre - Corine Land Cover
Copie et reproduction interdites

Remarque:

Selon les informations disponibles à la date de réalisation de la cartographie, il n'existe pas d'autres réseaux enterrés aux environs immédiats du projet.



Légende

Parc éolien de Sole de Fours

Eolienne M122

□ Zone de surplomb par les pales (0-61 m)

• Poste de livraison

— Raccordement inter-éolien

— Plateforme

— Chemin à renforcer

— Chemin à créer

■ Pans coupés

— Infrastructures

— Autoroute A1

— Route départementale

— LGV Nord

— Câbles optiques

— Ligne électrique haute tension enterrée

— Canalisation de gaz

Affectation des terrains

■ Terres arables hors périmètre d'irrigation

Urbanisme

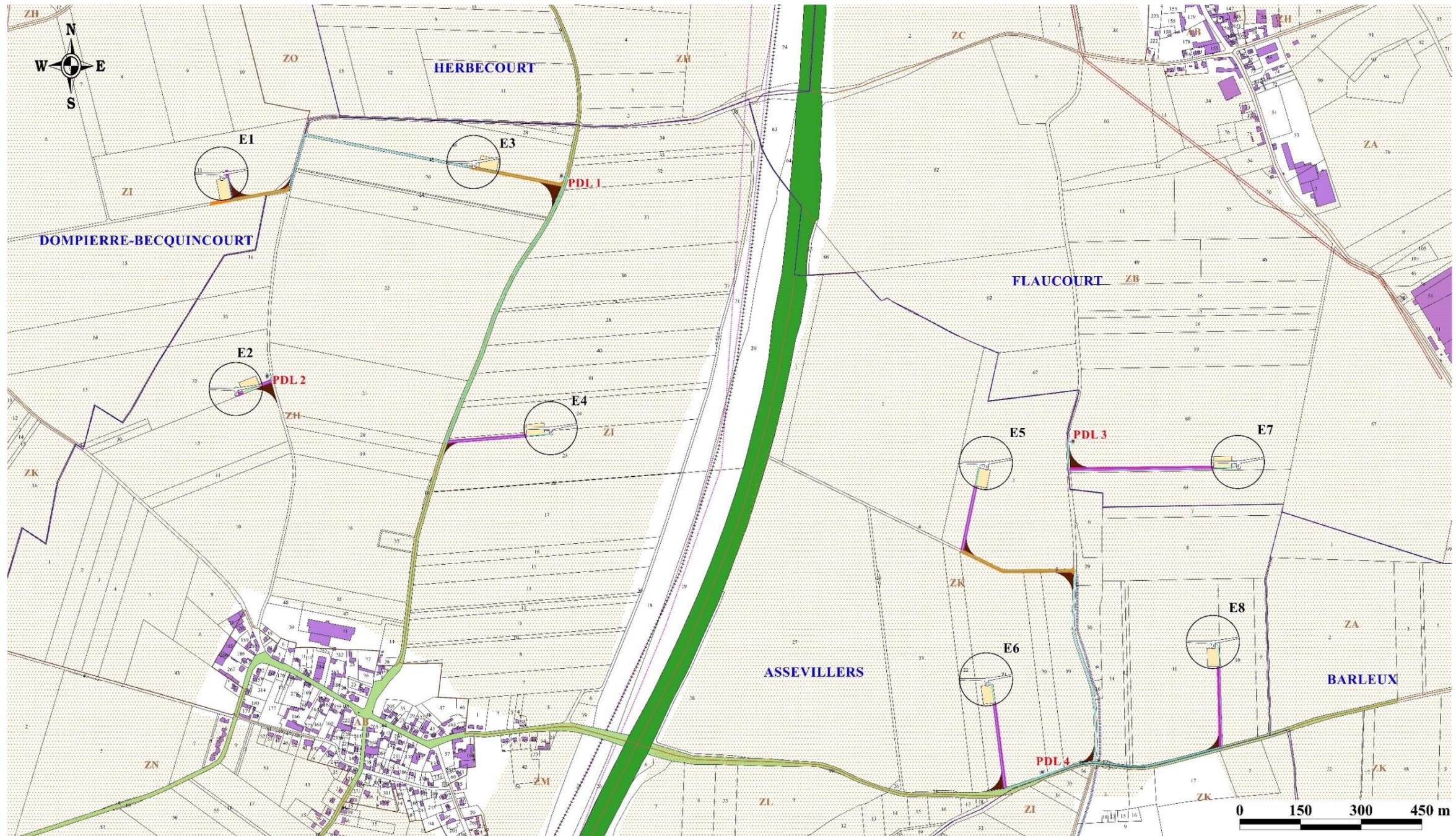
□ Limite communale

□ Parcelles cadastrales

□ Limite de section

■ Bâtiment - Habitation

Carte 12 : Plan détaillé de l'installation – M122



Plan des abords
Plan d'assemblage

Echelle : 1/3 000 ème

Novembre 2018

Source : Cadastre - Corine Land Cover
Copie et reproduction interdites

Remarque:

Selon les informations disponibles à la date de réalisation de la cartographie, il n'existe pas d'autres réseaux enterrés aux environs immédiats du projet.



Légende

Parc éolien de Sole de Fours

- Eolienne N131
- Zone de surplomb par les pales (0-65,5 m)
- Poste de livraison

- Raccordement inter-éolien
- Plateforme
- Chemin à renforcer
- Chemin à créer
- Pans coupés
- Infrastructures
- Autoroute A1
- Route départementale
- LGV Nord
- Câbles optiques
- Ligne électrique haute tension enterrée
- Canalisation de gaz

- Affectation des terrains**
- Terres arables hors périmètre d'irrigation
- Urbanisme**
- Limite communale
- Parcelles cadastrales
- Limite de section
- Bâtiment - Habitation

Carte 13 : Plan détaillé de l'installation – N131

4 - 1b Activité de l'installation

L'activité principale du parc éolien de Sole de Fours est la production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent avec une hauteur totale maximale de 180 m. Cette installation est donc soumise à la rubrique 2980 des installations classées pour la protection de l'environnement.

4 - 1c Composition de l'installation

Le parc éolien de Sole de Fours est composé de 8 aérogénérateurs et de 4 postes de livraison. Chaque aérogénérateur a une hauteur au moyeu maximale de 119 m, ou un diamètre rotor maximal de 131 m, pour une hauteur totale maximale en bout de pale de 180 m.

Le tableau suivant indique les coordonnées géographiques des aérogénérateurs et des postes de livraison dans le système de coordonnées Lambert 93.

Eolienne / PDL	Commune	Parcelle	Coordonnées Lambert 93	
			X	Y
E1	Dompierre	ZI 11	687784,1565	6978906,74
E2	Assevillers	ZH 32	687819,7146	6978375,235
E3	Assevillers	ZH 46	688406,7314	6978935,419
E4	Assevillers	ZI 23 ZI 24	688597,145	6978278,505
E5	Assevillers	ZK 3	689672,1109	6978192,626
E6	Assevillers	ZK 21	689672,6328	6977658,82
E7	Flaucourt	ZB 60	690294,1574	6978195,072
E8	Assevillers	ZK 11	690232,4247	6977751,11
PDL1	Assevillers	ZH 46	688623,6633	6978901,328
PDL2	Assevillers	ZH 32	687897,0641	6978407,513
PDL3	Flaucourt	ZB 60	689887,0849	6978245,905
PDL4	Assevillers	ZK 21	689811,6007	6977430,529

Tableau 23 : Coordonnées géographiques du parc éolien (source : GLOBAL WIND POWER, 2018)

4 - 2 Fonctionnement de l'installation

4 - 2a Principe de fonctionnement d'un aérogénérateur

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

Les pales se mettent en mouvement lorsque l'anémomètre (positionné sur la nacelle) indique une vitesse de vent d'environ 10 km/h à hauteur de la nacelle, 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 6 et 12 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 3 MW par exemple, la production électrique atteint 3 000 kWh dès que le vent atteint environ 50 km/h. L'électricité est 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 72 km/h (variable selon le type d'éolienne) sur une moyenne de 10 minutes, 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.

Découpage fonctionnel de l'installation

Fondations

Fonction	Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol
Description	<p>Le massif de fondation 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 vingtaine de mètres. Ceci représente une masse de béton d'environ 1 000 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.</p> <p>Cette structure doit répondre aux calculs de dimensionnement des massifs qui prennent en compte les caractéristiques suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> Le type d'éolienne ; La nature des sols ; Les conditions météorologiques extrêmes ; Les conditions de fatigue. <p>Les dimensions exactes des fondations seront établies suite à l'étude de sol qui sera réalisée après l'obtention des autorisations administratives, à l'emplacement de chaque éolienne. Elles seront entièrement enterrées et seront donc invisibles.</p>

Tour / mât

Fonction	Supporter la nacelle et le rotor
Description	La tour des éoliennes (également appelée mât) est constituée de plusieurs sections tubulaires en acier et en béton, de plusieurs dizaines de centimètres d'épaisseur et de forme tronconique, qui sont assemblées entre elles par des brides. Fixée par une bride à l'insert disposé dans le massif de fondation, la tour est autoportante.
	La hauteur de la tour, ainsi que ses autres dimensions, sont en relation avec le diamètre du rotor, la classe des vents, la topologie du site et la puissance recherchée.
Tension dans les câbles présents dans la tour	La tour a, avant tout, une fonction de support de la nacelle mais elle permet également le cheminement des câbles électriques de puissance et de contrôle et abrite : <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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.
	Jusqu'à 690 V

Nacelle

Fonctions	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Supporter le rotor ; ▪ Abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité.
Description	La nacelle se situe au sommet de la tour et abrite les composants mécaniques, hydrauliques, électriques et électroniques, nécessaires au fonctionnement de l'éolienne.
	Elle est constituée d'une structure métallique habillée de panneaux en fibre de verre, et est équipée de fenêtres de toit permettant d'accéder à l'extérieur.
	Une sonde de température extérieure est placée sous la nacelle et reliée au contrôle commande.
	La nacelle n'est pas fixée de façon rigide à la tour. La partie intermédiaire entre la tour et la nacelle constitue le système d'orientation, appelé « yaw drives », permettant à la nacelle de s'orienter face au vent, c'est-à-dire de positionner le rotor dans la direction du vent (l'orientation du rotor est forcée).
Tension dans les armoires électriques	Le système d'orientation est constitué de plusieurs dispositifs motoréducteurs solidaires de la nacelle, dont les arbres de sortie comportent un pignon s'engrenant sur une couronne dentée solidaire de la tour. Ces dispositifs permettent la rotation de la nacelle et son maintien en position face au vent. La vitesse maximum d'orientation de la nacelle est de moins de 0,5 degrés par seconde soit environ une vingtaine de minutes pour faire un tour complet.
	Afin d'éviter une torsion excessive des câbles électriques reliant la génératrice au réseau public, il existe un dispositif de contrôle de rotation de la nacelle. Celle-ci peut faire 3 à 5 tours de part et d'autre d'une position moyenne. Au-delà, un dispositif automatique provoque l'arrêt de l'éolienne, le retour de la nacelle à sa position dite « zéro », puis la turbine redémarre.
	Entre 0 et 1 200 V.

Rotor / Pales

Fonction	Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice
Description	Les rotors sont composés de trois pales fixées au moyeu via des couronnes à deux rangées de billes et double contact radial. La rotation du rotor permet de convertir l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique. Elle est transmise à la génératrice via le multiplicateur.
	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 de vents sont constamment compensées par l'ajustement de l'angle d'inclinaison des pales.
	Dans le cas où la vitesse de vent devient trop importante (supérieure à 25 m/s), risquant d'amener une usure prématurée des divers composants ou de conduire à un emballement du rotor, le système de sécurité ramène les pales dans une position où elles offrent le moins de prise au vent, dite « en drapeau », conduisant à l'arrêt du rotor (freinage aérodynamique). Ce système comprend également la présence d'accumulateurs hydropneumatiques disposés au plus près des vérins. Ces accumulateurs permettent, même en cas de perte du système de contrôle, de perte d'alimentation électrique ou de défaillance du système hydraulique, de ramener les pales en drapeau.
	Chaque pale est indépendante et équipée de son propre pitch system afin de garantir un calage continu même en cas de dysfonctionnement du contrôle commande.
	Plusieurs notions caractérisent les pales : <ul style="list-style-type: none"> ▪ La longueur, fonction de la puissance désirée ; ▪ La corde (largeur maximale), fonction du couple nécessaire au démarrage et de celui désiré en fonctionnement ; ▪ Les matériaux, fonction de la résistance souhaitée.
	La géométrie de la pale est légèrement vrillée autour de son axe longitudinal pour un meilleur rendement.

Multiplicateur (Gearbox)

Fonction	Multiplier la vitesse de rotation issue de l'arbre lent
Description	Le rotor est directement relié à un arbre de transmission appelé « arbre lent ». Cet arbre, qui tourne à la vitesse du rotor est connecté au multiplicateur. Le multiplicateur (Gearbox) permet de multiplier la vitesse de rotation d'un facteur compris entre 100 et 120 selon les modèles, de telle sorte que la vitesse de sortie (« arbre rapide ») est d'environ 1 500 tours par minute.
	Le dispositif de transmission entre l'arbre rapide et la génératrice (coupling) est un dispositif flexible, réalisé en matériau composite afin de compenser les 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.
	<i>Remarque : Certains modèles d'éoliennes ne possèdent pas de multiplicateur.</i>

Générateur et transformateur

Fonction	<ul style="list-style-type: none"> Produire de l'énergie électrique à partir d'énergie mécanique ; Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau.
Description	<p>Les éoliennes sont équipées d'un système générateur/transformateur fonctionnant à vitesse variable (et donc à puissance mécanique fluctuante).</p> <p>Le générateur est ici de type asynchrone délivrant un courant alternatif sous 400 à 690 V à vitesse nominale. Un système de conversion appelé « Grid Streamer™ convertir » permet d'assurer la régulation du fonctionnement du générateur et la qualité du courant produit. Il permet d'alimenter le transformateur élévateur de tension en courant alternatif 50 Hz sous 690 V au maximum.</p> <p>Cette tension est élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur sec, puis régulée 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 de la tour. Il s'agit de cellules à isolation gazeuse (SF₆) 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, etc.).</p> <p>Le refroidissement du générateur et du dispositif de conversion est effectué par une boucle d'eau et d'huile.</p>

Connexion au réseau électrique public

Fonction	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public
Description	<p>Les éoliennes d'un même champ éolien sont ensuite raccordées au réseau électrique de distribution (ENEDIS ou régies) ou de transport (RTE) via un poste de livraison. Ce poste fait ainsi l'interface entre les installations et le réseau électrique. Chaque poste est équipé d'appareils de comptage d'énergie indiquant l'énergie soutirée au réseau mais également celle injectée. Il comporte aussi la protection générale dont le but est de protéger les éoliennes et le réseau inter-éolien en cas de défaut sur le réseau électrique amont.</p> <p>Les liaisons électriques entre éoliennes et les postes de livraison sont assurées par des câbles souterrains.</p>
Tension dans les câbles souterrains	20 000 V
Tensions dans les postes de livraison	20 000 V

Élément de l'installation	Fonction	Caractéristiques
Fondation	<i>Ancrer et stabiliser l'éolienne dans le sol</i>	<ul style="list-style-type: none"> En béton armé, de forme circulaire ; Dimension : design adapté en fonction des études géotechnique et hydrogéologique réalisées avant la construction. <i>Les dimensions exactes des fondations seront définies suite à l'étude de sol, prévue après l'obtention des autorisations administratives. Elles seront entièrement enterrées et seront donc invisibles. Un insert métallique disposé au centre sert de fixation pour la base de la tour. Elles sont conçues pour répondre aux prescriptions de l'Eurocode 2 et 3 et aux calculs de dimensionnement des massifs ;</i> Profondeur : en standard, entre 3 et 5 m environ.
Mât	<i>Supporter la nacelle et le rotor</i>	<ul style="list-style-type: none"> Tubulaire en acier ; Hauteur maximale au moyeu de 119 mètres ; Composé de 3 pièces ; Revêtement multicouche résine époxy ; Cage d'ancrage noyée dans le béton de fondation ; Accès : porte verrouillable au pied du mât, échelle d'accès à la nacelle, élévateur de personnes.
Nacelle	<i>Supporter le rotor Abriter le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité</i>	<ul style="list-style-type: none"> L'arbre en rotation, entraîné par les pales ; Le multiplicateur est à engrenage planétaire comportant plusieurs étages ainsi qu'un étage à roue dentée droite ou à entraînement différentiel – Tension nulle ; La génératrice annulaire, à double alimentation, qui fabrique l'électricité – Tension de 400 à 690 V ; Composition : structure métallique habillée de panneaux en fibre de verre, fenêtres de toit permettant d'accéder à l'intérieur.
Rotor / pales	<i>Capter l'énergie mécanique du vent et la transmettre à la génératrice</i>	<ul style="list-style-type: none"> Orientation active des pales face au vent ; Sens de rotation : sens horaire ; 3 par machine ; Surface balayée de 13 478 m² ; Vitesse de rotation théorique : entre 6,5 et 13,8 tour/min ; Longueur : 64,4 m au maximum ; Poids : 15 t au maximum ; Contrôle de vitesse variable via microprocesseur ; Contrôle de survitesse : Pitch électromotorisé indépendant sur chaque pale ; Constitué de plastique renforcé à la fibre de verre (GFK), protection contre la foudre intégrée en accord complet avec la norme IEC 61 400-22.

Élément de l'installation	Fonction	Caractéristiques
Transformateur	Elever la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau	<ul style="list-style-type: none"> Tension de 20 kV à la sortie ; Localisation : pièce fermée à l'arrière de la nacelle.
Poste de livraison	Adapter les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public	<ul style="list-style-type: none"> Equipé de différentes cellules électriques et automates qui permettent la connexion et la déconnexion du parc éolien au réseau 20 kV.

Tableau 24 : Synthèse du fonctionnement des aérogénérateurs selon le tableau type de l'INERIS/SER/FEE, 2012

4 - 2b Sécurité de l'installation

L'installation respecte la réglementation en vigueur en matière de sécurité.

Système de fermeture de la porte

L'accès à l'intérieur de l'éolienne ne peut se faire que par la porte de service située au pied du mât. Cette porte est dotée d'un verrou à clé. Un dispositif manuel permet d'ouvrir et de fermer le verrou de la porte depuis l'intérieur, même si la clé se trouve à l'extérieur de la porte.

Un détecteur avertit les personnels d'exploitation et de maintenance en cas d'ouverture d'une porte d'accès à une éolienne.

Balisage des éoliennes

Le balisage des éoliennes est défini par l'arrêté du 23 avril 2018 relatif à la réalisation du balisage des obstacles à la navigation aérienne. Les éoliennes retenues sont conformes à cet arrêté et sont dotées d'un balisage lumineux d'obstacle au niveau de la nacelle.

Dans le cas d'une éolienne de hauteur totale supérieure à 150 m, le balisage par feux d'obstacles moyenne intensité est complété par des feux d'obstacles basse intensité de type B (rouges fixes 32 cd) installés sur le mât. Ces feux de balisage intermédiaire sur le mât sont donc requis pour le projet éolien de Sole de Fours (hauteur maximale des éoliennes en bout de pale de 180 m).

Les feux de balisage d'obstacles font l'objet d'un certificat de conformité type, délivré par le service technique de l'aviation civile de la direction générale de l'aviation civile (STAC), en fonction des spécifications techniques correspondantes.

L'alimentation électrique, desservant le balisage lumineux, est secourue par l'intermédiaire d'un dispositif automatique et commute dans un temps n'excédant pas 15 secondes. La source d'énergie assurant l'alimentation de secours des installations de balisage lumineux possède une autonomie au moins égale à 12 heures.

Le balisage est surveillé par l'exploitant et celui-ci signale dans les plus brefs délais toute défaillance ou interruption du balisage à l'autorité de l'aviation civile territorialement compétente.

Balisage lumineux de jour

Chaque éolienne est dotée d'un balisage lumineux de jour assuré par des feux d'obstacle moyenne intensité de type A (feux à éclats blancs de 20 000 candelas [cd]). Ces feux d'obstacle sont installés sur le sommet de la nacelle et disposés de manière à assurer la visibilité de l'éolienne dans tous les azimuts (360°).

Balisage lumineux de nuit

Chaque éolienne est dotée d'un balisage lumineux de nuit assuré par des feux d'obstacle moyenne intensité de type B (feux à éclats rouges de 2 000 cd). Ces feux d'obstacle sont installés sur le sommet de la nacelle et disposés de manière à assurer la visibilité de l'éolienne dans tous les azimuts (360°).

Le passage du balisage lumineux de jour au balisage de nuit est assuré par un détecteur crépusculaire. Le jour est caractérisé par une luminance de fond supérieure à 500 cd/m², le crépuscule est caractérisé par une luminance de fond comprise entre 50 cd/m² et 500 cd/m², et la nuit est caractérisée par une luminance de fond inférieure à 50 cd/m². Le balisage actif lors du crépuscule est le balisage de jour, le balisage de nuit est activé lorsque la luminance de fond est inférieure à 50 cd/m².

Balisage en phase chantier

Lors de la période de travaux, la présence du chantier et d'éoliennes en cours de levage est communiquée aux différents usagers de l'espace aérien par la voie de l'information aéronautique. A cette fin, l'exploitant des éoliennes, après coordination avec le responsable du chantier, fournit les informations nécessaires aux autorités de l'aviation civile et de la défense territorialement compétentes au moins 7 jours avant le début du chantier.

Un balisage temporaire constitué de feux d'obstacles basse intensité de type E (rouges, à éclats, 32 cd) est mis en œuvre dès que la nacelle de l'éolienne est érigée. Ces feux d'obstacle sont opérationnels de jour comme de nuit. Ils sont installés sur le sommet de la nacelle et sont visibles dans tous les azimuts (360°). Le balisage définitif prescrit dans l'arrêté du 23 avril 2018 est effectif dès que l'éolienne est mise sous tension. Le balisage définitif peut également être utilisé en lieu et place du balisage temporaire décrit ci-dessus.

Protection contre le risque incendie

Système de détection et d'alarme

Tous les composants mécaniques et électriques de l'éolienne dans lesquels un incendie pourrait potentiellement se déclencher en raison d'une éventuelle surchauffe ou de court-circuit, sont continuellement surveillés par des capteurs lors du fonctionnement, et cela en premier lieu afin de s'assurer de leur bon fonctionnement. Si le système de commande détecte un état non autorisé, l'éolienne est stoppée ou continue de fonctionner mais avec une puissance réduite. Le choix des matériaux est également un aspect clé de la protection incendie, par la conception en matériaux ignifuges, difficilement, ou non inflammables pour certains composants.

Un système d'alarme est couplé avec un système de détection qui informe l'exploitant à tout moment d'un départ de feu dans une éolienne, via le système SCADA. La détection se fait selon deux zones indépendantes, la base du mât et la nacelle. Le départ d'un feu entraîne l'arrêt d'urgence de l'éolienne, sa mise en sécurité, l'arrêt des ventilations et déclenche une alarme sonore et lumineuse dans l'éolienne.

Les détecteurs de fumée et/ou les capteurs de température émettent des signaux qui sont immédiatement transmis par le système de surveillance à distance SCADA qui alerte alors l'exploitant, par un message SMS et/ou email, qui prévient alors les pompiers. Ces derniers décident sur place des actions à entreprendre. Les centres de service de suivi d'exploitation sont ouverts 24h/24, 7j/7 et par conséquent joignables à tout moment.

Système de lutte contre l'incendie

Les éoliennes envisagées disposent de plusieurs extincteurs manuels portatifs à CO₂ localisés dans la nacelle et le mât. Ils sont positionnés de façon bien visible et facilement accessible. Les agents d'extinction sont appropriés aux risques à combattre. Ils font l'objet d'un contrôle régulier par un organisme agréé. Par ailleurs lors des interventions, les techniciens emmènent également un extincteur dans leur véhicule de service.

Procédure d'urgence en cas d'incendie

L'exploitant est en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant la détection de l'incendie. Il doit être capable également de mettre en œuvre les procédures d'urgence dans un délai de 60 minutes.

Un plan d'évacuation permet au personnel d'évacuer l'éolienne en cas d'incendie. Le personnel dispose également d'une procédure d'urgence pour donner l'alerte vers les services de secours en cas d'incendie et est formé pour le faire.

Protection contre le risque foudre

La fonction principale du système de protection contre la foudre (Lightning Protection System - LPS) est de protéger les vies et les biens contre les effets destructeurs de la foudre. Tous les éléments du système sont conçus de manière à résister à l'impact de la foudre, et à ce que le courant de foudre puisse être conduit en toute sécurité aux points de mise à la terre sans dommage ou sans perturbation des systèmes.

Les éoliennes retenues seront équipées d'un système de protection contre la foudre afin de minimiser les dommages sur les composants mécaniques, les systèmes électriques et les systèmes de contrôle. Le système de protection contre la foudre est basé sur des solutions de protection interne et externe.

Le système de protection externe est conçu pour gérer un coup de foudre direct sur l'éolienne et pour conduire le courant de foudre à la terre au bas de l'éolienne.

La protection interne est conçue pour minimiser les dégâts et les interférences sur les équipements électriques et les composants électroniques à l'intérieur de l'éolienne grâce à une ligne équipotentielle, à une protection contre les surtensions et les perturbations électromagnétiques.

Le système de protection contre la foudre a été conçu pour atteindre un niveau de protection I selon la norme IEC 61400-24. Le Maître d'Ouvrage tient à disposition de l'Inspection des Installations Classées les rapports des organismes compétents attestant de la conformité des éoliennes à la norme précitée.

Protection contre la survitesse

Chaque éolienne est dotée d'un dispositif de freinage pour diminuer les contraintes mécaniques qui s'exercent sur cette dernière lorsque le vent augmente. Ce dispositif arrête tout fonctionnement de l'éolienne en cas de tempête par exemple. Cela s'effectue par une rotation des pales limitant la prise au vent puis par des freins moteurs.

En cas de défaillance, un système d'alarme est couplé avec un système de détection de survitesse qui informe l'exploitant à tout moment d'un fonctionnement anormal. Ce dernier est en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur. Il doit être capable également de mettre en œuvre les procédures d'urgence dans un délai de 60 minutes.

Protection contre l'échauffement

Tous les principaux composants sont équipés de capteurs de température. Un certain nombre de seuils sont prédéfinis dans le système de contrôle de l'éolienne.

En cas de dépassement de seuils (seuils différents en fonction du type d'aérogénérateur, du type de composant et prédéfinis), des codes d'état associés à des alarmes sont activés et peuvent, le cas échéant, entraîner un ralentissement de la machine (bridage préventif), voire un arrêt de la machine. Tout phénomène anormal est ainsi répertorié, tracé via le système SCADA du parc, et donne lieu à des analyses et si nécessaire interventions de maintenance sur site afin de corriger les problèmes constatés.

La procédure de coupure sera lancée si la vitesse du vent est supérieure à la vitesse du vent de coupure, en valeur moyennée sur 10 min. Cependant, pour faire face aux rafales, l'éolienne lancera également la procédure de coupure si la vitesse du vent dépasse certains seuils prédéfinis dans le système de contrôle de l'éolienne en valeur moyennée sur 3 secondes. La procédure d'arrêt fera pivoter les pales en position drapeau et arrêtera l'éolienne en toute sécurité.

Protection contre la glace

Durant les mois d'hiver et au début du printemps, du givre puis de la glace peuvent se former sur les pales et la nacelle des éoliennes entraînant un surpoids, un déséquilibre du rotor et des risques de projection de cette glace. La glace sur les pales de l'éolienne diminue sa puissance et augmente les efforts sur la machine. Le balourd créé déséquilibre la rotation du rotor.

Un système de protection contre la glace est donc fourni le cas échéant avec les éoliennes pour prévenir de ces dangers, conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011.

Le système de protection se base sur trois méthodes redondantes :

- Comparaison des mesures de vent par deux anémomètres sur la nacelle, l'un étant chauffé, l'autre non, associé à des paramètres climatiques additionnels (notamment critère de température) ;
- Analyse de données de fonctionnement de l'éolienne, le dépôt de givre modifiant le profil aérodynamique de la pale et impactant par conséquent la production électrique de la machine ;
- Système de mesure des oscillations et des vibrations qui sont causées par le balourd provoqué par la formation de glace sur les pales qui peuvent, en cas extrême, déclencher un arrêt d'urgence (intégré dans la chaîne de sécurité de l'éolienne).

La détection de glace génère une alarme sur le système de surveillance à distance de l'éolienne (SCADA) et informe l'exploitant de l'événement. Celui-ci stoppe l'éolienne et ne peut la redémarrer que sur place, après un contrôle visuel des pales et de la nacelle permettant d'évaluer l'importance de la formation de glace (redémarrage à distance impossible).

En cas de conditions de gel prolongé, les éoliennes sont maintenues à l'arrêt jusqu'au retour de conditions météorologiques plus clémentes.

Protection contre le risque électrique

Les installations électriques à l'intérieur de l'éolienne respectent les dispositions de la directive du 17 mai 2006.

Les installations électriques extérieures à l'éolienne sont conformes aux normes NFC 15100 (dernière version en date d'août 2016), NFC 13100 (version d'avril 2015) et NFC 13-200 (version de juin 2018). Ces installations sont entretenues et maintenues en bon état et sont contrôlées avant la mise en service industrielle puis à une fréquence annuelle, après leur installation ou leur modification par une personne compétente. La périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications des installations électriques ainsi que le contenu des rapports relatifs aux dites vérifications sont fixés par l'arrêté du 10 octobre 2000.

Protection contre le risque de fuite de liquide dans la nacelle

Les nacelles des éoliennes sont conçues de sorte que tout écoulement accidentel de liquide provenant d'éléments de la nacelle soit récupéré dans un bac de rétention. Un réservoir de 1 000 L, situé dans la tour de l'éolienne, permet ensuite de recueillir les produits de fuite temporairement avant leur évacuation par les moyens appropriés.

L'utilisation de liquide est liée au multiplicateur et aux éléments graissés dont la quantité est limitée (15 à 20 litres utilisés) (roue dentée/engrenage, transmission d'orientation de l'éolienne, frein hydraulique).

Des vérifications des niveaux sont également partie intégrante des opérations de maintenance préventive.

Sécurité positive de l'éolienne – redondance des capteurs

L'éolienne est dotée d'un grand nombre de capteurs (capteurs de température, de pression, de contact, de mesure de vitesse, d'accélération, du retour d'information de chaque état du système ...) sur absolument chaque partie de l'éolienne.

Ainsi, si l'un d'eux est cassé, celui qui est juste après dans la chaîne détectera l'anomalie et signalera par le biais du système de supervision (SCADA) monitoré 24h sur 24 et 7 jours sur 7.

Gestion à distance du fonctionnement des éoliennes (SCADA)

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

L'exploitation des éoliennes s'effectue grâce à un Automate Programmable Industriel (API) qui analyse en permanence les données en provenance des différents capteurs de l'installation et de l'environnement (conditions météorologiques, vitesse de rotation des pales, production électrique, niveau de pression du réseau hydraulique, etc.) et qui contrôle les commandes en fonction des paramètres. Sur un moniteur de contrôle placé au niveau du poste électrique de livraison, toutes les données d'exploitation peuvent être affichées et contrôlées, et des fonctions telles que le démarrage, l'arrêt et l'orientation des pales peuvent être commandées.

De plus, les éoliennes sont équipées d'un système de contrôle à distance des données. La supervision peut s'effectuer à distance depuis un PC équipé d'un navigateur Internet et d'une connexion ADSL ou RNIS.

Le SCADA constitue un terminal de dialogue entre l'automate et son système d'entrée/sortie, connecté en réseau au niveau des armoires de contrôle placées dans la nacelle et dans le pied de l'éolienne.

Dans le cas où le système SCADA est défectueux

Le réseau SCADA permet le contrôle à distance du fonctionnement des éoliennes. Ainsi, chaque éolienne dispose de son propre SCADA relié lui-même à un SCADA central qui a pour objectif principal :

- De regrouper les informations des SCADAS des éoliennes ;
- De transmettre à toutes les éoliennes une information identique, en même temps, plutôt que de passer par chaque éolienne à chaque fois.

Ainsi en cas de dysfonctionnement (survitesse, échauffement) ou d'incident (incendie), l'exploitant est immédiatement informé et peut réagir.

Dans le cas d'un dysfonctionnement du système de SCADA central, le contrôle de commande des éoliennes à distance est maintenu puisque ces machines disposent d'un SCADA qui leur est propre. Le seul inconvénient est qu'il faut donner l'information à chacune des éoliennes du parc.

Dans le cas d'un dysfonctionnement du système SCADA propre à une éolienne, ce dernier entraîne l'arrêt immédiat de la machine.

Ainsi, en cas de défaillance éventuelle du système SCADA de commande à distance, le parc éolien est maintenu sous contrôle soit via le système SCADA propre à la machine, soit par l'arrêt automatique de la machine.

Dans le cas d'une rupture du réseau de fibres optiques

Le système de contrôle de commande des éoliennes est relié par fibre optique aux différents capteurs. En cas de rupture de la fibre optique entre deux éoliennes, la transmission peut s'effectuer directement en passant par le SCADA propre à l'éolienne ou par le SCADA central. Il s'agit d'un système en anneau qui permet de garantir une communication continue des éoliennes.

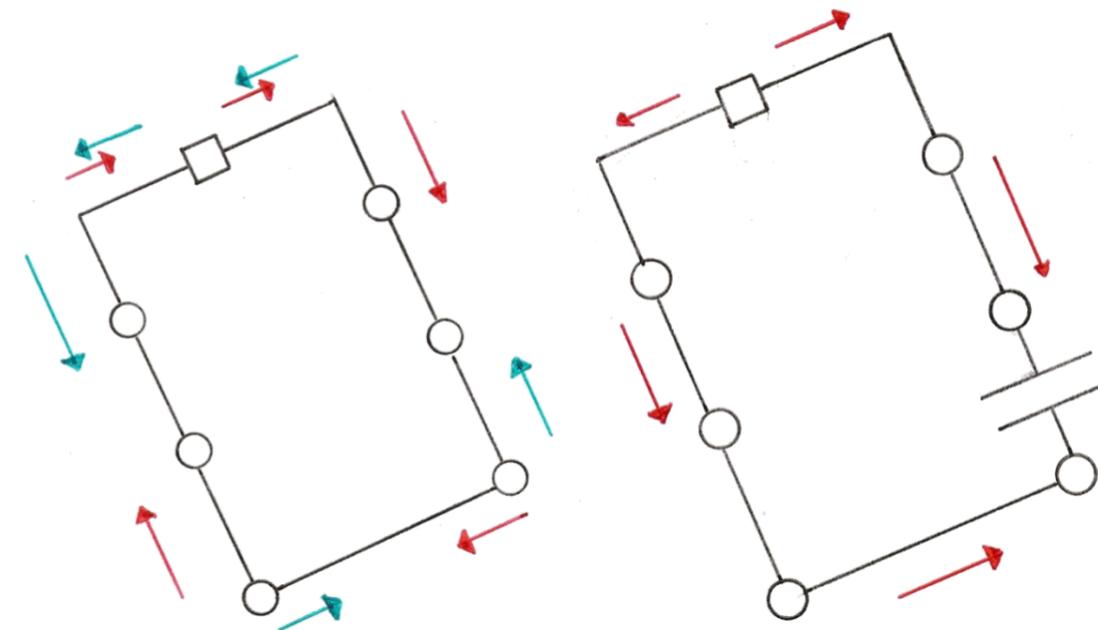


Figure 7 : Illustration du système en anneau garantissant une communication continue des éoliennes –

Légende : ○ Eolienne □ SCADA → Circulation de l'information

Certification des éoliennes

Les éoliennes sont conformes à la norme IEC 61400-22 et à la Directive « Machines » du 17 mai 2006 ainsi qu'à la norme NF EN 61400-1 (novembre 2015) ou toute norme équivalente en vigueur dans l'UE.

Les éoliennes sont mises à la terre et l'installation répond aux dispositions de la norme IEC 61400-22 (cf annexe 10.7 – « Type certificate » des éoliennes envisagées).

La société « WP France 24 SAS » tient à disposition de l'Inspection des Installations Classées les rapports des organismes compétents attestant de la conformité des aérogénérateurs à la norme précitée.

Le tableau ci-après présente un récapitulatif des notions abordées précédemment.

Article de l'arrêté du 26/08/11	Disposition	Données constructeur	Autres données	Conformité
3	Distance > 500 m des habitations Distance > 300 m d'une installation nucléaire ou d'une ICPE	-	Première zone urbanisée à 590 m de E2. Site industriel le plus proche : société BONDUELLE à 650 m au Nord-Est de E7.	OUI
4	Distance d'éloignement des radars Aucune gêne du fonctionnement des équipements militaires	-	Le radar météorologique d'Abbeville est localisé à 75 km.	OUI
5	Etude stroboscopique dans le cadre de bureaux à moins de 250 m	-	Non concerné	OUI
6	Limitation du champ magnétique (100 microteslas à 50-60 Hz)	Type Certificate Conformity Evaluation has been carried out according to IEC 61400-22 2010 "Wind Turbines - Part 22 : Conformity Testing and Certification Conformity Evaluation has been carried out according to BEK 73-2013 "Bekendtgorelse om teknisk certificeringsordning for vindmoller" This certificate attests compliance with IEC 61400-1 ed.3 incl. amd. 1 and IEC 61400-22 concerning the design and manufacture	Les distances d'éloignement par rapport aux habitations permettent d'affirmer que le champ magnétique n'aura aucun impact potentiel sur les personnes (voir paragraphe 3.1 du présent document)	OUI
7	Voie carrossable pour permettre l'intervention des services d'incendie et de secours Accès bien entretenu et abords de l'installation maintenus en bon état de propreté.	-	Les chemins d'accès prennent place sur des parcelles communales, pour lesquelles la société « WP France SAS » a signé des conventions de servitude de passage d'utilisation. L'entretien sera assuré et pris en charge par l'exploitant du parc éolien. Le stationnement des véhicules des techniciens sera réalisé sur une zone de stationnement dédiée : l'accès sera donc en permanence dégagé pour les secours.	OUI

Article de l'arrêté du 26/08/11	Disposition	Données constructeur	Autres données	Conformité
8	Conformité aux dispositions de la norme NF EN 61 400-1 dans sa version de juin 2006 ou IEC 61 400-1 dans sa version de 2005 ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union Européenne	Type Certificate Conformity Evaluation has been carried out according to IEC 61400-22 2010 "Wind Turbines - Part 22 : Conformity Testing and Certification Conformity Evaluation has been carried out according to BEK 73-2013 "Bekendtgorelse om teknisk certificeringsordning for vindmoller" This certificate attests compliance with IEC 61400-1 ed.3 incl. amd. 1 and IEC 61400-22 concerning the design and manufacture		OUI
9	Mise à la terre de l'installation Conformité à la norme IEC 61 400-24 (version d'avril 2015) Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre lors de la maintenance	Type Certificate Conformity Evaluation has been carried out according to IEC 61400-22 2010 "Wind Turbines - Part 22 : Conformity Testing and Certification Conformity Evaluation has been carried out according to BEK 73-2013 "Bekendtgorelse om teknisk certificeringsordning for vindmoller" This certificate attests compliance with IEC 61400-1 ed.3 incl. amd. 1 and IEC 61400-22 concerning the design and manufacture		OUI
10	Conformité de la directive du 17 mai 2006 Conformités aux normes NFC 15-100 (2008), NFC 13-100 (2001) et NFC 13-200 (2009) Contrôle des installations électriques avant la mise en service puis annuellement Vérification des installations fixées par l'arrêté du 10 octobre 2000	Type Certificate Conformity Evaluation has been carried out according to IEC 61400-22 2010 "Wind Turbines - Part 22 : Conformity Testing and Certification Conformity Evaluation has been carried out according to BEK 73-2013 "Bekendtgorelse om teknisk certificeringsordning for vindmoller" This certificate attests compliance with IEC 61400-1 ed.3 incl. amd. 1 and IEC 61400-22 concerning the design and manufacture		OUI

Article de l'arrêté du 26/08/11	Disposition	Données constructeur	Autres données	Conformité
11	Balisage approprié	Type Certificate Conformity Evaluation has been carried out according to IEC 61400-22 2010 "Wind Turbines - Part 22 : Conformity Testing and Certification Conformity Evaluation has been carried out according to BEK 73-2013 "Bekendtgørelse om teknisk certificeringsordning for vindmøller" This certificate attests compliance with IEC 61400-1 ed.3 incl. amd. 1 and IEC 61400-22 concerning the design and manufacture	Balisage conforme aux articles L6351-6 et L6352-1 du code des transports et R243-1 et R244-1 du code de l'aviation civile ; Le parc éolien de Sole de Fours respectera ces normes.	OUI
12	Suivi environnemental sur l'avifaune et les chiroptères - Au moins une fois au cours des 3 premières années de fonctionnement - Puis une fois tous les 10 ans	-	Un tel suivi sera réalisé, notamment d'après les préconisations de l'étude écologique réalisée dans le cadre de l'étude d'impact environnementale.	OUI
13	Accès à l'intérieur des aérogénérateurs et des postes de livraison fermés à clef	-	Accès à l'intérieur des éoliennes et des postes de livraison impossible et interdit aux personnes ne faisant pas partie du personnel d'exploitation. La porte des éoliennes est sans verrouillage depuis l'intérieur pour ne pas y rester coincé. Les portes des éoliennes sont équipées de contact de porte envoyant également une alarme sur le système de supervision en cas d'ouverture.	OUI
14	Affichage des consignes de sécurité, d'interdiction de pénétrer dans l'aérogénérateur, de la mise en garde des risques d'électrocution et de risque de chute de glace.	-	Présence et affichage clair des consignes de sécurité aux abords de l'entrée des chemins d'exploitation et au niveau des plateformes. Affichage, sur le parc éolien, du plan de secours et des coordonnées des moyens de secours en cas d'accident ou d'incident.	OUI
15	Essais d'avant mise en service et contrôle périodique (arrêt, arrêt d'urgence et arrêt survitesse)	Réalisation d'essais prouvant le bon fonctionnement des installations. L'arrêt d'urgence est testé au bout de 3 mois de fonctionnement, puis tous les ans.	Réalisation des tests lors des opérations de maintenance préventive (dont la périodicité n'excède pas 1 an). L'exploitant s'engage à remettre un rapport de test lors de la réception validant ces éléments. L'exploitant s'engagera à remettre au moins annuellement un rapport de contrôle et de bon fonctionnement conformément aux procédures du fabricant des aérogénérateurs.	OUI

Article de l'arrêté du 26/08/11	Disposition	Données constructeur	Autres données	Conformité
16	Interdiction d'entreposer des matériaux combustibles ou inflammables à l'intérieur des éoliennes.	-	Les maintenances comprennent une phase finale de nettoyage de l'éolienne afin de maintenir propre les installations et ne laisser aucun déchet. Le manuel de sécurité indique l'interdiction d'entreposage de matériaux dangereux.	OUI
17	Formation du personnel sur les risques, les moyens pour les éviter, les procédures d'urgence et mise en place d'exercice d'entraînement	-	Les techniciens de maintenance possèdent des formations en interne concernant le travail à effectuer. Ils sont également soumis à l'obtention de plusieurs habilitations, mises à jour périodiquement : - Travail en hauteur ; - Habilitation électrique BT/HT ; - Sauveteur secouriste du travail ; - Certificat d'aptitude par la médecine du travail. Les habilitations de l'ensemble des techniciens sont mises à disposition des sociétés GLOBAL WIND POWER et « WP France 24 SAS ». Les consignes de sécurité enseignées aux techniciens sont celles conformes à l'article 22 de l'arrêté du 26/08/2011. Le personnel de maintenance procède annuellement à des exercices d'entraînement aux situations d'urgence. Les scénarii effectués sont l'évacuation d'une personne sur l'échelle et l'évacuation de l'éolienne en cas d'incendie. Ces exercices d'entraînement sont assurés le cas échéant en lien avec les services de secours.	OUI
18	Contrôle des brides de fixations, des brides de mât, de la fixation des pales et contrôle visuel du mât (3 mois, puis un an après la mise en service, puis tous les 3 ans). Contrôle des systèmes instrumentés de sécurité (selon une périodicité qui ne peut excéder un an).	La société construisant les éoliennes fournit les rapports de torquage de leur sous-traitant	Les contrôles correspondants, faisant partie des opérations de maintenance préventive, sont consignés et répertoriés dans les protocoles de maintenance, suivis par l'exploitant.	OUI

Article de l'arrêté du 26/08/11	Disposition	Données constructeur	Autres données	Conformité
19	Tenue, par l'exploitant, d'un manuel d'entretien dans lequel sont précisés la nature et les fréquences des opérations. Tenue également d'un registre dans lequel sont consignées les opérations de maintenance ou d'entretien et leur nature, les défaillances constatées et les opérations correctives engagées.	La société construisant les éoliennes fournit un manuel listant l'ensemble des tâches à accomplir lors de la maintenance, l'ensemble des protocoles de maintenance, ainsi que les fiches d'intervention des équipes de maintenance permettant ainsi à l'exploitant d'établir et de tenir à jour le registre cité par l'arrêté.	La société « WP France 24 SAS » dispose des rapports de service et des rapports mensuels indiquant : - Les interventions réalisées sur site ; - Le descriptif des actions correctives réalisées ; - Les arrêts mensuels par éolienne. Le registre sera fourni à l'inspecteur des installations classées.	OUI
20	Gestion des déchets	Lors de la maintenance préventive, le constructeur fait installer des containers appelés Eoltainer. Les déchets engendrés par les maintenances y sont ramenés et triés dans les différents compartiments puis collectés pour leur traitement/valorisation. Des bordereaux de suivi des déchets sont ensuite transmis à l'exploitant.	Les déchets seront triés et stockés de manière à éviter toute contamination du sol. Lors de la production de déchets dangereux, un Bordereau de Suivi des Déchets (BSD) sera émis. La société GLOBAL WIND POWER, qui assistera la société « WP France 24 SAS » dans le chantier, utilise une charte de suivi de chantier afin de prévenir la gestion des déchets tout au long de cette phase.	OUI
21	Elimination des déchets non dangereux		Les déchets provenant de la zone d'implantation du parc éolien sont gérés par la SICTOM locale. Ils sont traités par incinération avec valorisation énergétique.	OUI
22	Des consignes de sécurité sont établies et portées à la connaissance du personnel en charge de l'exploitation et de la maintenance. Les consignes de sécurité indiquent également les mesures à mettre en œuvre afin de maintenir les installations en sécurité.	La société construisant les éoliennes fournit à ses employés un manuel de sécurité et un plan d'évacuation et participe aux formations annuelles du personnel. Un plan de prévention annuel comprenant une analyse des risques et les moyens mis en œuvre pour les éviter est également lu au personnel	Les sociétés GLOBAL WIND POWER et « WP France 24 SAS » s'engagent à former leur personnel sur les consignes de sécurité du site. Un plan de prévention annuel comprenant une analyse des risques et les moyens mis en œuvre pour les éviter est également lu au personnel. Un plan d'évacuation est affiché en pied d'éolienne (intérieur).	OUI

Article de l'arrêté du 26/08/11	Disposition	Données constructeur	Autres données	Conformité
23	Mise en place d'un système de détection d'incendie ou de survitesse. Transmission de l'alerte dans un délai de 15 minutes. Opération de maintenance de ce système de détection.	Compatibilité couverture GSM : un système d'alerte automatique équipe chaque éolienne et permet d'alerter les secours ainsi que l'exploitant de l'installation en cas de danger. Les communications et en particulier les signaux d'alarme sont assurés en cas d'urgence.	Chaque aérogénérateur est doté d'un système de détection qui permet d'alerter, à tout moment, l'exploitant ou un opérateur qu'il aura désigné, en cas d'incendie ou d'entrée en survitesse de l'aérogénérateur. La société GLOBAL WIND POWER, qui assistera la société « WP France 24 SAS » dans l'exploitation du parc, justifie sa capacité d'alerter les services d'urgence dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur grâce à son contrat de maintenance 24h/24 et 7j/7 ainsi que grâce à la supervision en temps réel.	OUI
24	Moyens de lutte contre l'incendie à disposition dans chaque aérogénérateur (système d'alarme et deux extincteurs)	-	En cas d'accident, des procédures d'urgence permettent au personnel présent sur le site ou au centre de conduite de prendre les mesures nécessaires à l'évacuation de la nacelle, à l'extinction d'un début d'incendie, ... Sur site, le personnel dispose de plusieurs extincteurs visibles et facilement accessibles (situés en bas du mât et dans la nacelle) adaptés aux risques à combattre, et d'une trousse de premiers secours. Une fois les différentes autorisations administratives nécessaires obtenues, un plan d'intervention sera réalisé avec les services de secours afin de lister : - Les noms et numéros des services secours à contacter ; - Les procédures à mettre en place (périmètre de sécurité, moyens de lutte incendie externe pouvant être mis en œuvre...); - La réalisation régulière d'exercices d'entraînement. Pour faciliter l'accès aux secours, le stationnement des véhicules des techniciens sera réalisé sur une zone de stationnement dédiée et les voies d'accès seront régulièrement entretenues. L'accès sera en permanence dégagé.	OUI

Article de l'arrêté du 26/08/11	Disposition	Données constructeur	Autres données	Conformité
25	Mise en place d'un système de détection de formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur	Le système de détection de glace (qui équipe toutes les éoliennes) repose sur une comparaison entre différentes données (températures, vitesse de vent et production). Si une différence entre les productions réelle et attendue est mesurée, sous certaines conditions de température et de vent, l'éolienne s'arrête automatiquement. La remise en route est automatique, après disparition des conditions de givre.	L'exploitant garantit la conservation du système opérationnel et l'utilisation de la procédure d'exploitation conforme à la réglementation en vigueur.	OUI
26-27-28	Emergence contrôlée du bruit, limitation sonore des engins de chantier et suivi des mesures	La société construisant les éoliennes fournit aux sociétés GLOBAL WIND POWER et « WP France 24 SAS » la courbe de bruit des éoliennes.	L'adéquation en termes d'émergence sonore de la machine avec le site sera à la charge du Maître d'Ouvrage. Les seuils réglementaires maximum à proximité des éoliennes seront respectés, de jour comme de nuit. Et le bruit total chez les riverains ne comportera pas de tonalité marquée au sens de la réglementation ICPE. La réception acoustique du parc éolien sera conforme aux prévisions acoustiques de l'étude d'impact. Les règles de chantier imposées aux sous-traitants suivent les prescriptions de l'article 27 du 26/08/11.	OUI

Tableau 25 : Conformité à l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux ICPE

4 - 2c Opération de maintenance de l'installation

La maintenance de l'installation sera réalisée par le constructeur de celle-ci (ou autre prestataire spécialisé) pour le compte de la société « WP France 24 SAS ».

Personnel qualifié et formation continue

Tout personnel amené à intervenir dans les éoliennes est formé et habilité :

- Electriciquement, selon son niveau de connaissance ;
- Aux travaux en hauteur, port des EPI, évacuation et sauvetage ;
- Sauveteur secouriste du travail.

Ces habilitations sont recyclées périodiquement suivant la réglementation ou les recommandations en vigueur. Des contrôles des connaissances sont réalisés afin de vérifier la validité de ces habilitations.

Des points mensuels concernant la sécurité et les procédures sont effectués avec l'ensemble du personnel de maintenance. Une présentation du fonctionnement de la sécurité est réalisée auprès des nouveaux embauchés.

Planification de la maintenance

Préventive

La maintenance, réalisée sur l'ensemble des parcs éoliens, est préventive. Elle contribue à améliorer la fiabilité des équipements (sécurité des tiers et des biens) et la qualité de la production (en l'absence de panne subie). Cette maintenance préventive se traduit par la définition de plans d'actions et d'interventions sur l'équipement, par le remplacement de certaines pièces en voie de dégradation afin d'en limiter l'usure, par le graissage ou le nettoyage régulier de certains ensembles. Chacune des interventions sur les éoliennes ou leurs périphériques fait l'objet de l'arrêt du rotor pendant toute la durée des opérations.

La société « WP France 24 SAS » dispose d'un **manuel d'entretien de l'installation** dans lequel sont précisées la nature et les fréquences des opérations d'entretien afin d'assurer le bon fonctionnement de l'installation. Elle tient à jour pour chaque installation, un registre dans lequel sont consignées les opérations de maintenance ou d'entretien et leur nature, les défaillances constatées et les opérations correctives engagées.

La société « WP France 24 SAS » procédera, trois mois après la mise en service, à un contrôle de l'aérogénérateur consistant en un contrôle des brides de fixations, des brides de mât, de la fixation des pales et un contrôle visuel du mât. Puis un nouveau contrôle sera effectué un an après la mise en service industrielle, et après ces contrôles se feront suivant une périodicité qui ne peut excéder trois ans.

Selon une périodicité qui ne peut excéder un an, la société « WP France 24 SAS » procède également à un contrôle des systèmes instrumentés de sécurité.

Ces contrôles font l'objet d'un rapport tenu à la disposition de l'Inspection des Installations Classées.

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

Curative

En cas de défaillance, les techniciens interviennent rapidement sur l'éolienne afin d'identifier l'origine de la défaillance et y palier.

4 - 2d Stockage et flux de produits dangereux

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011, aucun matériel inflammable ou combustible ne sera stocké dans les éoliennes du parc éolien de Sole de Fours.

4 - 3 Fonctionnement des réseaux de l'installation

4 - 3a Raccordement électrique

Sur la Carte 14 « Réseaux électriques internes à l'installation » est présenté le tracé des câbles de liaison inter-éoliennes et des câbles de liaison jusqu'aux postes de livraison.

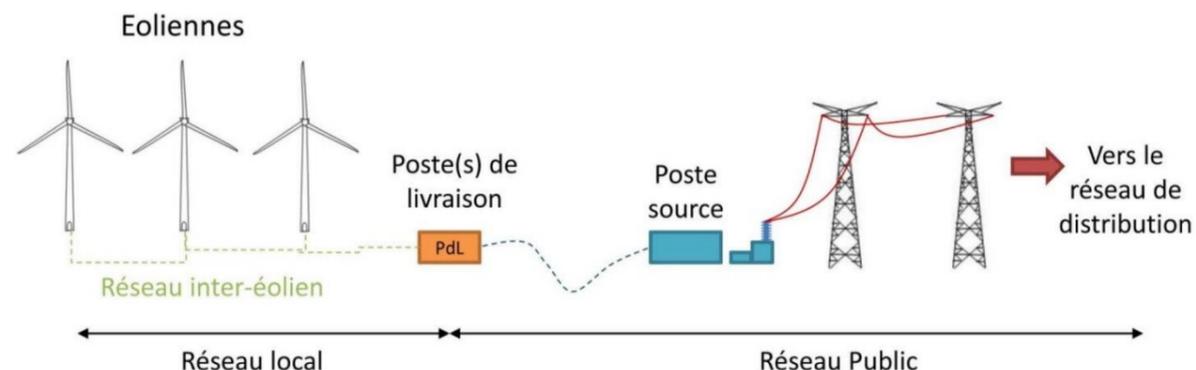


Figure 8 : Raccordement électrique des installations (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

Caractéristiques principales de l'ouvrage

Le câblage électrique du parc comprend deux parties distinctes : le câblage inter-éoliennes (objet de la présente demande) et le câblage de raccordement du parc éolien au poste source le plus proche. La jonction entre les deux parties se fait au niveau des postes de livraison du parc éolien.

Réseau inter-éolien (ou réseau local)

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, intégré dans le mât de chaque éolienne, au point de raccordement avec le réseau public. Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance. Les postes de livraison et les câbles y raccordant les éoliennes constituent le réseau interne de la centrale éolienne, soumis à approbation de construction et de l'exploitation des ouvrages de transport et de distribution d'électricité (article L323-11 du Code de l'Energie).

Remarque : Une note de présentation et mémoire descriptif du raccordement interne du parc éolien de Sole de Fours est présentée en annexe de la présente étude de dangers.

Conformité des liaisons électriques

Le pétitionnaire s'engage à respecter les dispositions de l'arrêté du 17 mai 2001 fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les ouvrages électriques. Les liaisons électriques seront donc de fait conformes avec la réglementation technique en vigueur.

Caractéristiques du câble électrique

Le réseau de raccordement électrique ou téléphonique (surveillance) entre les éoliennes et les postes de livraison sera enterré sur toute sa longueur, en longeant en partie les pistes et chemins d'accès entre les éoliennes et les postes de livraison. La tension des câbles électriques est de 20 000 V. Les câbles, en aluminium ou en cuivre, seront d'une section de 3x150 mm² et 3x240 mm² suivant le nombre d'éoliennes raccordées sur ceux-ci.

Caractéristique des tranchées

Pour le raccordement inter-éolien, les caractéristiques des tranchées sont en moyenne d'une largeur de 50 cm et d'une profondeur de 0,8 à 1,20 m selon les cas. Des illustrations de coupe type sont présentées ci-après. Les sols traversés sont de type crayeux.

Les impacts directs de la mise en place de ces réseaux enterrés sur le site sont négligeables : les tranchées sont faites au droit des chemins d'accès ou en plein champs, dans des lieux présentant peu d'intérêt écologique, et à une profondeur empêchant toute interaction avec les engins agricoles.

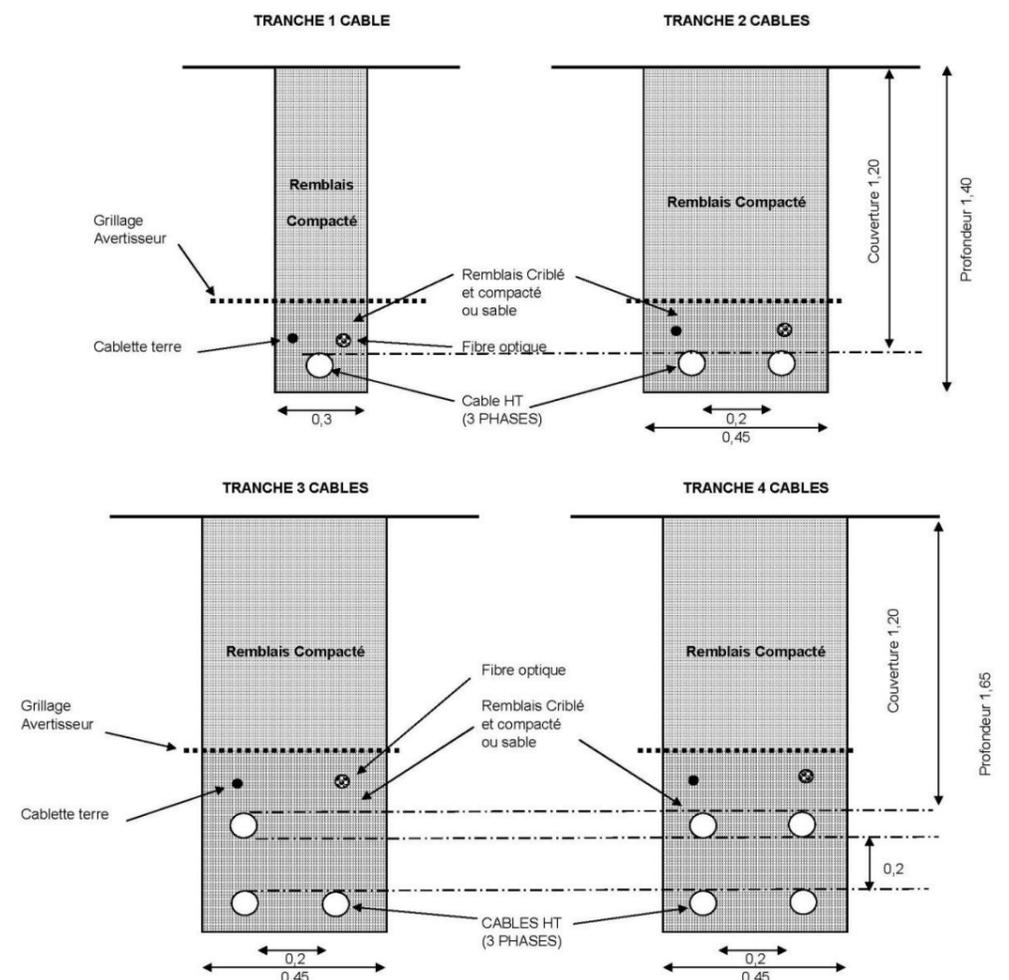


Figure 9 : Vue en coupe des tranchées selon le nombre de câbles passés

Les câbles seront enfouis en utilisant de préférence la technique de pose au soc vibrant. Aucun apport ou retrait de matériaux du site n'est nécessaire. Ouverture de tranchées, mise en place de câbles et fermeture des tranchées seront opérées en continu, à l'avancement, sans aucune rotation d'engins de chantier.

Représentation graphique

Une carte de situation sur fond IGN présentée en fin de partie (« Réseaux électriques internes à l'installation ») précise le tracé de principe des canalisations électriques projetées et les ouvrages électriques projetés.

Postes de livraison

Le poste de livraison est le nœud de raccordement de toutes les éoliennes avant que l'électricité ne soit injectée dans le réseau public. Pour le parc éolien de Sole de Fours, quatre structures de livraison sont prévues. Chaque structure est composée d'un poste de livraison dont les dimensions sont de 12 m de long par 5 m de large.

La localisation exacte de l'emplacement des postes de livraison est fonction de la proximité du réseau inter-éolien et de la localisation du poste source vers lequel l'électricité est ensuite acheminée.

L'implantation des postes de livraison est la suivante :

- Poste de livraison n°1 : parcelle ZH 46, à proximité de la RD 146 ;
- Poste de livraison n°2 : parcelle ZH 32, à proximité de la voie communale 305 ;
- Poste de livraison n°3 : parcelle ZB 60, à proximité de la voie communale 304 ;
- Poste de livraison n°4 : parcelle ZK 21, à proximité de la RD 4164.

Démarches préalables réalisées

Le pétitionnaire atteste détenir les autorisations foncières nécessaires à la réalisation des éoliennes et des postes de livraison dans le cadre du projet éolien de Sole de Fours (jointes en annexe du volume 1 – Description de la demande).

Réseau électrique externe (ou réseau public)

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

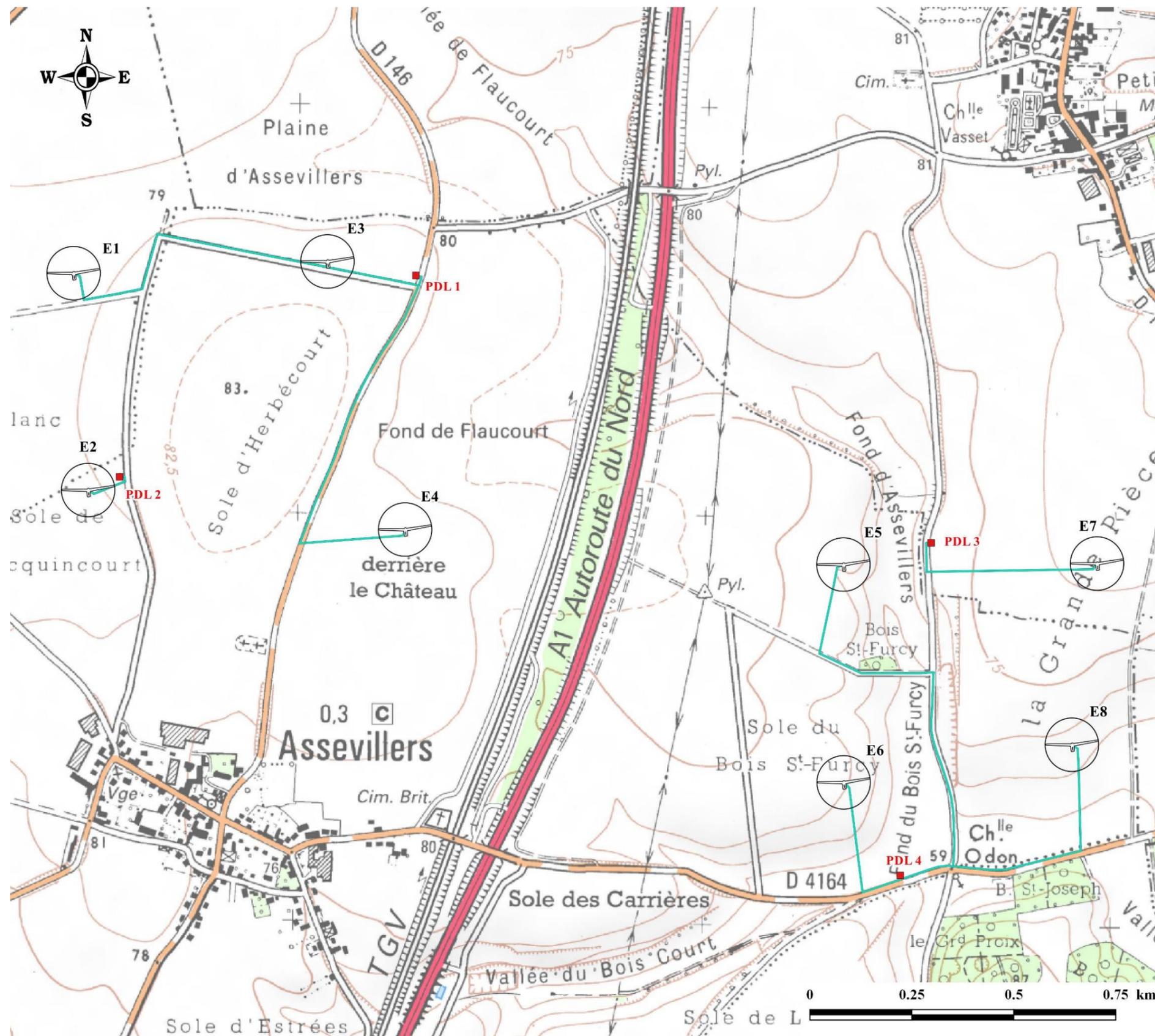
Dans le cas du parc éolien de Sole de Fours, le poste source du réseau électrique public sur lequel le raccordement du parc éolien paraît actuellement le plus probable est celui de Mohet. Il ne s'agit toutefois que d'une simple hypothèse.

Raccordement inter-éolien

ATER Environnement
Aménagement du Territoire - Energies Renouvelables

Octobre 2018

Source : IGN 25® - Copie et reproduction interdites
GLOBAL WIND POWER



Légende

Parc éolien de Sole de Fours

Eolienne

Zone de surplomb maximale par les pales (0 - 65,5 m)

Poste de livraison

Raccordement inter-éolien

Carte 14 : Réseaux électriques internes à l'installation

4 - 3b Autres réseaux

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

Le planning de chantier ci-dessous présente, à titre indicatif, la durée d'exécution de chaque phase et les actions mises en place.

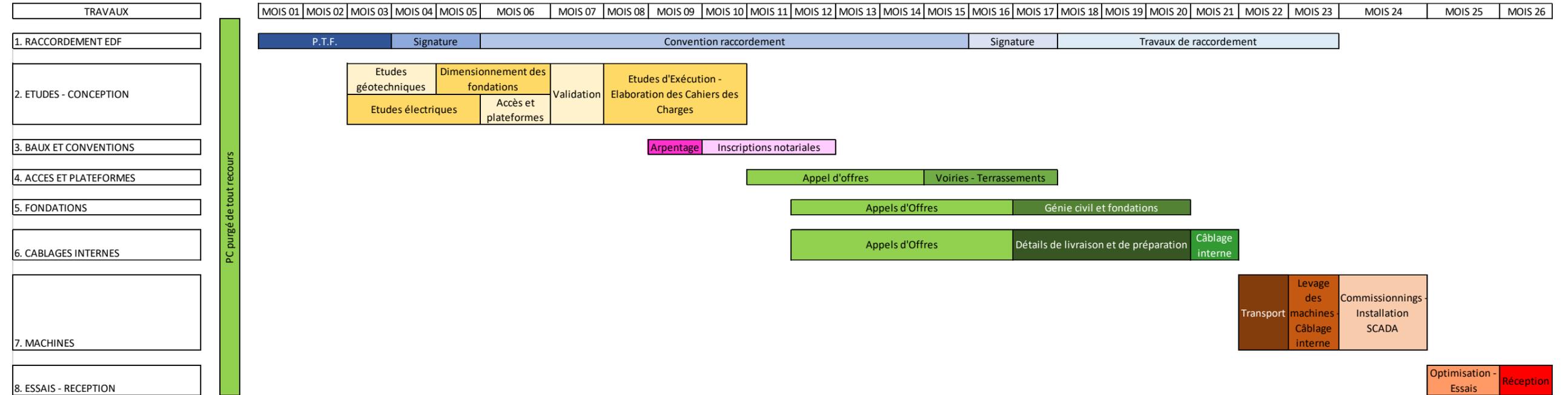


Figure 10 : Planning des travaux (source : ATER Environnement, 2018)

5 IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION

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

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

5 - 1 Potentiels de dangers liés aux produits

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

Les produits identifiés dans le cadre du parc éolien de Sole de Fours 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...).

L'ensemble de ces produits est listé dans le tableau ci-contre. Aucun brûlage des déchets à l'air libre ne sera réalisé puisqu'interdit.

L'ensemble des substances et produits utilisés répondent aux exigences de la Directive Européenne relative à la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses (*Directive 67/548/CEE du Conseil, du 27 juin 1967, concernant le rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives relatives à la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses ; modifiée par le nouveau règlement (CE) N° 1272/2008 et la création de l'Agence Européenne des produits chimiques*).

Des Equipements de Protection Individuels appropriés sont mis à disposition par l'employeur afin de protéger les opérateurs contre les risques chimiques générés par l'utilisation de certains produits.

Les dangers représentés par l'utilisation de certains produits ainsi que les mesures de prévention associées sont détaillés dans des instructions à usage interne ainsi que dans les plans de prévention des risques qui sont présents dans les éoliennes et dont les opérateurs prennent connaissance avant toute intervention. La liste des substances et produits utilisés lors des maintenances est disponible sur demande. De plus, un tableau regroupant l'ensemble des produits ainsi que les dangers leur étant associés est disponible sur demande. Des détails plus précis sur ces produits seront apportés au moment de la mise en service de l'installation.

⇒ Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, aucun matériau combustible ou inflammable ne sera stocké dans les éoliennes ou les postes de livraison.

Code	Désignation	Contenu	Quantités émises	Stockage avant enlèvement	BSD	Opération de traitement
13 02 06	Huiles usagées	Huiles issues des vidanges lors des opérations de maintenance et de dépannage	500 L / tous les 5 ans / éolienne	Cuve fermée sur rétention	Oui	Régénération
15 01 01	Cartons	Contenants des produits utilisés lors des maintenances	-	Container fermé	Non	Recyclage
15 01 02	Emballages plastiques	Contenants des produits utilisés lors des maintenances	-	Container fermé	Non	Recyclage
15 02 02	Matériaux souillés	Chiffons, contenants souillés par de la graisse, de l'huile, de la peinture ...	250 kg / maintenance	Bacs fermés sur rétention	Oui	Valorisation énergétique
16 01 07	Filtres à huile ou carburant	Filtres remplacés lors des opérations de maintenance et de dépannage	60 kg / maintenance	Fûts fermés sur rétention	Oui	Recyclage
16 05 04	Aérosols	Aérosols usagés de peinture, graisse, solvants ... utilisés lors des maintenances et dépannages	10 kg / maintenance	Fûts fermés sur rétention	Oui	Traitement
16 06 01	Batteries au plomb et acide	Batteries des équipements électriques et électroniques remplacées lors des maintenances et dépannages	-	Bacs sur rétention	Oui	Recyclage
17 04 11	Câbles alu	Câbles électriques remplacés lors des maintenances	-	Bacs	Non	Recyclage
20 01 35	DEEE	Disjoncteurs, relais, condensateurs, sondes, prises de courant ...	60 kg / maintenance	Bacs	Oui	Recyclage
20 01 40	Ferraille	Visserie, ferrailles diverses ...	-	Bacs	Non	Recyclage
20 03 01	DIB	Equipements de Protection Individuelle usagés, déchets divers (alimentaires, poussières ...)	-	Container fermé	Non	Valorisation énergétique

BSD / Bordereau de Suivi des Déchets - DEEE / Déchets d'Équipement Électrique et Électronique - DIB / Déchets Industriels Banals
 Tableau 26 : Produits sortants de l'installation (source : GLOBAL WIND POWER, 2018)

5 - 2 Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien de Sole de Fours sont de cinq types :

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

Ces dangers potentiels sont recensés dans le tableau suivant.

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

Tableau 27 : Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation (source : guide INERIS/SER/FEE, 2012)

5 - 3 Réduction des potentiels de dangers à la source

5 - 3a Principales actions préventives

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

Choix techniques de développement de projet et de conception

Le porteur de projet a effectué plusieurs choix techniques au cours de la conception du projet afin de réduire les potentiels de danger identifiés et garantir une sécurité optimale de l'installation.

Il a été choisi par le porteur de projet de respecter un éloignement d'au minimum 590 mètres autour des habitations, soit au-delà des exigences issues de la Loi Grenelle II (500 m). De plus, l'analyse des servitudes qui grèvent le terrain, des contraintes écologiques liées aux boisements notamment et les réponses transmises par les différents services administratifs consultés ont participé au choix de localisation, à la définition des aires d'étude et au choix d'implantation des éoliennes.

Le contexte essentiellement agricole de l'environnement du projet et l'absence d'autres sources de dangers à proximité (ICPE, SEVESO, etc.) réduit la nécessité de mise en œuvre d'autres actions préventives.

Pour ce projet, la réduction des potentiels de danger à la source est donc principalement intervenue par la prise en compte des servitudes techniques présentes sur le site (éloignement de l'autoroute A1, de la LGV Nord, des canalisations de gaz, des lignes électriques, etc.) et par le choix d'aérogénérateurs fiables, disposant de systèmes de sécurité performants et conformes à la réglementation en vigueur.

Lors de l'exploitation, les principaux potentiels de dangers liés aux produits utilisés pour la maintenance, et à l'installation en elle-même (éoliennes et réseaux électriques) sont réduits au maximum à la source :

- **Produits :**
 - ✓ Aucun stockage dans l'aérogénérateur ou dans les postes électriques ;
 - ✓ Apport de la quantité nécessaire et suffisante uniquement ;
 - ✓ Personnel formé aux risques présentés par les produits utilisés ;
 - ✓ Consignes de sécurité strictes, affichées et connues des employés (interdiction de fumer ou d'apporter une flamme nue, arrêt de l'éolienne lors des opérations de maintenance, équipements de travail adaptés, présence d'équipements de lutte incendie...) ;
 - ✓ La maintenance annuelle prévoit un contrôle des systèmes hydrauliques (fuite, niveaux, etc.) ;
 - ✓ La tour et la nacelle jouent le rôle de rétentions.
- **Installation :**
 - ✓ Conception de la machine (normes et certifications) ;
 - ✓ Maintenance régulière ;
 - ✓ Contrôle des différents paramètres d'exploitation (vent, température, niveau de vibrations, puissance électrique, etc.) ;
 - ✓ Fonctions de sécurité ;
 - ✓ Report des messages d'alarmes au centre de conduite.

Etude itérative de limitation des impacts

Dans la limite du périmètre de la zone d'implantation (polygone au-delà de 500 mètres des premières habitations et intégrant d'autres contraintes techniques telles que les distances minimales aux routes etc.), un travail important d'itérations conduisant au choix de l'implantation a été engagé, faisant intervenir plusieurs spécialistes (ingénieur éolien, écologue et paysagiste, principalement).

Afin de permettre une implantation harmonieuse du parc, le projet a tenu compte de l'ensemble des sensibilités du site : paysagères, patrimoniales et humaines, biologiques, et enfin techniques, afin de réduire systématiquement les impacts sur les éléments les plus sensibles.

Ce travail itératif doit également tenir compte du foncier, des pratiques agricoles et du ressenti et de l'acceptation locale (propriétaires, exploitants, riverains). Pour le foncier par exemple, bien que des promesses de bail soient signées en amont du projet, le choix de l'implantation se fait en concertation avec les propriétaires et exploitants des terrains. En cas d'opposition de ceux-ci, ce dernier paramètre devient, bien sûr, une contrainte majeure. Toute solution retenue résulte alors d'un compromis et cette question doit être prise en compte pour définir des variantes réalistes.

Compte tenu de la configuration de la zone d'étude, deux variantes d'implantation ont été étudiées. Un cheminement itératif a été mené par le porteur de projet ayant conduit à la définition d'une variante de moindre impact. En effet, la connaissance du site et des contraintes locales se sont affinées avec l'avancée progressive des résultats des études de terrain et les démarches de concertation, ce qui a permis de faire évoluer les projets d'implantation pour limiter les impacts du parc sur son environnement. Ce sont ensuite les expertises naturaliste, paysagère, acoustique et énergétique qui permettent d'affiner la conception du projet.

La variante finale comporte 8 éoliennes et respecte un maximum de contraintes écologiques et paysagères.

5 - 3b Utilisation des meilleures techniques disponibles

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

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

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

6 ANALYSE DES RETOURS D'EXPERIENCE

L'objectif de ce chapitre de l'étude de dangers est de rappeler les différents incidents et accidents qui sont survenus dans la filière éolienne, afin d'en faire une synthèse en vue de l'analyse des risques pour l'installation et d'en tirer des enseignements pour une meilleure maîtrise du risque dans les parcs éoliens.

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

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

6 - 1 Inventaire des accidents et incidents en France

6 - 1a Base de données

Un inventaire des incidents et accidents en France a été réalisé afin d'identifier les principaux phénomènes dangereux potentiels pouvant affecter le parc éolien de Sole de Fours. 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 General 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.

6 - 1b Bilan accidentologie matériel

Selon la base ARIA recensant les accidents technologiques, un total de 79 incidents a pu être recensé entre 2000 et 2018 (voir tableau ci-après listant les accidents survenus en France). 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 ci-après montre la répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateurs 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. L'identification des causes est nécessairement réductrice. 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. Elle est représentée 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. Elle est représentée par des histogrammes de couleur claire.

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 dont la cause principale tient aux tempêtes.

Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateurs français entre 2000 et 2011

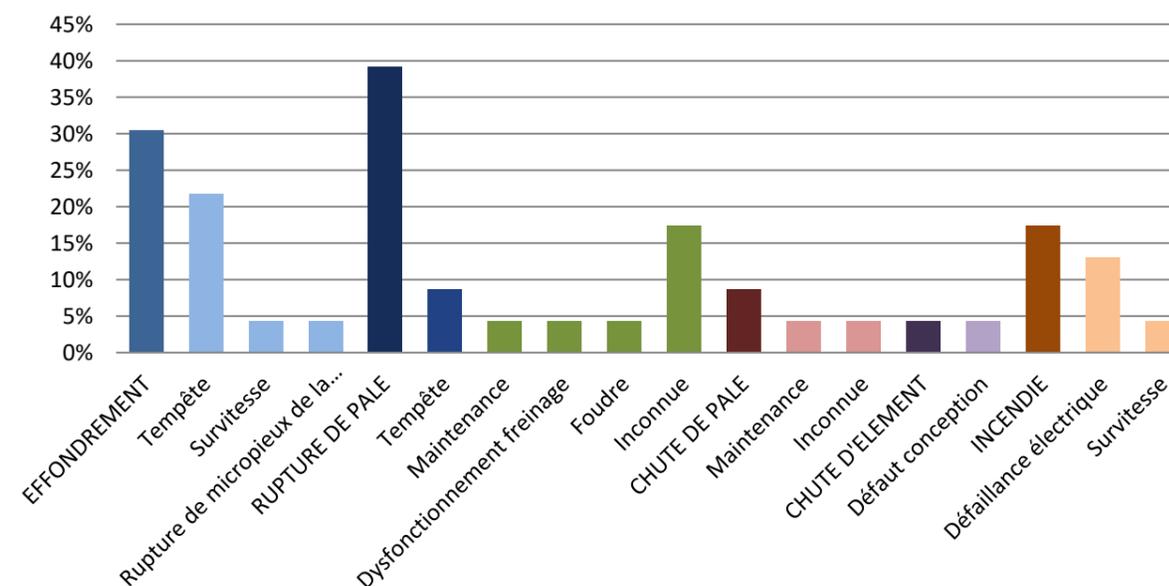


Figure 11 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc éolien français entre 2000 et 2011 (source : SER/FEE/INERIS, 2011)

Date	Localisation	Incident
2000	Port la Nouvelle (Aude)	Le mât d'une machine de la ferme éolienne s'est plié lors d'une tempête, suite à la perte d'une pale
2001	Sallèles-Limousis (Aude)	Bris de pale dont la cause n'est pas connue
01/02/2002	Wormhout (Nord)	Bris de pale et mat plié à la suite d'une tempête
25/02/2002	Sallèles-Limousis (Aude)	Bris de pale sur une éolienne bipale, lors d'une tempête
01/07/2002	Port la Nouvelle – Sigean (Aude)	Electrocution et brûlures d'un opérateur par contact avec une partie sous haute tension d'un transformateur
28/12/2002	Nevian (Aude)	Effondrement d'une éolienne suite au dysfonctionnement du système de freinage lors d'une tempête
05/11/2003	Sallèles-Limousis (Aude)	Bris de pales sur 3 éoliennes lié à un dysfonctionnement du système de freinage
2004	Escales-Conilhac (Aude)	Bris des trois pales
02/01/2004	Le Portel - Boulogne-sur-mer (Pas de Calais)	Cassure du mât d'une éolienne et chute de plusieurs pales - Défaut de serrage des boulons servant à relier 2 tronçons du mât (défaillance d'entretien)
20/03/2004	Loon Plage - port de Dunkerque	Une éolienne est abattue par le vent : le mât et une partie de sa fondation ont été arrachés. Cause non identifiée.
22/06/2004	Pleyber-Christ (Finistère)	Premier incident : une pale se brise par vent fort
08/07/2004	Pleyber-Christ (Finistère)	Deuxième incident : une autre pale se brise par vent fort
2005	Wormhout (Nord)	Bris de pale
22/12/2005	Montjoyer-Rochefort (Drôme)	Bris des trois pales et début d'incendie sur une éolienne en raison de vents forts et d'un dysfonctionnement du système de freinage.
07/10/2006	Pleyber-Christ (Finistère)	Troisième incident : une éolienne perd une pale
18/11/2006	Roquetaillade (Aude)	Incendie de 2 éoliennes – Acte de malveillance
03/12/2006	Bondues (Nord)	Effondrement d'une éolienne en zone industrielle, relatif à une tempête
31/12/2006	Ally (Haute-Loire)	Chute de pale lors de la maintenance visant à remplacer les rotors
02/03/2007	Clitours (Manche)	Bris de pale de 4 m de long, projeté à plus de 200 mètres
11/10/2007	Plouvien (Finistère)	Chute d'un élément de la nacelle (la trappe de visite)
Mars 2008	Dinéault (Finistère)	Emballement de l'éolienne (sans bris de pale associé) lors d'une tempête – dysfonctionnement du système de freinage
Avril 2008	Plouguin (Finistère)	Collision d'un petit avion avec une éolienne, sans gravité pour le pilote amateur, vraisemblablement à cause des mauvaises conditions météo l'obligeant à voler au-dessous de l'altitude autorisé
19/07/2008	Erizée-la-Brulée (Meuse)	Chute de pale et projection de morceaux de pale suite à un coup de foudre et un défaut de pale
28/08/2008	Vauvillers (Somme)	Incendie de la nacelle relatif à problème au niveau d'éléments électroniques
26/12/2008	Raival (Meuse)	Chute de pale – cause inconnue
26/01/2009	Clastres (Aisne)	Accident électrique ayant entraîné la brûlure de deux agents de maintenance suite à l'explosion d'un convertisseur
08/06/2009	Bollène (Vaucluse)	Bout de pale éolienne ouverte liée à un coup de foudre
21/10/2009	Froidfond – Espinassière (Vendée)	Incendie de la nacelle – cause inconnue
30/10/2009	Freysenet (Ardèche)	Incendie de la nacelle relatif à court-circuit faisant suite à une opération de maintenance
20/04/2010	Toufflers (Nord)	Décès d'un technicien (crise cardiaque) au cours d'une opération de maintenance
30/05/2010	Port la Nouvelle (Aude)	Effondrement d'une éolienne – Rotor endommagé par survitesse

Date	Localisation	Incident
19/09/2010	Rochefort-en-Valdaine (Drôme)	Emballement de deux éoliennes et incendie des nacelles lors d'une tempête et relatif à un dysfonctionnement du système de freinage
15/12/2010	Pouillé-les-Côteaux (Loire-Atlantique)	Chute de 3 m d'un technicien de maintenance. Aucune blessure grave
31/05/2011	Mesvres (Saône-et-Loire)	Collision entre train régional et un convoi exceptionnel transportant une pale d'éolienne. Aucun blessé
14/12/2011	Non communiqué	Rupture de pale liée à la foudre
03/01/2012	Non communiqué	Acte de vandalisme : départ de feu au pied de tour
05/01/2012	Widehem (Pas-de-Calais)	Bris de pales – Projection à 380 m
06/02/2012	Lehaucourt (Aisne)	Opération de maintenance dans la nacelle - un arc électrique (690V) blesse deux sous-traitants (brulure sérieuse au visage et aux mains)
18/05/2012	Fresnay l'Evêque (Eure)	Chute d'une pale au pied d'une éolienne et rupture du roulement qui raccordait la pale au hub
30/05/2012	Port-la-Nouvelle (Aude)	Chute d'une éolienne liée à des rafales de vent de 130 km/h – Eolienne de 1991, tour en treillis (200 kW)
01/11/2012	Vieillespesse (Cantal)	Projection d'un élément de la pale à 70 m du mât pour une éolienne de 2,5 MW
05/11/2012	Sigean (Aude)	Feu sur une éolienne de 660 KW entraînant une chute de pale et enflammant 80 m ² de garrigue environnante
06/03/2013	Conihac-de-la-Montagne (Aude)	Chute d'une pale liée à un problème de fixation entraînant un arrêt automatique de l'éolienne (détection d'échauffement + vitesse de rotation excessive)
17/03/2013	Euvy (Marne)	Incendie dans une nacelle conduisant à la chute d'une pale et une fuite de 450 L d'huile en provenance du multiplicateur. L'origine du feu est liée à une défaillance électrique. Le feu a été maîtrisé en 1 heure
01/07/2013	Cambon-et-Salvergues (34)	Un opérateur remplissant un réservoir d'azote sous pression dans une éolienne est blessé par la projection d'un équipement. Ses voies respiratoires ont également été atteintes lors de l'accident
03/08/2013	Moreac (Morbihan)	Perte de 270 L d'huile hydraulique d'une nacelle élévatrice intervenant sur une éolienne – pollution du sol sur 80 m ²
09/01/2014	Anthény (Ardennes)	Feu dans une nacelle au niveau de la partie moteur
20/01/2014	Sigean (Aude)	Chute d'une pale au pied d'une éolienne suite à un défaut de vibration
14/11/2014	Saint-Cirgues-en-Montagne (Ardèche)	Chute d'une pale d'éolienne
05/12/2014	Fitou (Aude)	Chute d'une pale d'éolienne
29/01/2015	Remigny (Aisne)	Feu d'éolienne
06/02/2014	Lusseray (Deux-Sèvres)	Feu d'éolienne
24/08/2015	Santilly (Eure-et-Loir)	Incendie d'une éolienne
10/11/2015	Mesnil-la-Horgne (Meuse)	Chute du rotor
07/02/2016	Aude (Conilhac-Corbières)	Chute de l'aérofrein d'une pale
08/02/2016	Finistère (Dineault)	Chute d'une pale et déchirement d'une autre lors d'une tempête
07/03/2016	Côtes-d'Armor (Calanhel)	Chute d'une pale
28/05/2016	Eure-et-Loir (Janville)	Défaillance d'un raccord sur le circuit de refroidissement de l'huile de la boîte de vitesse de l'éolienne entraînant une fuite d'huile
18/08/2016	Dargies (Oise)	Feu dans une éolienne
18/08/2016	Hescamps (Oise)	Feu dans une éolienne

Date	Localisation	Incident
14/09/2016	Les Grandes Chapelles (Aube)	Electrisation d'un employé dans une éolienne
11/01/2017	Le Quesnoy (Nord)	Fissure sur une pale d'éolienne
12/01/2017	Tuchan (Aude)	Rupture des pales d'une éolienne
18/01/2017	Nurlu (Somme)	Chute d'une pale d'une éolienne
27/02/2017	Trayes (Deux-Sèvres)	Chute d'un élément d'une pale d'éolienne
27/02/2017	Lavallée (Meuse)	Rupture d'une pale d'éolienne
06/06/2017	Allones (Sarthe)	Feu dans la nacelle d'une éolienne
08/06/2017	Aussac-Vadalle (Charente)	Chute de pale d'éolienne due à la foudre
24/06/2017	Conchy/Canches (Pas-de-Calais)	Chute d'une pale
17/07/2017	Fécamp (Seine-Maritime)	Chute d'un aérofrein d'une éolienne
24/07/2017	Mauron (Morbihan)	Fuite d'huile sur une éolienne
05/08/2017	Priez (Aisne)	Détachement d'une pale
26/10/2017	Vaux-les-Mouzon (Ardennes)	Décès d'un technicien au cours d'une opération de maintenance
08/11/2017	Roman (Eure)	Chute du carénage d'une éolienne
01/01/2018	Bouin (Vendée)	Chute d'une éolienne lors de la tempête Carmen
04/01/2018	Nixeville-Blercourt (Meuse)	Chute d'une pale d'éolienne
06/02/2018	Conilhac-Corbères (Aude)	Chute de l'aérofrein d'une pale d'éolienne
01/06/2018	Marsanne (Drôme)	Incendies criminels dans un parc éolien
05/06/2018	Aumelas (Hérault)	Incendie d'éolienne

Tableau 28 : Liste des incidents intervenus en France
(source : Base de données ARIA, mise à jour 19/11/2018)

6 - 1c Bilan accidentologie humaine

Le bilan de l'accidentologie humaine indique que depuis 18 ans environ, en France :

- Aucun tiers, extérieur au parc, n'a été blessé ou tué ;
- Les personnes blessées sont toutes du personnel de maintenance. Huit accidents sont à déplorer conduisant à dix blessés dont deux décès.

Année	Nb. Individu	Blessure	Cause
2002	1	Electrocution et brulure	Contact avec le transformateur
2009	2	Brûlure	Explosion du convertisseur
2010	1	Décès	Crise cardiaque
2010	1	Blessure légère	Chute de 3 m dans la nacelle
2012	2	Brûlure	Arc électrique
2013	1	Fracture du nez et atteinte des voies respiratoires	Projection d'un embout d'alimentation du réservoir d'azote sous pression et jet de gaz au visage
2016	1	Brûlure	Arc électrique
2017	1	Décès	Sangle du harnais happée par l'ascenseur

Tableau 29 : Liste des accidents humains inventoriés

⇒ A ce jour, en France, aucun accident affectant des tiers ou des biens appartenant à des tiers n'est à déplorer. Les seuls accidents de personne recensés en France relèvent de la sécurité du travail dans des locaux où des appareils à haute tension sont en service ou lors de phases de construction et de maintenance.

6 - 2 Inventaire des accidents et incidents à l'international

Un inventaire des incidents et accidents à l'international a également été réalisé. Il est également basé 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, seuls 236 sont considérés comme des « accidents majeurs ». Les autres concernant plutôt des accidents du travail, des presque-accidents, des incidents, etc. 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. 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.

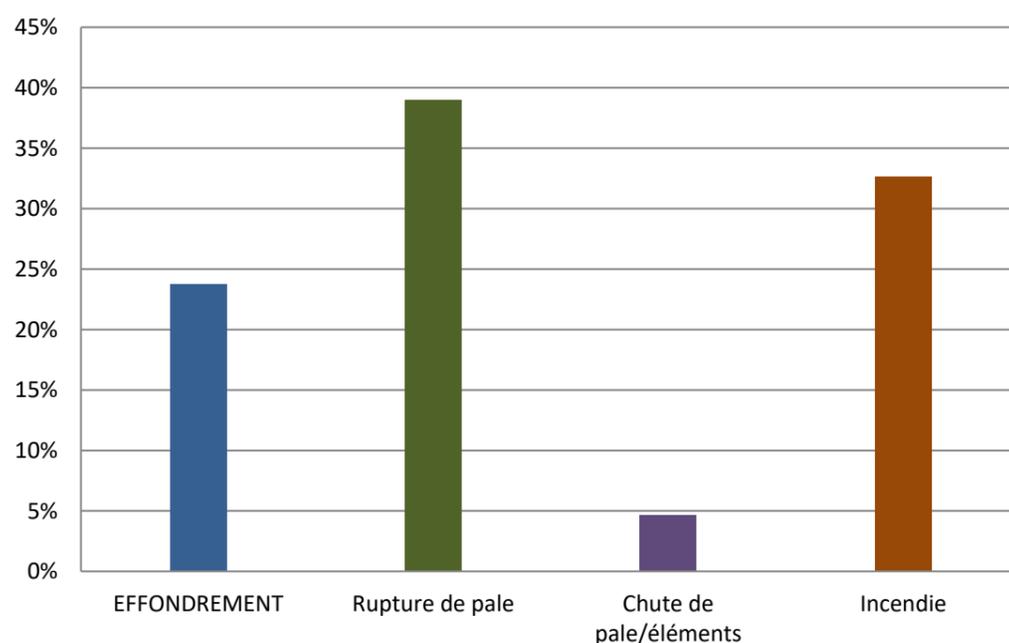
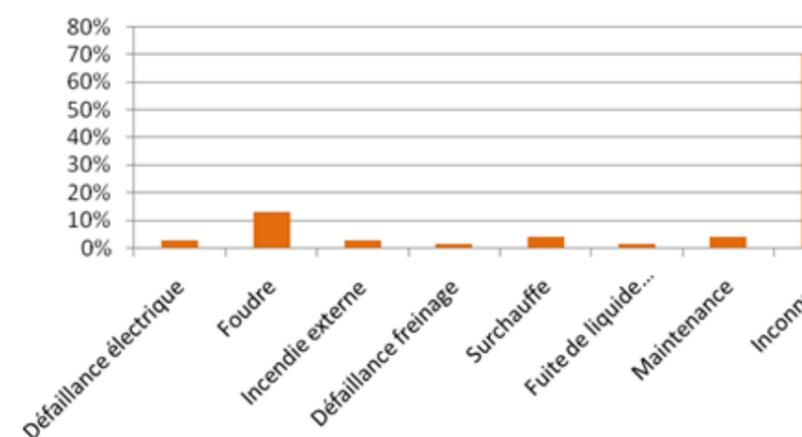
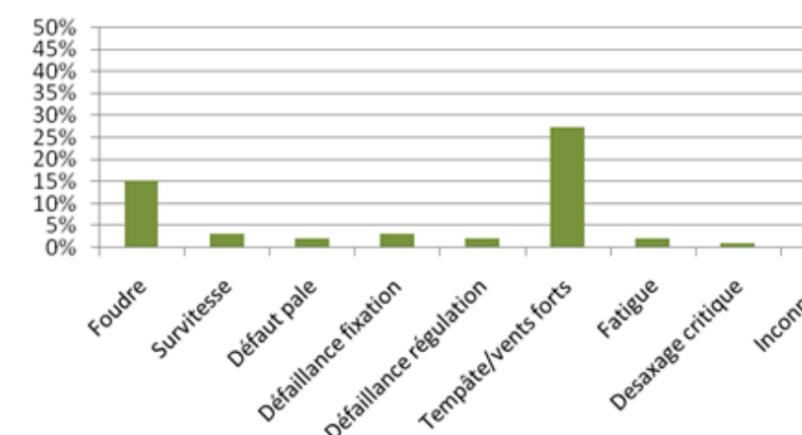
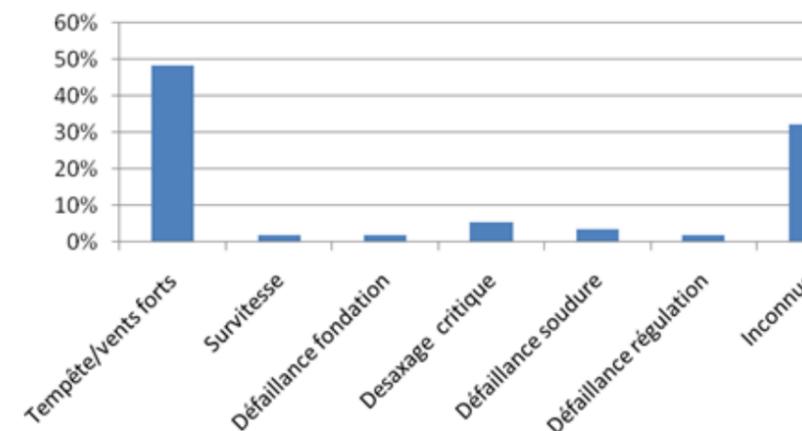


Figure 12 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011 (source : SER/FEE/INERIS, 2012)



Répartition des causes premières, dans l'ordre d'apparition des graphiques :

- Effondrement ;
- Rupture de pale ;
- Incendie.

Figure 13 : Répartition des causes premières d'accident pour le parc éolien mondial (source : SER/FEE/INERIS, 2012)

6 - 3 Inventaire des accidents et incidents survenus sur les sites de l'exploitant

A la date de rédaction de la présente étude, aucun accident majeur n'est survenu sur les sites exploités par la société « WP France 24 SAS ».

En France, la société GLOBAL WIND POWRE exploite le parc éolien de Montdidier (80) pour le compte de la régie communale de Montdidier (propriétaire du projet). Aucun accident n'a pour l'instant été recensé.

6 - 4 Synthèse des phénomènes dangereux redoutés issus du retour d'expérience

6 - 4a 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.

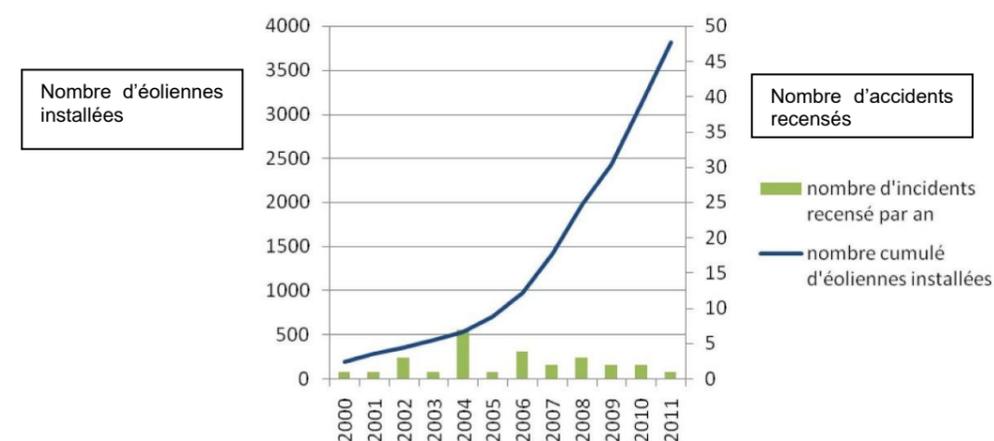


Figure 14 : Évolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées (INERIS/SER/FEE, 2012)

6 - 4b Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents

Comme le montre l'arbre de défaillance, de nombreux phénomènes peuvent être à l'origine d'incidents et d'accidents. Toutefois, la tempête (vent fort) associée à un dysfonctionnement du système de freinage est l'une des principales causes.

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

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

6 - 5 Limites d'utilisation de l'accidentologie

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

- **La non-exhaustivité des événements** : ce retour d'expérience, constitué à partir de sources variées, ne provient pas d'un système de recensement organisé et systématique. Dès lors certains événements ne sont pas reportés. En particulier, les événements les moins spectaculaires peuvent être négligés : chutes d'éléments, projections et chutes de glace ;
- **La non-homogénéité des aérogénérateurs inclus dans ce retour d'expérience** : les aérogénérateurs observés n'ont pas été construits aux mêmes époques et ne mettent pas en œuvre les mêmes technologies. Les informations sont très souvent manquantes pour distinguer les différents types d'aérogénérateurs (en particulier concernant le retour d'expérience mondial) ;
- **Les importantes incertitudes** sur les causes et sur la séquence qui a mené à un accident : de nombreuses informations sont manquantes ou incertaines sur la séquence exacte des accidents.

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

7 ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

7 - 1 Objectif de l'analyse préliminaire des risques

L'analyse des risques a pour objectif principal d'identifier les scénarios d'accident majeurs et les mesures de sécurité qui empêchent ces scénarios de se produire ou en limitent les effets. Cet objectif est atteint au moyen d'une identification de tous les scénarios d'accident potentiels pour une installation (ainsi que des mesures de sécurité) 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'accident majeurs – ces derniers pouvant avoir des conséquences sur les personnes.

7 - 2 Recensement des événements exclus de l'analyse des risques

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

- Chute de météorite ;
- Séisme d'amplitude supérieure aux séismes maximums de référence éventuellement corrigés de facteurs, tels que définis par la réglementation applicable aux installations classées considérées ;
- Crues d'amplitude supérieure à la crue de référence, selon les règles en vigueur ;
- Événements climatiques d'intensité supérieure aux événements historiquement connus ou prévisibles pouvant affecter l'installation, selon les règles en vigueur ;
- Chute d'avion hors des zones de proximité d'aéroport ou aéroport (rayon de 2 km des aéroports et aérodromes) ;
- Rupture de barrage de classe A ou B au sens de l'article R. 214-212 du Code de l'Environnement ou d'une digue de classe A, B ou C au sens de l'article R. 214-213 du même code ;
- Actes de malveillance.

D'autre part, plusieurs autres agressions externes qui ont été détaillées dans l'état initial peuvent être exclues de l'analyse préliminaire des risques car les conséquences propres de ces événements, en termes de gravité et d'intensité, sont largement supérieures aux conséquences potentielles de l'accident qu'ils pourraient entraîner sur les aérogénérateurs. Le risque de sur-accident lié à l'éolienne est considéré comme négligeable dans le cas des événements suivants :

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

7 - 3 Recensement des agressions externes potentielles

La première étape de l'analyse des risques consiste à recenser les « agressions externes potentielles ». Ces agressions provenant d'une activité ou de l'environnement extérieur sont des événements susceptibles d'endommager ou de détruire les aérogénérateurs de manière à initier un accident qui peut à son tour impacter des personnes.

Traditionnellement, deux types d'agressions externes sont identifiés :

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

7 - 3a Agression externe liées aux activités humaines

Le tableau ci-dessous synthétise les principales agressions externes liées aux activités humaines. Seules les agressions externes liées aux activités humaines présentes dans un rayon de 200 m constituent des agressions potentielles (à l'exception des autres aérogénérateurs, recensés dans un rayon plus large de 500 mètres, et des aérodromes recensés dans un rayon de 2 km).

Infrastructure	Voies de circulation	Aérodrome	Ligne THT	Autres aérogénérateurs
Fonction	Transport	Transport aérien	Transport d'électricité	Production d'électricité
Événement redouté	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicules	Chute d'aéronef	Rupture de câble	Accident générant des projections d'éléments
Danger potentiel	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	Energie cinétique de l'aéronef, flux thermique	Arc électrique, surtensions	Energie cinétique des éléments projetés
Périmètre	200 m	2 000 m	200 m	500 m
Distance par rapport au mât des éoliennes	E1	180 m Vc n°305 70 m Cr n°1		
	E2	100 m Vc n°305		
	E3	20 m Vc n°301		
	E4	-	-	-
	E5	-		
	E6	-		
	E7	125 m Cr n°25		
	E8	140 m Cr n°25		

Tableau 30 : Liste des agressions externes liées aux activités humaines – Vc : Voie communale, Cr : Chemin rural (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

7 - 3b Agression externe liées aux phénomènes naturels

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

Agression externe	Intensité
Tempête	<ul style="list-style-type: none"> Risque non identifié par le DDRM de la Somme.
Foudre	<ul style="list-style-type: none"> Densité de foudroiement : 1,3 impacts de foudre par an et par km² contre 2,0 en moyenne nationale ; Respect de la norme IEC 61400-24 (Juin 2010) et EN 62305-3 (Décembre 2012).
Glissement de sols / Affaissement minier	<ul style="list-style-type: none"> Aléa nul à moyen de retrait et gonflement des argiles ; Cavité : Aucune cavité n'est présente sur le périmètre de l'étude de dangers.

Tableau 31 : Liste des agressions externes liées aux phénomènes naturels (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

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

Le cas spécifique des effets directs 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 61400-24 (Juin 2010) ou la norme EN 62305-3 (Décembre 2012) est respectée. Ces conditions sont reprises dans la fonction de sécurité n°6 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 incendie, etc.). En effet, le système de mise à terre permet d'évacuer l'intégralité du courant de foudre. Cependant, les conséquences indirectes de la foudre, comme la possible fragilisation progressive de la pale, sont prises en compte dans les scénarios de rupture de pale.

7 - 4 Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques

Après avoir recensé, dans un premier temps, les potentiels de danger des installations, qu'ils soient constitués par des substances dangereuses ou des équipements dangereux (voir paragraphes 5.1 et 5.2), l'Analyse Préliminaire des Risques (APR) doit identifier l'ensemble des séquences accidentelles et phénomènes dangereux associés pouvant déclencher la libération du danger.

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

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

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

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

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

Remarque : Le tableau ci-après présentant le résultat d'une analyse de risque est considéré comme représentatif des scénarios d'accident pouvant potentiellement se produire sur les éoliennes. Des précisions sur les différents scénarios décrits dans ce tableau sont disponibles en Annexe 1 de la présente étude.

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

N°	Événement initiateur	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité (intitulé générique)	Phénomène dangereux	Qualification de la zone d'effet
C02	Défaillance fixation anémomètre	Chute anémomètre	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1
C03	Défaut fixation nacelle – pivot central – mât	Chute nacelle	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	1
P01	Survitesse	Contraintes trop importantes sur les pales	Projection de tout ou partie de la pale	Prévenir la survitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie de la pale	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°12)	Impact sur cible	2
P03	Serrage inapproprié Erreur maintenance – desserrage	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie de la pale	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Impact sur cible	2
E01	Effets dominos autres installations	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E02	Glissement de sol	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E03	Crash d'aéronef	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E04	Effondrement engin de levage travaux	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Actions de prévention mises en œuvre dans le cadre du plan de prévention (N°13)	Chute fragments et chute mât	2
E05	Vents forts	Défaillance fondation	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N° 9) Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort (N°11)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E06	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°12)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E07	Désaxage critique du rotor	Impact pale – mât	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Projection/chute fragments et chute mât	2

Tableau 32 : Analyse générique des risques (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

7 - 5 Effets dominos sur les ICPE

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 ».

On peut distinguer deux types d'effets dominos : **les effets dominos impactant les éoliennes** et **ceux créés par les éoliennes**.

Effets dominos impactant les éoliennes

Les effets dominos créés par l'extérieur et susceptibles d'impacter les éoliennes sont décrits dans les tableaux d'analyse des risques génériques présentés ci-avant (crash d'aéronef, usines extérieures, etc.).

Effets dominos créés par les éoliennes

Les effets dominos créés par le parc éolien interviennent lorsqu'un accident ayant lieu sur une des éoliennes impacte une usine voisine, une route très passante, etc.

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

Deux types d'installation sont recensées à proximité des éoliennes du parc éolien de Sole de Fours :

- Les éoliennes du parc éolien de Sole de Fours ;
- Les quatre postes de livraison.

Les actions de maintenances spécifiques aux éoliennes et aux postes de livraison sont très ponctuelles et limitées dans le temps. De plus, certaines d'entre-elles ne nécessitent pas une intervention sur le terrain et peuvent s'effectuer à distance. De ce fait, l'enjeu humain au niveau de ces éléments peut être considéré identique à celui qui est observé sur les terrains non bâtis.

L'enjeu matériel concerne les éléments eux-mêmes, qui pourraient être détériorés (suite à la chute d'un élément de l'aérogénérateur, la chute d'un morceau de glace, la chute de l'aérogénérateur ou la projection d'un morceau de glace ou de pale ou d'une pale), ainsi que les cultures aux alentours de ces derniers, qui pourraient être également détériorées en cas d'incendie.

On limite l'évaluation de la probabilité d'impact d'un élément de l'aérogénérateur sur une autre installation ICPE que lorsque celle-ci se situe dans un rayon de 100 m (source : INERIS/SER/FEE, Mai 2012). Or, sur le périmètre d'étude de dangers, aucune éolienne du parc éolien de Sole de Fours ne se trouve à moins de 100 m d'une éolienne d'un parc en service ou de toute autre installation ICPE (société Bonduelle située à 650 m au Nord-Est de l'éolienne E7).

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

⇒ **Aucun effet domino n'est envisagé. L'enjeu humain lié à ce risque est donc faible.**

7 - 6 Mise en place des mesures de sécurité

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

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

- **Fonction de sécurité** : il est proposé ci-dessous un tableau par fonction de sécurité. Cet intitulé décrit l'objectif de la ou des mesure(s) de sécurité : il s'agira principalement de « empêcher, éviter, détecter, contrôler ou limiter » et sera en relation avec un ou plusieurs événements conduisant à un accident majeur identifié dans l'analyse des risques. Plusieurs mesures de sécurité peuvent assurer une même fonction de sécurité ;
- **Numéro de la fonction de sécurité** : ce numéro vise à simplifier la lecture de l'étude de dangers en permettant des renvois à l'analyse de risque par exemple ;
- **Mesures de sécurité** : cette ligne permet d'identifier les mesures assurant la fonction concernée. Dans le cas de systèmes instrumentés de sécurité, tous les éléments de la chaîne de sécurité sont présentés (détection + traitement de l'information + action) ;
- **Description** : cette ligne permet de préciser la description de la mesure de maîtrise des risques, lorsque des détails supplémentaires sont nécessaires ;
- **Indépendance** (« oui » ou « non ») : cette caractéristique décrit le niveau d'indépendance d'une mesure de maîtrise des risques vis-à-vis des autres systèmes de sécurité et des scénarios d'accident. Cette condition peut être considérée comme remplie (renseigner « oui ») ou non (renseigner « non »). Dans le cadre des études de dangers éoliennes, il est recommandé de mesurer cette indépendance à travers les questions suivantes :
 - ✓ Est-ce que la mesure de sécurité décrite a pour unique but d'agir pour la sécurité ? Il s'agit en effet ici de distinguer ces dernières de celles qui ont un rôle dans la sécurité mais aussi dans l'exploitation de l'aérogénérateur ;
 - ✓ Cette mesure est-elle indépendante des autres mesures intervenant sur le scénario ?
- **Temps de réponse** (en secondes ou en minutes) : cette caractéristique mesure le temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la fonction de sécurité. Il s'agit ici de vérifier que la mesure de maîtrise des risques agira « à temps » pour prévenir ou pour limiter les accidents majeurs. Dans le cadre d'une étude de dangers éolienne, l'estimation de ce temps de réponse peut être simplifiée et se contenter d'une estimation d'un temps de réponse maximum qui doit être atteint. Néanmoins, et pour rappel, la réglementation impose les temps de réponse suivants :
 - ✓ Une mesure de maîtrise des risques remplissant la fonction de sécurité « limiter les conséquences d'un incendie » doit permettre de détecter un incendie et de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes ;
 - ✓ Une seconde mesure de maîtrise des risques remplissant la fonction de sécurité « limiter les conséquences d'un incendie » doit permettre de détecter un incendie et de mettre en œuvre une procédure d'arrêt d'urgence dans un délai de 60 minutes.
- **Efficacité** (100% ou 0%) : l'efficacité mesure la capacité d'une mesure de maîtrise des risques à remplir la fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation. Il s'agit de vérifier qu'une mesure de sécurité est bien dimensionnée pour remplir la fonction qui lui a été assignée. En cas de doute sur une mesure de maîtrise des risques, une note de calcul de dimensionnement peut être produite ;
- **Test (fréquence)** : dans ce champ sont rappelés les tests/essais qui seront réalisés sur les mesures de maîtrise des risques. Conformément à la réglementation, un essai d'arrêt, d'arrêt d'urgence et d'arrêt à partir d'une situation de survitesse seront réalisés avant la mise en service de l'aérogénérateur. Dans tous les cas, les tests effectués sur les mesures de maîtrise des risques seront tenus à la disposition de l'inspection des installations classées pendant l'exploitation de l'installation ;

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

Remarque 1 : Pour certaines mesures de maîtrise des risques, certains de ces critères peuvent ne pas être applicables. Il convient alors de renseigner le critère correspondant avec l'acronyme « NA » (Non Applicable).

Remarque 2 : Certaines mesures de maîtrise des risques ne remplissent pas les critères « efficacité » ou « indépendance » : elles ont une fiabilité plus faible que d'autres mesures de maîtrise des risques. Celles-ci peuvent néanmoins être décrites dans le tableau ci-dessous dans la mesure où elles concourent à une meilleure sécurité sur le site d'exploitation.

N° de la fonction de sécurité : 1	Prévenir de la formation de glace sur les pales de l'éolienne	N° de risque concerné : GO2
Mesures de sécurité	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.	
Description	Système de détection redondant du givre permettant, en cas de détection de glace, une mise à l'arrêt rapide de l'aérogénérateur. Le redémarrage peut ensuite se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site.	
Indépendance	Non. Les systèmes traditionnels s'appuient généralement sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc. En cas de danger particulièrement élevé sur site (survol d'une zone fréquentée sur site soumis à des conditions de gel importantes), des systèmes additionnels peuvent être envisagés.	
Temps de réponse	Immédiat (L'alarme est déclenchée dès que le capteur est gelé ou détecte de la neige.)	
Efficacité	100 %	
Tests	Tests menés par le concepteur au moment de la construction de l'éolienne	
Maintenance	Vérification permanente de l'état du système puis maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.	

N° de la fonction de sécurité : 2	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	N° de risque concerné : GO1
Mesures de sécurité	Panneautage en pied de machine. Eloignement des zones habitées et fréquentées.	
Description	Mise en place de panneaux informant de la possible formation de glace en pied de machines (conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011).	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	NA	
Efficacité	100 %. Il est considéré que compte tenu de l'implantation des panneaux et de l'entretien prévu, l'information des promeneurs sera systématique.	
Tests	NA	
Maintenance	Vérification de l'état général du panneau, de l'absence de détérioration, entretien de la végétation afin que le panneau reste visible.	

N° de la fonction de sécurité : 3	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	N° de risque concerné : I03/I04
Mesures de sécurité	Capteurs de température des pièces mécaniques. Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarmes. Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement. Systèmes de refroidissement indépendants pour le multiplicateur et la génératrice.	
Description	En cas de température anormalement haute, une alarme est émise par le système SCADA au centre de contrôle de l'exploitant. Si la température dépasse un seuil haut, l'éolienne est mise à l'arrêt et ne peut être relancée qu'après intervention d'un technicien en nacelle, qui procédera à une identification des causes et à des opérations techniques le cas échéant.	
Indépendance	Oui Ces systèmes s'appuient sur des fonctions et des appareils propres à l'exploitation du parc. Ces données sont cependant analysées par l'automate de sécurité embarqué sur chaque éolienne, dont le rôle est dédié à la sécurité de l'installation.	
Temps de réponse	<60 secondes.	
Efficacité	100 %	
Tests	Lors de la phase d'essai de la machine.	
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.	

N° de la fonction de sécurité : 4	Prévenir la survitesse	N° de risque concerné : I03/P01
Mesures de sécurité	Détection de survitesse et système de freinage. Eléments du système de protection contre la survitesse conformes aux normes IEC 61508 (SIL 2).	
Description	Systèmes de coupure s'enclenchant en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis, indépendamment du système de contrôle commande. <i>NB : Le système de freinage est constitué d'un frein aérodynamique principal (mise en drapeau des pales) et / ou d'un frein mécanique auxiliaire.</i>	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	15 à 60 s (arrêt de l'éolienne selon le programme de freinage adapté). L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur conformément aux dispositions de l'arrêté du 26 août 2011.	
Efficacité	100 %	
Tests	Test d'arrêt simple, d'arrêt d'urgence et de la procédure d'arrêt en cas de survitesse avant la mise en service des aérogénérateurs conformément à l'article 15 de l'arrêté du 26 août 2011.	
Maintenance	Vérification du système après les 500 à 1 500 premières heures de fonctionnement (environ 3 mois). Maintenance préventive annuelle de l'éolienne avec notamment contrôle de l'usure du frein et de pression du circuit de freinage d'urgence. Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.	

N° de la fonction de sécurité : 5	Prévenir les courts-circuits	N° de risque concerné : I01/I02/I05/I06
Mesures de sécurité	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.	
Description	Les organes et armoires électriques de l'éolienne sont équipés d'organes de coupures et de protection adéquats et correctement dimensionnés. Tout fonctionnement anormal des composants électriques est suivi d'une coupure de la transmission électrique et à la transmission d'un signal d'alerte vers l'exploitant qui prend alors les mesures appropriées. La remise sous tension puis le recouplage de la machine ne peuvent être faits qu'après inspection visuelle des éléments HT de la nacelle, puis du réarmement du détecteur d'arc et de l'acquiescement manuel du défaut.	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	De l'ordre de la seconde	
Efficacité	100 %	
Tests	Test des détecteurs d'arc à la mise en service puis tous les 6 mois.	
Maintenance	Des vérifications de tous les composants électriques ainsi que des mesures d'isolement et de serrage des câbles sont intégrées dans la plupart des mesures de maintenance préventive mises en œuvre. Les installations électriques sont contrôlées avant la mise en service du parc puis à une fréquence annuelle, conformément à l'article 10 de l'arrêté du 26 août 2011.	

N° de la fonction de sécurité : 6	Prévenir les effets de la foudre	N° de risque concerné : I02
Mesures de sécurité	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur.	
Description	Respect de la norme IEC 61400 – 24 (juin 2010). Parafoudres sur la nacelle + récepteurs de foudre sur les 2 faces des pales. Mise à la terre (nacelle/mât, sections de mât, mât/fondation). Parasurtenseurs sur les circuits électriques.	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	Immédiat dispositif passif	
Efficacité	100 %	
Tests	Avant la première mise en route de l'éolienne, une mesure de mise à la terre est effectuée. 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.	
Maintenance	Contrôle de l'état de l'installation de mise à la terre dans le mât à chaque maintenance préventive.	

N° de la fonction de sécurité : 7	Protection et intervention incendie	N° de risque concerné : I02
Mesures de sécurité	Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine. Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle. Intervention des services de secours.	
Description	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. Le système de détection incendie est alimenté par le réseau secouru (UPS). L'éolienne est également équipée d'extincteurs qui peuvent être utilisés par les personnels d'intervention (cas d'un incendie se produisant en période de maintenance)	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	< 1 minute pour les détecteurs et l'enclenchement de l'alarme. L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur. Le temps d'intervention des services de secours est, quant à lui, dépendant de la zone géographique.	
Efficacité	100 %	
Tests	Test des détecteurs de fumée à la mise en service puis tous les ans.	
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Le matériel incendie (type extincteurs) est contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur. Maintenance curative suite à une défaillance du matériel.	

N° de la fonction de sécurité : 8	Prévention et rétention des fuites	N° de risque concerné : I07/F01/F02
Mesures de sécurité	Détecteurs de niveau d'huiles. Systèmes d'étanchéité et dispositifs de collecte / récupération. Capteurs de niveau du circuit de refroidissement (niveau bas alarmé avec arrêt après temporisation). Procédure d'urgence. Kit antipollution.	
Description	Nombreux détecteurs de niveau d'huile permettant de détecter les éventuelles fuites d'huile et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence. Afin de pouvoir assurer la manœuvre des pales en cas de perte du groupe de mise en pression ou en cas de fuite sur le circuit, chaque bloc hydraulique (situé au plus près du vérin de pale) est équipé d'un accumulateur hydropneumatique (pressurisé à l'azote) qui permet la mise en drapeau de la pale. Présence de plusieurs bacs collecteurs au niveau des principaux composants. Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. Dans tous les cas, le transfert des huiles s'effectue de manière sécurisée 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 : <ul style="list-style-type: none"> ▪ De contenir et arrêter la propagation de la pollution ; ▪ D'absorber jusqu'à 20 litres de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools ...) et produits chimiques (acides, bases, solvants ...) ; ▪ De récupérer les déchets absorbés. Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, une société spécialisée récupérera et traitera le gravier souillé via les filières adéquates, puis le remplacera par un nouveau revêtement.	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	Dépendant du débit de fuite	
Efficacité	100 %	
Tests	Tests des systèmes hydrauliques à la mise en service, au bout de 3 mois de fonctionnement puis tous les ans suivant les manuels de maintenance.	
Maintenance	Inspection des niveaux d'huile plusieurs fois par an.	

N° de la fonction de sécurité : 9	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)	N° de risque concerné : C01/C02/C03/P03/E01/E02/E03/E05/E07
Mesures de sécurité	Surveillance des vibrations. Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.). Procédures qualités. Attestation du contrôle technique (procédure permis de construire).	
Description	La norme IEC 61 400-1 « Exigence pour la conception des aérogénérateurs » fixe les prescriptions propres à fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie » de l'éolienne. Ainsi la nacelle, le nez, les fondations et la tour répondent au standard IEC 61 400-1. Les pales respectent le standard IEC 61 400-1 ; 12 ; 23. Les éoliennes sont équipées de capteurs de vibration, qui entraînent l'arrêt en cas de dépassement des seuils définis. Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223 (peinture et revêtement anti-corrosion).	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	15 à 60 s pour les capteurs de vibration (arrêt de l'éolienne selon le programme de freinage adapté).	
Efficacité	100 %	
Tests	Déclenchement manuel des capteurs de vibration et vérification de la réponse du système.	
Maintenance	Les couples de serrage (brides sur les diverses sections de la tour, bride de raccordement des pales au moyeu, bride de raccordement du moyeu à l'arbre lent, éléments du châssis, éléments du pitch system, couronne du Yam Gear, boulons de fixation de la nacelle...) sont vérifiés au bout de 3 mois de fonctionnement puis tous les 3 ans, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. Inspection visuelle du mât et, si besoin, nettoyage lors des maintenances préventives annuelles.	

N° de la fonction de sécurité : 10	Prévenir les erreurs de maintenance	N° de risque concerné : C01/E07
Mesures de sécurité	Procédure maintenance.	
Description	Préconisations du manuel de maintenance. Formation du personnel.	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	NA	
Efficacité	100 %	
Tests	Vérification du manuel de maintenance avant démarrage de l'exploitation. Formation systématique des techniciens.	
Maintenance	NA	

N° de la fonction de sécurité : 11	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	N° de risque concerné : E05
Mesures de sécurité	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 pâles) par le système de conduite.	
Description	L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue.	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	15 à 60 s suivant le programme de freinage.	
Efficacité	100 %. <i>NB : En fonction de l'intensité attendue des vents, d'autres dispositifs de diminution de la prise au vent de l'éolienne peuvent être envisagés.</i>	
Tests	Test des programmes de freinage lors de la mise en service de l'éolienne. Test automatique du système de freinage mécanique et du fonctionnement de chaque système pitch (freinage aérodynamique) lors de la séquence de démarrage de l'éolienne.	
Maintenance	Maintenance préventive du système pitch (les points contrôlés varient suivant le type de maintenance – T1 / T2 / T3 / T4), notamment vérification du câblage et du système de lubrification automatique, graissage des roulements de pitch. Maintenance préventive du frein mécanique (les points contrôlés varient suivant le type de maintenance – T1 / T2 / T3 / T4), notamment inspection visuelle, vérification de l'épaisseur des plaquettes de frein et des capteurs du frein mécanique.	

N° de la fonction de sécurité : 12	Prévenir la dégradation de l'état des équipements	N° de risque concerné : E06/P02
Mesures de sécurité	Inspection + actions de sécurité associées.	
Description	NA	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	NA	
Efficacité	100 %	
Tests	Dégradation de l'état des équipements surveillée à chaque visite machine.	
Maintenance	Lors de chaque visite sur site.	

N° de la fonction de sécurité : 13	Actions de prévention mises en œuvre dans le cadre du plan de prévention	N° de risque concerné : E04
Mesures de sécurité	Elaboration du plan de prévention, mise en œuvre des mesures définies.	
Description	Plan de prévention fait annuellement incluant une visite commune pour identifier les risques sur site ainsi que les mesures de prévention et d'urgence.	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	NA	
Efficacité	100 %	
Tests	Visite sécurité 2 fois par an par le constructeur sur site et vérification de l'application des consignes du plan de prévention.	
Maintenance	Annuelle ou à chaque opération non-routinière (intervention d'une grue externe par exemple).	

Tableau 33 : Ensemble des fonctions de sécurité (Source : INERIS/SER/FEE, 2012)

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

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

7 - 7 Conclusion de l'analyse préliminaire des risques

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

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

Tableau 34 : Scénarios exclus (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

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

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

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

8 ETUDES DETAILLEES DES RISQUES

L'étude détaillée des risques vise à caractériser les scénarios sélectionnés 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.

8 - 1 Rappel des définitions

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

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

8 - 1a Cinétique

La cinétique d'un accident est la vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle, de l'évènement 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 « 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.

8 - 1b Intensité

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

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.

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

Tableau 35 : Degré d'exposition (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

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

8 - 1c Gravité

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

Intensité / 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
« Désastreux »	Plus de 10 personnes exposées	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1000 personnes exposées
« Catastrophique »	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1000 personnes exposées
« Important »	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
« Sérieux »	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
« Modéré »	Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement	Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement	Présence humaine exposée inférieure à « une personne »

Tableau 36 : Critères permettant d'apprécier les conséquences de l'événement (source : arrêté du 29 septembre 2005)

8 - 1d Probabilité

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

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

Tableau 37 : Grille de criticité du scénario redouté (source : arrêté du 29 septembre 2005)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

8 - 1e Matrice de criticité

La criticité de l'évènement est définie par le croisement de la probabilité et de la gravité via à tableau nommé « matrice de criticité ».

La criticité de l'évènement est alors définie à partir d'une cotation du couple probabilité-gravité et définit 3 zones :

- **En vert** : une zone pour laquelle les risques peuvent être qualifiés de moindre et donc acceptable, et l'évènement est jugé sans effet majeur et nécessite pas de mesures particulières ;
- **En jaune** : une zone de risques intermédiaires, pour laquelle les mesures de sécurité sont jugées suffisantes et la maîtrise des risques concernés doit être assurée et démontrée par l'exploitant (contrôles appropriés pour éviter tout écart dans le temps) ;
- **En rouge** : une zone de risques élevés, qualifiés de non acceptable pour laquelle des modifications substantielles doivent être définies afin de réduire le risque à un niveau acceptable ou intermédiaire, par la démonstration de la maîtrise de ce risque.

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

Légende de la matrice :

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

Tableau 38 : Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

8 - 2 Détermination des paramètres pour l'étude détaillée des risques

8 - 2a Effondrement de l'éolienne

Zone d'effet

La zone d'effet de l'effondrement d'une éolienne correspond à une surface circulaire de rayon égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale, soit 180 m au maximum pour les éoliennes du parc éolien de Sole de Fours.

Cette méthodologie se rapproche de celles utilisées dans la bibliographie. 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.

Intensité

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

Le tableau ci-dessous présente les résultats pour chacun des modèles. Z_I est la zone d'impact, Z_E est la zone d'effet, d le degré d'exposition, R est le rayon du rotor, H la hauteur au moyeu, L la largeur du mât et LB la largeur de la base de la pale.

Effondrement de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale)				
Eolienne étudiée	Zone d'impact en m ² $Z_I = (H \times L) + (3 \times R \times LB / 2)$	Zone d'effet du phénomène étudié en m ² $Z_E = \pi \times (H + R)^2$	Degré d'exposition du phénomène étudié en % $d = (Z_I / Z_E)$	Intensité
M122	916	101 788	0,9 % (<1 %)	Exposition modérée
N131	883	101 223	0,873 % (<1 %)	Exposition modérée

Tableau 39 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de « effondrement de l'éolienne »

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

Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (§ 8.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène d'effondrement, dans le rayon inférieur ou égal à la hauteur totale de l'éolienne :

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

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

Effondrement de l'éolienne						
Eolienne	Terrains non aménagés et très peu fréquentés		Terrains aménagés mais peu fréquentés		Nombre total de personnes exposées	Gravité
	1 personne / 100 ha		1 personne / 10 ha			
	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées		
E1	9,97	0,10	0,21	0,03	0,13	Modérée
E2	9,90	0,10	0,28	0,03	0,13	Modérée
E3	9,82	0,10	0,36	0,04	0,14	Modérée
E4	10,18	0,11	0,00	0,00	0,11	Modérée
E5	10,18	0,11	0,00	0,00	0,11	Modérée
E6	10,18	0,11	0,00	0,00	0,11	Modérée
E7	10,05	0,11	0,13	0,02	0,13	Modérée
E8	10,07	0,11	0,11	0,02	0,13	Modérée

Tableau 40 : Evaluation de la gravité dans le scénario de l'effondrement de l'éolienne

Remarque : Le calcul du nombre de personnes permanentes est défini dans le chapitre 3-4.

Probabilité

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

Source	Fréquence	Justification
Guide for risk based zoning of wind turbine	$4,5 \times 10^{-4}$	Retour d'expérience
Specification of minimum distances	$1,8 \times 10^{-4}$ (Effondrement de la nacelle et de la tour)	Retour d'expérience

Tableau 41 : Fréquence d'effondrement d'une éolienne dans la littérature (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

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'expérience¹, 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 : « Evènement 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'évènement.

¹ 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.

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 ».

Acceptabilité

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

Effondrement de l'éolienne		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1 à E8	Modérée	Acceptable

Tableau 42 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « effondrement de l'éolienne »

⇒ **Ainsi, pour le parc éolien de Sole de Fours, le phénomène d'effondrement des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.**

8 - 2b Chute de glace

Considérations générales

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

Selon l'étude WECO, une grande partie du territoire français (hors zones de montagne) est concernée 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.

Zone d'effet

Le risque de chute de glace est cantonné à la zone de survol des pales, soit un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor autour du mât de l'éolienne. Pour le parc éolien de Sole de Fours, la zone d'effet a donc un rayon maximal de 65,5 mètres (éolienne N131). Cependant, il convient de noter que, lorsque l'éolienne est à l'arrêt, les pales n'occupent qu'une faible partie de cette zone.

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 parc éolien de Sole de Fours. Z_I est la zone d'impact, Z_E est la zone d'effet, R correspond au rayon rotor, SG est la surface du morceau de glace majorant ($SG = 1 \text{ m}^2$).

Chute de glace (dans un rayon inférieur ou égal à $1/D =$ zone de survol)				
Eolienne	Zone d'impact en m^2	Zone d'effet du phénomène étudié en m^2	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
	$Z_I = SG$	$Z_E = \pi \times R^2$	$d = (Z_I/Z_E)$	
M122	1	11 690	0,009 % (<1 %)	Exposition modérée
N131	1	13 478	0,007 % (1 %)	Exposition modérée

Tableau 43 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de chute de glace

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

Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (§ 8.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute de glace, dans la zone de survol de l'éolienne :

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

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

Eolienne	Chute de glace				Nombre total de personnes exposées	Gravité
	Terrains non aménagés et très peu fréquentés		Terrains aménagés mais peu fréquentés			
	1 personne / 100 ha		1 personne / 10 ha			
	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées		
E1	1,35	0,02	0,00	0,00	0,02	Modérée
E2	1,35	0,02	0,00	0,00	0,02	Modérée
E3	1,22	0,02	0,12	0,02	0,04	Modérée
E4	1,35	0,02	0,00	0,00	0,02	Modérée
E5	1,35	0,02	0,00	0,00	0,02	Modérée
E6	1,35	0,02	0,00	0,00	0,02	Modérée
E7	1,35	0,02	0,00	0,00	0,02	Modérée
E8	1,35	0,02	0,00	0,00	0,02	Modérée

Tableau 44 : Evaluation de la gravité dans le scénario « chute de glace »

Remarque : Le calcul du nombre de personnes permanentes est défini dans le chapitre 3-4.

Probabilité

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

Acceptabilité

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

Chute de glace		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1 à E8	Modérée	Acceptable

Tableau 45 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « chute de glace »

⇒ Ainsi, pour le parc éolien de Sole de Fours, le phénomène de chute de glace des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

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

8 - 2c Chute d'éléments de l'éolienne

Zone d'effet

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

Le risque de chute d'élément est cantonné à la zone de survol des pales, c'est-à-dire une zone d'effet correspondant à un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor (65,5 m dans le cas majorant du projet éolien de Sole de Fours).

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 de Sole de Fours, d est le degré d'exposition, Z_i la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, R correspond au rayon rotor et LB la largeur de la base de la pale.

Chute d'éléments de l'éolienne (dans un rayon inférieur ou égal à 1/D = zone de survol)				
Eolienne	Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
	$Z_i = R \times LB/2$	$Z_E = \pi \times R^2$	$d = (Z_i/Z_E)$	
M122	119	11 690	1,018 % (> 1%)	Exposition forte
N131	131	13 478	0,972 % (< 1%)	Exposition modérée

Tableau 46 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de chute de glace

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

Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (§ 8.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de chute de glace, dans la zone de survol de l'éolienne :

- Plus de 100 personnes exposées → « Désastreux » ;
- Entre 10 et 100 personnes exposées → « Catastrophique » ;
- Entre 1 et 10 personnes exposées → « Important » ;
- Au plus 1 personne exposée → « Sérieux » ;
- Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement → « Modéré ».

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

Chute d'éléments de l'éolienne						
Eolienne	Terrains non aménagés et très peu fréquentés		Terrains aménagés mais peu fréquentés		Nombre total de personnes exposées	Gravité
	1 personne / 100 ha		1 personne / 10 ha			
	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées		
E1	1,35	0,02	0,00	0,00	0,02	Sérieuse
E2	1,35	0,02	0,00	0,00	0,02	Sérieuse
E3	1,22	0,02	0,12	0,02	0,04	Sérieuse
E4	1,35	0,02	0,00	0,00	0,02	Sérieuse
E5	1,35	0,02	0,00	0,00	0,02	Sérieuse
E6	1,35	0,02	0,00	0,00	0,02	Sérieuse
E7	1,35	0,02	0,00	0,00	0,02	Sérieuse
E8	1,35	0,02	0,00	0,00	0,02	Sérieuse

Tableau 47 : Evaluation de la gravité dans le scénario « chute d'éléments de l'éolienne »

Remarque : Le calcul du nombre de personnes permanentes est défini dans le chapitre 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 10⁻⁴ événement par éolienne et par an).

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

Acceptabilité

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc éolien de Sole de Fours, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable).

Chute d'éléments de l'éolienne		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1 à E8	Sérieuse	Acceptable

Tableau 48 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « chute d'éléments de l'éolienne »

⇒ Ainsi, pour le parc éolien de Sole de Fours, le phénomène de chute d'éléments de l'éolienne constitue un risque acceptable pour les personnes.

8 - 2d Projection de pales et de fragments de pales

Zone d'effet

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

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

Pour autant, des études de risques déjà réalisées dans le monde ont utilisé une distance de 500 mètres, en particulier les études présentées aux points 5 et 6 au chapitre 10.5 (bibliographie).

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

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 de pale ou de fragment de pale dans le cas du parc éolien de Sole de Fours. d est le degré d'exposition, Z_I la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, R correspond au rayon rotor et LB la largeur de la base de la pale.

Projection de pale ou de fragment de pale Zone de 500 m autour de chaque éolienne				
Eolienne	Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
	$Z_I = R \times LB/2$	$Z_E = \pi \times R_E^2$	$d = (Z_I/Z_E)$	
M122	118,95	785 398	0,015 (<1%)	Exposition modérée
N131	131	785 398	0,017 (<1%)	Exposition modérée

Tableau 49 : Evaluation de l'intensité dans le scénario « projection de pale ou de fragment de pale »

Remarque : R_E correspond au rayon de la zone d'effet, soit 500 m. Il n'est pas à confondre avec le R du rayon de la pale.

Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (§ 8.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection, dans la zone de 500 m autour de l'éolienne :

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

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

Projection de pales ou de fragments de pales									
Eolienne	Terrains non aménagés et très peu fréquentés		Terrains aménagés mais peu fréquentés		Autoroute A1	LGV Nord	Cimetière d'Assevillers	Nombre total de personnes exposées	Gravité
	1 personne / 100 ha		1 personne / 10 ha		0,4 pers / 1 km / 100 véhicules/jour	0,4 pers / 1 km / train/jour	300 pers / 0,32 ha		
	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées	Nombre de personnes exposées	Nombre de personnes exposées	Nombre de personnes exposées		
E1	77,25	0,78	1,29	0,13	0,00	0,00	0,00	0,91	Modérée
E2	76,69	0,77	1,85	0,19	0,00	0,00	0,00	0,96	Modérée
E3	75,77	0,76	2,77	0,28	0,00	0,00	0,00	1,04	Sérieuse
E4	76,34	0,77	2,20	0,22	34,00	64,00	281,00	380	Catastrophique
E5	77,57	0,78	0,97	0,10	0,00	0,00	0,00	0,88	Modérée
E6	75,36	0,76	3,18	0,32	0,00	0,00	0,00	1,08	Sérieuse
E7	77,45	0,78	1,09	0,11	0,00	0,00	0,00	0,89	Modérée
E8	75,93	0,76	2,61	0,27	0,00	0,00	0,00	1,03	Sérieuse

Tableau 50 : Evaluation de la gravité dans le scénario « projection de pale ou de fragment de pale »

Remarque : Le calcul du nombre de personnes permanentes est défini dans le chapitre 3-4.

Probabilité

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

Source	Fréquence	Justification
Site specific hazard assesment for a wind farm project	1×10^{-6}	Respect de l'Eurocode EN 1990-Basis of structural design
Guide for risk based zoning of wind turbine	$1,1 \times 10^{-3}$	Retour d'expérience au Danemark (1984-1992) et en Allemagne (1989-2001)
Specification of minimum distances	$6,1 \times 10^{-4}$	Recherche Internet des Accidents entre 1996 et 2003

Tableau 51 : Fréquence de rupture de tout ou partie de pale dans la littérature (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

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 évènements pour 15 667 années d'expérience, soit $7,66 \times 10^{-4}$ évènement par éolienne et par an).

Ces évènements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 septembre 2005 d'une probabilité « C » : « Evènement 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'évènement.

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 ;
- Le système de détection des survitesses et un système redondant de freinage ;
- Le 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 ;
- L'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 ».

Acceptabilité

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

Projection de pale ou de fragment de pale		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modérée	Acceptable
E2	Modérée	Acceptable
E3	Sérieuse	Acceptable
E4	Catastrophique	Acceptable
E5	Modérée	Acceptable
E6	Sérieuse	Acceptable
E7	Modérée	Acceptable
E8	Sérieuse	Acceptable

Tableau 52 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « projection de pale ou de fragment de pale »

⇒ Ainsi, pour le parc éolien de Sole de Fours, le phénomène de projection de tout ou partie de pale des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

8 - 2e Projection de glace

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 n°15 du chapitre 10.5 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 :

$$\text{Distance d'effet} = 1,5 \times (\text{hauteur de moyeu} + \text{diamètre de rotor})$$

Cette distance est de 367,5 m au maximum pour les éoliennes du parc éolien de Sole de Fours.

Cette distance de projection est jugée conservatrice dans des études postérieures (voir référence n°17 du chapitre 10.4). 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.

Intensité

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de glace dans le cas du parc éolien de Sole de Fours. d est le degré d'exposition, ZI la zone d'impact, ZE la zone d'effet, R correspond au rayon rotor, H la hauteur au moyeu, et SG la surface majorante d'un morceau de glace.

Projection de morceaux de glace				
Dans un rayon RPG = 1,5 x (H+2R) autour de l'éolienne				
Eolienne étudiée	Zone d'impact en m ²	Zone d'effet du phénomène étudié en m ²	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
	ZI= SG	$Z_E = \pi \times (1,5 \times (H + 2 \times R))^2$	$d = (Z_I/Z_E)$	
M122	1	410 550	0,0002 (<1%)	Exposition modérée
N131	1	424 292	0,0002 (<1%)	Exposition modérée

Tableau 53 : Evaluation de l'intensité dans le scénario « projection de glace »

Gravité

En fonction de cette intensité et des définitions issues de l'arrêté du 29 septembre 2005 (§ 8.1.3.), il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection de glace, dans la zone d'effet de ce phénomène :

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

La société « WP France 24 SAS » s'engage à installer des éoliennes munies de système de détection de givre ou de glace, grâce aux instruments météorologiques présents sur la nacelle ainsi que des capteurs dans les pales qui permettront de stopper l'éolienne et éviter toute projection de glace.

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

Projection de glace						
Eolienne	Terrains non aménagés et très peu fréquentés		Terrains aménagés mais peu fréquentés		Nombre total de personnes exposées	Gravité
	1 personne / 100 ha		1 personne / 10 ha			
	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées	Surface exposée en ha	Nombre de personnes exposées		
E1	41,48	0,42	0,94	0,10	0,52	Modérée
E2	41,58	0,42	0,85	0,09	0,51	Modérée
E3	40,71	0,41	1,72	0,18	0,59	Modérée
E4	41,28	0,42	1,15	0,12	0,54	Modérée
E5	40,98	0,41	1,45	0,15	0,56	Modérée
E6	40,51	0,41	1,92	0,20	0,61	Modérée
E7	42,09	0,43	0,34	0,04	0,47	Modérée
E8	40,95	0,41	1,48	0,15	0,56	Modérée

Tableau 54 : Evaluation de la gravité dans le scénario « projection de morceaux de glace »

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 proposé pour cet événement.

Acceptabilité

Le tableau suivant rappelle, pour chaque aérogénérateur du parc éolien de Sole de Fours, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable).

Projection de morceaux de glace			
Dans un rayon RPG = 1,5 x (H+2R) autour de l'éolienne			
Eolienne	Gravité	Présence de système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace et de procédure de redémarrage	Niveau de risque
E1 à E8	Modéré	Oui	Acceptable

Tableau 55 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « projection de morceaux de glace »

⇒ Ainsi, pour le parc éolien de Sole de , le phénomène de projection de glace constitue un risque acceptable pour les personnes.

8 - 3 Synthèse de l'étude détaillée des risques

8 - 3a Tableaux de synthèse des scénarios étudiés

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

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale (180 m)	Rapide	Exposition modérée	D	Modérée E1 à E8
Chute de glace	Zone de survol (= 65,5 m)	Rapide	Exposition modérée	A	Modérée E1 à E8
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol (= 65,5 m)	Rapide	Exposition forte	C	Sérieuse E1 à E8
Projection de pale ou de fragment de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D	Modérée E1, E2, E5 et E7
					Sérieuse E3, E6 et E8
Projection de glace	1,5 x (H + Diamètre rotor) autour de l'éolienne (367,5 m)	Rapide	Exposition modérée	B	Catastrophique E4

Tableau 56 : Synthèse des scénarios étudiés pour l'ensemble des éoliennes du parc - Légende : H est la hauteur au moyeu et R le rayon du rotor

8 - 3b Synthèse de l'acceptabilité des risques

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

Pour 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.

La liste des scénarios pointés dans la matrice sont les suivants :

- Chute d'éléments des éoliennes E1 à E8 (scénario C_e1 à C_e8) ;
- Chute de glace des éoliennes E1 à E8 (scénario C_g1 à C_g8) ;
- Effondrement des éoliennes E1 à E8 (scénario E_r1 à E_r8) ;
- Projection de glace des éoliennes E1 à E8 (scénario P_g1 à P_g8) ;
- Projection de pale des éoliennes E1 à E8 (scénario P_p1 à P_p8).

Gravité \ Conséquence	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreuse					
Catastrophique		P _p 4			
Importante					
Sérieuse		P _p 3, P _p 6 et P _p 8	C _e 1 à C _e 8		
Modérée		E _r 1 à E _r 8 P _p 1, P _p 2, P _p 5 et P _p 7		P _g 1 à P _g 8	C _g 1 à C _g 8

Légende de la matrice :

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

Figure 15 : Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- Aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice
- Certains accidents figurent en case jaune. Pour ces accidents, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie 7.6 sont mises en place.

8 - 3c Cartographie des risques

Une carte de synthèse des risques est présentée ci-après. Elle fait apparaître, pour les scénarios les plus critiques :

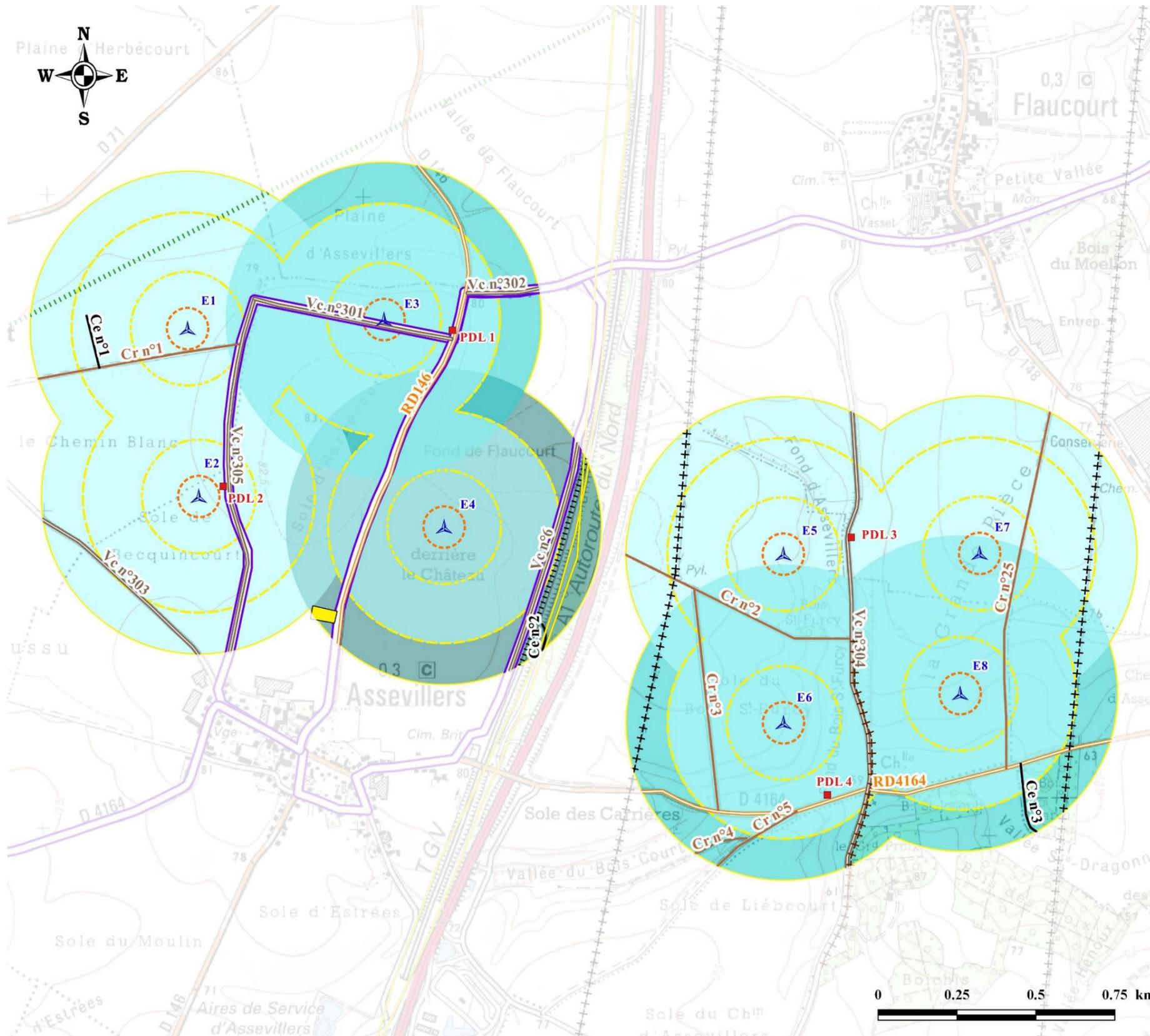
- Les enjeux étudiés dans l'étude détaillée des risques ;
- Une représentation graphique de la probabilité d'atteinte des enjeux.

Synthèse

ATER Environnement
Aménagement du Territoire - Energies Renouvelables

Octobre 2018

Source : IGN 25® - Copie et reproduction interdites
Courriers de servitudes



Légende

Parc éolien de Sole de Fours

- Implantation
- Poste de livraison

Scénarii étudiés

- Zone de surplomb (65,5 m)
- Zone de ruine (180 m)
- Zone de projection de glace (367,5 m)
- Zone de projection de pale (500 m)

Personnes exposées

- Moins de 1 personne
- Entre 1 et 10 personnes
- Entre 100 et 1 000 personnes

Intensité d'exposition

- Modérée
- Forte

Infrastructures de transport

- Infrastructures routières
- Autoroute A1
 - Route départementale
 - Voie communale
 - Chemin communal
 - Chemin d'exploitation
- Infrastructures ferroviaires
- LGV Nord

Infrastructures électriques

- Lignes électriques aériennes
- Lignes électriques souterraines

Infrastructures de télécommunication

- Câble optique
- SFR

Chemin de randonnée

- Localisation

Autre infrastructure

- Cimetière d'Assevillers



Carte 15 : Synthèse des risques sur le périmètre de dangers

9 CONCLUSIONS

Les principaux accidents majeurs identifiés au travers de l'étude de dangers pour le parc éolien de Sole de Fours sont ceux les plus fréquents au regard de l'accidentologie, à savoir :

- Le bris de pale ;
- L'effondrement de l'éolienne ;
- La chute d'éléments ;
- La chute et le bris de glace.

La probabilité d'atteinte d'un enjeu par un projectile est variable en fonction du scénario :

- D pour l'effondrement de l'éolienne ;
- C pour la chute d'éléments ;
- A pour la chute de glace ;
- D pour la projection d'un fragment de pale ;
- B pour la projection de glace.

Dans la zone de surplomb des éoliennes, là où s'observe la chute de glace et d'éléments, l'enjeu humain est au maximum de 0,04 personne, ce qui représente une gravité modérée pour la chute de glace, et sérieuse pour la chute d'éléments. Seules sont présentes des zones agricoles et une portion d'une voie communale. L'enjeu humain est nettement inférieur à une personne.

Dans la zone d'effondrement de la machine (dite également zone de ruine), l'enjeu humain est évalué entre 0,11 et 0,14 personne, ce qui représente une gravité modérée. Seules sont présentes des zones agricoles, des portions de voies communales et de chemins ruraux. En l'absence d'infrastructure structurante, l'enjeu humain est nettement inférieur à une personne.

Dans la zone de projection de glace, l'enjeu humain est compris entre 0,47 et 0,61 personnes. Sont présents des zones agricoles, des portions de voies communales, de chemins d'exploitation et de chemins ruraux. En l'absence d'infrastructure structurante, l'enjeu humain reste nettement inférieur à 1 personne, la gravité est qualifiée de modérée.

Enfin, sur **le reste de la zone, correspondant à la zone de projection de pales ou de fragments de pales**, l'enjeu humain est inférieur à 1 personne pour les éoliennes E1, E2, E5 et E7, est compris entre 1 et 10 personnes pour les éoliennes E3, E6 et E8 et est de 380 personnes pour l'éolienne E4. La gravité est donc modérée pour les éoliennes E1, E2, E5 et E7, sérieuse pour les éoliennes E3, E6 et E8 et catastrophique pour l'éolienne E4. Le risque reste acceptable pour toutes les éoliennes, et très faible à faible pour toutes les éoliennes. Dans cette zone sont présents : des champs, des portions d'infrastructures routières (autoroute A1, route départementale, voie communale, chemin rural et chemin d'exploitation), une portion de la LGV Nord et le cimetière d'Assevillers.

Les principales mesures de maîtrise des risques mises en place pour prévenir ou limiter les conséquences de ces accidents majeurs sont :

- **Des barrières de prévention avec :**
 - ✓ Des balisages des éoliennes ;
 - ✓ Des détecteurs de feux ;
 - ✓ Des détecteurs de survitesse ;
 - ✓ Un système antifoudre ;
 - ✓ Des protections contre la glace
 - ✓ Des protections contre l'échauffement des pièces mécaniques ;
 - ✓ Des protections contre les courts-circuits ;
 - ✓ Des protections contre la pollution environnementale.
- **Une maintenance préventive et vérification :**
 - ✓ Planning de maintenance préventive ;
 - ✓ Maintenance des installations électriques ;
 - ✓ Vérifications électrique, incendie, annuelle par un organisme agréé.
- **Un personnel formé ;**
- **Des machines certifiées.**

L'ensemble des scénarios étudiés en zone de risques intermédiaires, pour laquelle les mesures de sécurité sont jugées suffisantes et la maîtrise des risques concernés est assurée et démontrée par l'exploitant (contrôles appropriés pour éviter tout écart dans le temps).

Les mesures de maîtrise des risques mises en place sur l'installation sont suffisantes pour garantir un risque acceptable pour chacun des phénomènes dangereux retenus dans l'étude détaillée.

10 ANNEXES

10 - 1 Scénarios génériques issus de l'analyse préliminaire des risques

Cette partie apporte un certain nombre de précisions par rapport à chacun des scénarios du tableau générique issu de l'analyse préliminaire des risques, présenté au chapitre 7.4.

La numérotation des scénarios ci-dessous reprend celle utilisée dans le tableau de l'analyse préliminaire des risques, avec un regroupement des scénarios par thématique, en fonction des typologies d'événement redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience par le groupe de travail précédemment cité (« G » pour les scénarios concernant la glace, « I » pour ceux concernant l'incendie, « F » pour ceux concernant les fuites, « C » pour ceux concernant la chute d'éléments de l'éolienne, « P » pour ceux concernant les risques de projection, « E » pour ceux concernant les risques d'effondrement).

10 - 1a Scénarios relatifs aux risques liés à la glace (G01 et G02)

Scénario G01

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

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

- Système de détection de glace ;
- Arrêt préventif en cas de déséquilibre du rotor ;
- Arrêt préventif en cas de givrage de l'anémomètre.

Scénario G02

La projection de glace depuis une éolienne en mouvement interviendra lors d'éventuels redémarrage de la machine encore « glacée », ou en cas de formation de glace sur le rotor en mouvement simultanément à une défaillance des systèmes de détection de givre et de balourd.

Aux faibles vitesses de vents (vitesse de démarrage ou « *cut in* »), les projections resteront limitées au surplomb de l'éolienne. A vitesse de rotation nominale, les éventuelles projections seront susceptibles d'atteindre des distances supérieures au surplomb de la machine.

10 - 1b Scénarios relatifs aux risques d'incendie (I01 à I07)

Les éventuels incendies interviendront dans le cas où plusieurs conditions seraient réunies (Ex : Foudre + défaillance du système parafoudre = Incendie).

Le moyen de prévention des incendies consiste en un contrôle périodique des installations.

L'incendie peut aussi être provoqué par l'échauffement des pièces mécaniques en cas d'emballement du rotor (survitesse). Plusieurs moyens sont mis en place en matière de prévention :

- **Concernant le défaut de conception et fabrication** : Contrôle qualité ;
- **Concernant le non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance** : Formation du personnel intervenant, Contrôle qualité (inspections) ;
- **Concernant les causes externes dues à l'environnement** : Mise en place de solutions techniques visant à réduire l'impact. Suivant les constructeurs, certains dispositifs sont de série ou en option. Le choix des options est effectué par l'exploitant en fonction des caractéristiques du site.

L'emballement peut notamment intervenir lors de pertes d'utilités. Ces pertes d'utilités peuvent être la conséquence de deux phénomènes :

- **Perte de réseau électrique** : l'alimentation électrique de l'installation est nécessaire pour assurer le fonctionnement des éoliennes (orientation, appareils de mesures et de contrôle, balisage, etc.) ;
- **Perte de communication** : le système de communication entre le parc éolien et le superviseur à distance du parc peut être interrompu pendant une certaine durée.

Concernant la perte du réseau électrique, celle-ci peut être la conséquence d'un défaut sur le réseau d'alimentation du parc éolien au niveau du poste source. En fonction de leurs caractéristiques techniques, le comportement des éoliennes face à une perte d'utilité peut être différent (fonction du constructeur). Cependant, deux systèmes sont couramment rencontrés :

- Déclenchement au niveau du rotor du code de freinage d'urgence, entraînant l'arrêt des éoliennes ;
- Basculement automatique de l'alimentation principale sur l'alimentation de secours (batteries) pour arrêter les aérogénérateurs et assurer la communication vers le superviseur.

Concernant la perte de communication entre le parc éolien et le superviseur à distance, celle-ci n'entraîne pas d'action particulière en cas de perte de la communication pendant une courte durée. En revanche, en cas de perte de communication pendant une longue durée, le superviseur du parc éolien concerné dispose de plusieurs alternatives dont deux principales :

- Mise en place d'un réseau de communication alternatif temporaire (faisceau hertzien, agent technique local...);
- Mise en place d'un système autonome d'arrêt à distance du parc par le superviseur.

10 - 1c Scénarios relatifs aux risques de fuites (F01 à F02)

Les fuites éventuelles interviendront en cas d'erreur humaine ou de défaillance matérielle.

Une attention particulière est à porter aux mesures préventives des parcs présents dans des zones protégées au niveau environnemental, notamment en cas de présence de périmètres de protection de captages d'eau potable (identifiés comme enjeux dans le descriptif de l'environnement de l'installation). Dans ce dernier cas, un hydrogéologue agréé devra se prononcer sur les mesures à prendre en compte pour préserver la ressource en eau, tant au niveau de l'étude d'impact que de l'étude de danger. Plusieurs mesures pourront être mises en place (photographie du fond de fouille des fondations pour montrer que la nappe phréatique n'a pas été atteinte, comblement des failles karstiques par des billes d'argile, utilisation de graisses végétales pour les engins, ...).

Scénario F01

En cas de rupture de flexible, perçage d'un contenant ..., il peut y avoir une fuite d'huile ou de graisse ... alors que l'éolienne est en fonctionnement. Les produits peuvent alors s'écouler hors de la nacelle, couler le long du mât et s'infiltrer dans le sol environnant l'éolienne.

Plusieurs procédures/actions permettront d'empêcher l'écoulement de ces produits dangereux :

- Vérification des niveaux d'huile lors des opérations de maintenance ;
- Détection des fuites potentielles par les opérateurs lors des maintenances ;
- Procédure de gestion des situations d'urgence.

Deux événements peuvent être aggravants :

- Ecoulement de ces produits le long des pales de l'éolienne, surtout si celle-ci est en fonctionnement. Les produits seront alors projetés aux alentours ;
- Présence d'une forte pluie qui dispersa rapidement les produits dans le sol.

Scénario F02

Lors d'une maintenance, les opérateurs peuvent accidentellement renverser un bidon d'huile, une bouteille de solvant, un sac de graisse ... Ces produits dangereux pour l'environnement peuvent s'échapper de l'éolienne ou être renversés hors de cette dernière et infiltrer les sols environnants.

Plusieurs procédures/actions permettront d'empêcher le renversement et l'écoulement de ces produits :

- Kits anti-pollution associés à une procédure de gestion des situations d'urgence ;
- Sensibilisation des opérateurs aux bons gestes d'utilisation des produits.

Ce scénario est à adapter en fonction des produits utilisés.

Evénement aggravant : fortes pluies qui disperseront rapidement les produits dans le sol.

10 - 1d Scénarios relatifs aux risques de chute d'éléments (C01 à C03)

Les scénarios de chutes concernent les éléments d'assemblage des aérogénérateurs : ces chutes sont déclenchées par la dégradation d'éléments (corrosion, fissures, ...) ou des défauts de maintenance (erreur humaine).

Les chutes sont limitées à un périmètre correspondant à l'aire de survol.

10 - 1e Scénarios relatifs aux risques de projection de pales ou de fragments de pales (P01 à P03)

Les événements principaux susceptibles de conduire à la rupture totale ou partielle de la pale sont liés à 3 types de facteurs pouvant intervenir indépendamment ou conjointement :

- Défaut de conception et de fabrication ;
- Non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance ;
- Causes externes dues à l'environnement : glace, tempête, foudre, etc.

Si la rupture totale ou partielle de la pale intervient lorsque l'éolienne est à l'arrêt on considère que la zone d'effet sera limitée au surplomb de l'éolienne.

L'emballement de l'éolienne constitue un facteur aggravant en cas de projection de tout ou partie d'une pale. Cet emballage peut notamment être provoqué par la perte d'utilité décrite en Annexe, dans la partie 10-1.2 (scénarios incendies).

Scénario P01

En cas de défaillance du système d'arrêt automatique de l'éolienne en cas de survitesse, les contraintes importantes exercées sur la pale (vent trop fort) pourraient engendrer la casse de la pale et sa projection.

Scénario P02

Les contraintes exercées sur les pales - contraintes mécaniques (vents violents, variation de la répartition de la masse due à la formation de givre...), conditions climatiques (averses violentes de grêle, foudre...) - peuvent entraîner la dégradation de l'état de surface et à terme l'apparition de fissures sur la pale.

- **Prévention** : Maintenance préventive (inspections régulières des pales, réparations si nécessaire) ;
- **Facteur aggravant** : Infiltration d'eau et formation de glace dans une fissure, vents violents, emballage de l'éolienne.

Scénarios P03

Un mauvais serrage de base ou le desserrage avec le temps des goujons des pales pourrait amener au décrochage total ou partiel de la pale, dans le cas de pale en plusieurs tronçons.

10 - 1f Scénarios relatifs aux risques d'effondrement des éoliennes (E01 à E07)

Les événements pouvant conduire à l'effondrement de l'éolienne sont liés à 3 types de facteurs pouvant intervenir indépendamment ou conjointement :

- **Erreur de dimensionnement de la fondation** : Contrôle qualité, respect des spécifications techniques du constructeur de l'éolienne, étude de sol, contrôle technique de construction ;
- **Non-respect des instructions de montage et/ou de maintenance** : Formation du personnel intervenant
- **Causes externes dues à l'environnement** : séisme, etc.

10 - 2 Probabilité d'atteinte et risque individuel

Le risque individuel encouru par un nouvel arrivant dans la zone d'effet d'un phénomène de projection ou de chute est appréhendé en utilisant la probabilité de l'atteinte par l'élément chutant ou projeté de la zone fréquentée par le nouvel arrivant. Cette probabilité est appelée probabilité d'accident.

Cette probabilité d'accident est le produit de plusieurs probabilités :

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

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

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

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

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

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

Par souci de simplification, la probabilité d'accident sera calculée en multipliant la borne supérieure de la classe de probabilité de l'événement redouté central par le degré d'exposition. Celui-ci est défini comme le ratio entre la surface de l'objet chutant ou projeté et la zone d'effet du phénomène.

Le tableau ci-dessous récapitule les probabilités d'atteinte en fonction de l'événement redouté central.

Evènement redouté central	Borne supérieure de la classe de probabilité de l'ERC (pour les éoliennes récentes)	Degré d'exposition	Probabilité d'atteinte
Effondrement	10^{-4}	10^{-2}	10^{-6} (E)
Chute de glace	1	$5 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$ (A)
Chute d'éléments	10^{-3}	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$ (D)
Projection de tout ou partie de pale	10^{-4}	10^{-2}	10^{-6} (E)
Projection de morceaux de glace	10^{-2}	$1,8 \cdot 10^{-6}$	$1,8 \cdot 10^{-8}$ (E)

Tableau 57 : Probabilité d'atteinte en fonction de l'évènement redouté (source : Guide de l'INERIS, mai 2012)

Les seuls ERC pour lesquels la probabilité d'atteinte n'est pas de classe E sont ceux qui concernent les phénomènes de chutes de glace ou d'éléments dont la zone d'effet est limitée à la zone de survol des pales et où des panneaux sont mis en place pour alerter le public de ces risques.

De plus, les zones de survol sont comprises dans l'emprise des baux signés par l'exploitant avec le propriétaire du terrain ou à défaut dans l'emprise des autorisations de survol si la zone de survol s'étend sur plusieurs parcelles. La zone de survol ne peut donc pas faire l'objet de constructions nouvelles pendant l'exploitation de l'éolienne.

10 - 3 Glossaire

Les définitions ci-dessous sont reprises de la circulaire du 10 mai 2010. Ces définitions sont couramment utilisées dans le domaine de l'évaluation des risques en France.

Accident : Evénement non désiré, tel qu'une émission de substance toxique, un incendie ou une explosion résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation d'un établissement qui entraîne des conséquences/ dommages vis à vis des personnes, des biens ou de l'environnement et de l'entreprise en général. C'est la réalisation d'un phénomène dangereux, combinée à la présence d'enjeux vulnérables exposés aux effets de ce phénomène.

Cinétique : Vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle, de l'événement initiateur aux conséquences sur les éléments vulnérables (cf. art. 5 à 8 de l'arrêté du 29 septembre 2005). Dans le tableau APR proposé, la cinétique peut être lente ou rapide. Dans le cas d'une cinétique lente, les enjeux ont le temps d'être mis à l'abri. La cinétique est rapide dans le cas contraire.

Danger : Cette notion définit une propriété intrinsèque à une substance (butane, chlore...), à un système technique (mise sous pression d'un gaz...), à une disposition (élévation d'une charge...), à un organisme (microbes), etc., de nature à entraîner un dommage sur un « élément vulnérable » (sont ainsi rattachées à la notion de « danger » les notions d'inflammabilité ou d'explosivité, de toxicité, de caractère infectieux, etc. inhérentes à un produit et celle d'énergie disponible [pneumatique ou potentielle] qui caractérisent le danger).

Efficacité (pour une mesure de maîtrise des risques) ou capacité de réalisation : Capacité à remplir la mission/fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation. En général, cette efficacité s'exprime en pourcentage d'accomplissement de la fonction définie. Ce pourcentage peut varier pendant la durée de sollicitation de la mesure de maîtrise des risques. Cette efficacité est évaluée par rapport aux principes de dimensionnement adapté et de résistance aux contraintes spécifiques.

Evènement initiateur : Evénement, courant ou anormal, interne ou externe au système, situé en amont de l'événement redouté central dans l'enchaînement causal et qui constitue une cause directe dans les cas simples ou une combinaison d'événements à l'origine de cette cause directe.

Evènement redouté central : Evénement conventionnellement défini, dans le cadre d'une analyse de risque, au centre de l'enchaînement accidentel. Généralement, il s'agit d'une perte de confinement pour les fluides et d'une perte d'intégrité physique pour les solides. Les événements situés en amont sont conventionnellement appelés « phase pré-accidentelle » et les événements situés en aval « phase post-accidentelle ».

Fonction de sécurité : Fonction ayant pour but la réduction de la probabilité d'occurrence et/ou des effets et conséquences d'un événement non souhaité dans un système. Les principales actions assurées par les fonctions de sécurité en matière d'accidents majeurs dans les installations classées sont : empêcher, éviter, détecter, contrôler, limiter. Les fonctions de sécurité identifiées peuvent être assurées à partir d'éléments techniques de sécurité, de procédures organisationnelles (activités humaines), ou plus généralement par la combinaison des deux.

Gravité : On distingue l'intensité des effets d'un phénomène dangereux de la gravité des conséquences découlant de l'exposition d'enjeux de vulnérabilités données à ces effets.

La gravité des conséquences potentielles prévisibles sur les personnes, prises parmi les intérêts visés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement, résulte de la combinaison en un point de l'espace de l'intensité des effets d'un phénomène dangereux et de la vulnérabilité des enjeux potentiellement exposés.

Indépendance d'une mesure de maîtrise des risques : Faculté d'une mesure, de par sa conception, son exploitation et son environnement, à ne pas dépendre du fonctionnement d'autres éléments et notamment d'une part d'autres mesures de maîtrise des risques, et d'autre part, du système de conduite de l'installation, afin d'éviter les modes communs de défaillance ou de limiter leur fréquence d'occurrence.

Intensité des effets d'un phénomène dangereux : Mesure physique de l'intensité du phénomène (thermique, toxique, surpression, projections). Parfois appelée gravité potentielle du phénomène dangereux (mais cette expression est source d'erreur). Les échelles d'évaluation de l'intensité se réfèrent à des seuils & d'effets moyens conventionnels sur des types d'éléments vulnérables [ou enjeux] tels que « homme », « structures ». Elles sont définies, pour les installations classées, dans l'arrêté du 29/09/2005. L'intensité ne tient pas compte de l'existence ou non d'enjeux exposés. Elle est cartographiée sous la forme de zones d'effets pour les différents seuils.

Mesure de maîtrise des risques (ou barrière de sécurité) : Ensemble d'éléments techniques et/ou organisationnels nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité. On distingue parfois :

- Les mesures (ou barrières) de prévention : mesures visant à éviter ou limiter la probabilité d'un événement indésirable, en amont du phénomène dangereux ;
- Les mesures (ou barrières) de limitation : mesures visant à limiter l'intensité des effets d'un phénomène dangereux ;
- Les mesures (ou barrières) de protection : mesures visant à limiter les conséquences sur les enjeux potentiels par diminution de la vulnérabilité.

Phénomène dangereux : Libération d'énergie ou de substance produisant des effets, au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005, susceptibles d'infliger un dommage à des enjeux (ou éléments vulnérables) vivantes ou matérielles, sans préjuger l'existence de ces dernières. C'est une « Source potentielle de dommages »

Potentiel de danger (ou « source de danger », ou « élément dangereux », ou « élément porteur de danger ») : Système (naturel ou créé par l'homme) ou disposition adoptée et comportant un (ou plusieurs) « danger(s) » ; dans le domaine des risques technologiques, un « potentiel de danger » correspond à un ensemble technique nécessaire au fonctionnement du processus envisagé.

Prévention : Mesures visant à prévenir un risque en réduisant la probabilité d'occurrence d'un phénomène dangereux.

Protection : Mesures visant à limiter l'étendue ou/et la gravité des conséquences d'un accident sur les éléments vulnérables, sans modifier la probabilité d'occurrence du phénomène dangereux correspondant.

Probabilité d'occurrence : Au sens de l'article L. 512-1 du code de l'environnement, la probabilité d'occurrence d'un accident est assimilée à sa fréquence d'occurrence future estimée sur l'installation considérée. Elle est en général différente de la fréquence historique et peut s'écarter, pour une installation donnée, de la probabilité d'occurrence moyenne évaluée sur un ensemble d'installations similaires.

Attention aux confusions possibles :

- 1. Assimilation entre probabilité d'un accident et celle du phénomène dangereux correspondant, la première intégrant déjà la probabilité conditionnelle d'exposition des enjeux. L'assimilation sous-entend que les enjeux sont effectivement exposés, ce qui n'est pas toujours le cas, notamment si la cinétique permet une mise à l'abri ;
- 2. Probabilité d'occurrence d'un accident x sur un site donné et probabilité d'occurrence de l'accident x, en moyenne, dans l'une des N installations du même type (approche statistique).

Réduction du risque : Actions entreprises en vue de diminuer la probabilité, les conséquences négatives (ou dommages), associés à un risque, ou les deux. [FD ISO/CEI Guide 73]. Cela peut être fait par le biais de chacune des trois composantes du risque, la probabilité, l'intensité et la vulnérabilité :

- **Réduction de la probabilité :** par amélioration de la prévention, par exemple par ajout ou fiabilisation des mesures de sécurité
- **Réduction de l'intensité :**
 - ✓ Par action sur l'élément porteur de danger (ou potentiel de danger), par exemple substitution par une substance moins dangereuse, réduction des vitesses de rotation, etc.
 - ✓ Réduction des dangers : la réduction de l'intensité peut également être accomplie par des mesures de limitation

La réduction de la probabilité et/ou de l'intensité correspond à une réduction du risque « à la source ».

- **Réduction de la vulnérabilité :** par éloignement ou protection des éléments vulnérables (par exemple par la maîtrise de l'urbanisation, ou par des plans d'urgence).

Risque : « Combinaison de la probabilité d'un événement et de ses conséquences » (ISO/CEI 73), « Combinaison de la probabilité d'un dommage et de sa gravité » (ISO/CEI 51).

Scénario d'accident (majeur) : Enchaînement d'événements conduisant d'un événement initiateur à un accident (majeur), dont la séquence et les liens logiques découlent de l'analyse de risque. En général, plusieurs scénarios peuvent mener à un même phénomène dangereux pouvant conduire à un accident (majeur) : on dénombre autant de scénarios qu'il existe de combinaisons possibles d'événements y aboutissant. Les scénarios d'accident obtenus dépendent du choix des méthodes d'analyse de risque utilisées et des éléments disponibles.

Temps de réponse (pour une mesure de maîtrise des risques) : Intervalle de temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la mission/fonction de sécurité. Ce temps de réponse est inclus dans la cinétique de mise en œuvre d'une fonction de sécurité, cette dernière devant être en adéquation [significativement plus courte] avec la cinétique du phénomène qu'elle doit maîtriser.

Les définitions suivantes sont issues de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement :

Aérogénérateur : Dispositif mécanique destiné à convertir l'énergie du vent en électricité, composé des principaux éléments suivants : un mât, une nacelle, le rotor auquel sont fixées les pales, ainsi que, le cas échéant, un transformateur.

Survitesse : Vitesse de rotation des parties tournantes (rotor constitué du moyeu et des pales ainsi que la ligne d'arbre jusqu'à la génératrice) supérieure à la valeur maximale indiquée par le constructeur.

Enfin, quelques sigles utiles employés dans le présent guide sont listés et explicités ci-dessous :

- **ICPE :** Installation Classée pour la Protection de l'Environnement ;
- **SER :** Syndicat des Energies Renouvelables ;
- **FEE :** France Energie Eolienne (branche éolienne du SER) ;
- **INERIS :** Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques ;
- **EDD :** Etude de dangers ;
- **APR :** Analyse Préliminaire des Risques ;
- **ERP :** Etablissement Recevant du Public ;
- **DDRM :** Dossier Départemental des Risques Majeurs.

- Braam H. (2005) – Handboek Risicozonering Winturbines – 2^e versie. S1. ;
- DDT de la Somme (2018) – Dossier Départemental des Risques Majeurs (2017) ;
- Guillet R., Leteurtois J.-P. - Rapport sur la sécurité des installations éoliennes, Conseil Général des Mines - (2004) ;
- INERIS/SER/FEE (déc. 2011) - Trame Type de l'étude de dangers dans le cadre de parcs éoliens ;
- Région Picardie (2012) – Schéma Régional Eolien ;
- WECO (déc. 1998) – Wind energy production in cold climate.

Sites internet consultés :

- www.georisques.gouv.fr ;
- www.installationsclassées.developpement-durable.gouv.fr ;
- www.statistiques-locales.insee.fr ;
- www.observatoire-des-territoires.gouv.fr ;
- www.cadastre.gouv.fr ;
- www.senvion.com ;
- www.nordex-online.fr ;
- www.legifrance.gouv.fr ;
- www.hauts-de-france.developpement-durable.gouv.fr ;
- www.somme.fr ;
- www.aria.developpement-durable.gouv.fr.

10 - 4 Bibliographie

- L'évaluation des fréquences et des probabilités à partir des données de retour d'expérience (réf DRA-11-117406-04648A), INERIS, 2011 ;
- NF EN 61400-1 Eoliennes – Partie 1 : Exigences de conception, Novembre 2015 ;
- Wind Turbine Accident data to 31 March 2011, Caithness Windfarm Information Forum ;
- Site Specific Hazard Assessment for a wind farm project – Case study – Germanischer Lloyd, Windtest ;
- Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, 2010/08/24 ;
- Guide for Risk-Based Zoning of wind Turbines, Energy research centre of the Netherlands (ECN), H. Braam, G.J. van Mulekom, R.W. Smit, 2005 ;
- Specification of minimum distances, Dr-ing. Veenker ingenieuresgesellschaft, 2004 ;
- Permitting setback requirements for wind turbine in California, California Energy Commission – Public ;
- Interest Energy Research Program, 2006 ;
- Omega 10: Evaluation des barrières techniques de sécurité, INERIS, 2005 ;
- 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 ;
- 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 ;
- 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 ;
- Alpine test site Gutsch : monitoring of a wind turbine under icing conditions- R. Cattin et al. ;
- Wind energy production in cold climate (WECO), Final report - Bengt Tammelin et al. – Finnish Meteorological Institute, Helsinki, 2000 ;
- Rapport sur la sécurité des installations éoliennes, Conseil General des Mines - Guillet R., Leteurtois J.-P. - juillet 2004 ;
- Risk analysis of ice throw from wind turbines, Seifert H., Westerhellweg A., Kroning J. - DEWI, avril 2003 ;
- Wind energy in the BSR: impacts and causes of icing on wind turbines, Narvik University College, novembre 2005 ;
- DDT de la Somme (2018) – Dossier Départemental des Risques Majeurs (2017) ;
- INERIS/SER/FEE (2012) - Trame Type de l'étude de dangers dans le cadre de parcs éoliens.

10 - 5 Table des illustrations

10 - 5a Liste des figures

Figure 1 : Actionnariat de la société de projet du projet de Sole de Fours (source : GLOBAL WIND POWER, 2018)	7
Figure 2 : Structure du groupe FRED. OLSEN (source : GLOBAL WIND POWER, 2018)	9
Figure 3 : Illustration des températures de 1981 à 2010 – Station de Saint-Quentin Roupy (source : Infoclimat.fr, 2018)	16
Figure 4 : Illustration des précipitations de 1981 à 2010 – Station de Saint-Quentin Roupy (source : Infoclimat, 2018)	17
Figure 5 : Rose des vents (source : GLOBAL WIND POWER, 2018)	18
Figure 6 : Schéma simplifié d'un aérogénérateur (à gauche) - Illustration des emprises au sol d'une éolienne (à droite) (Les dimensions sont données à titre d'illustration pour une éolienne d'environ 150 m de hauteur totale) (source : Guide de l'INERIS, mai 2012)	35
Figure 7 : Illustration du système en anneau garantissant une communication continue des éoliennes –	43
Figure 8 : Raccordement électrique des installations (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	48
Figure 9 : Vue en coupe des tranchées selon le nombre de câbles passés	48
Figure 10 : Planning des travaux (source : ATER Environnement, 2018)	51
Figure 11 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc éolien français entre 2000 et 2011 (source : SER/FEE/INERIS, 2011)	57
Figure 12 : Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011 (source : SER/FEE/INERIS, 2012)	60
Figure 13 : Répartition des causes premières d'accident pour le parc éolien mondial (source : SER/FEE/INERIS, 2012)	60
Figure 14 : Évolution du nombre d'incidents annuels en France et nombre d'éoliennes installées (INERIS/SER/FEE, 2012)	61
Figure 15 : Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	80

10 - 5b Liste des tableaux

Tableau 1 : Nomenclature ICPE pour l'éolien terrestre (source : décret n°2011-984 du 23 août 2011)	6
Tableau 2 : Inventaire des éoliennes possibles pour le projet de Sole de Fours (source : GLOBAL WIND POWER, 2018)	6
Tableau 3 : Référence administrative de la société « WP France 24 » (source : GLOBAL WIND POWER, 2018)	7
Tableau 4 : Référence du signataire pouvant engager la société (GLOBAL WIND POWER, 2018)	7
Tableau 5 : Les réalisations de la société GLOBAL WIND POWER (source : GLOBAL WIND POWER, 2018)	8
Tableau 6 : Liste des parcs en exploitation de Fred. Olsen Renewables AS (source : GLOBAL WIND POWER, 2018)	9
Tableau 7 : Identification des parcelles cadastrales (source : GLOBAL WIND POWER, 2018)	11
Tableau 8 : Quelques indicateurs de la population et du logement (source : INSEE, RP2015)	13
Tableau 9 : Liste des établissements ICPE présents sur les communes du périmètre d'étude de dangers (source : georisques.gouv.fr et installationsclassées.gouv.fr, 2018).	15
Tableau 10 : Indicateurs agricoles (source : AGRESTE, Recensement agricole 2010)	16
Tableau 11 : Synthèse des risques naturels identifiés sur les communes du périmètre d'étude de dangers (source : DDRM 80, 2017)	19
Tableau 12 : Liste des cavités recensées sur les communes du périmètre d'étude de dangers (source : georisques.gouv.fr et installationsclassées.gouv.fr, 2018).	21
Tableau 13 : Distance des éoliennes par rapport aux infrastructures routières	23
Tableau 14 : Trafic routier (source : Conseil départemental de la Somme (routes départementales), 2017 et DREAL Hauts de France (A1), 2015)	23
Tableau 15 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains non aménagés très peu fréquentés	29
Tableau 16 : Définition de l'enjeu humain relatif à la LGV Nord pour l'éolienne E4	29
Tableau 17 : Définition de l'enjeu humain relatif aux voies de circulation automobiles	29

Tableau 18 : Définition de l'enjeu humain relatif aux terrains aménagés mais peu fréquentés	30
Tableau 19 : Récapitulatif des enjeux humains au niveau de la zone de surplomb	31
Tableau 20 : Récapitulatif des enjeux humains au niveau de la zone de ruine	31
Tableau 21 : Récapitulatif des enjeux humains au niveau de la zone de projection de glace	32
Tableau 22 : Récapitulatif des enjeux humains au niveau de la zone de projection de pale	32
Tableau 23 : Coordonnées géographiques du parc éolien (source : GLOBAL WIND POWER, 2018)	38
Tableau 24 : Synthèse du fonctionnement des aérogénérateurs selon le tableau type de l'INERIS/SER/FEE, 2012	41
Tableau 25 : Conformité à l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux ICPE	47
Tableau 26 : Produits sortants de l'installation (source : GLOBAL WIND POWER, 2018)	53
Tableau 27 : Potentiels de dangers liés au fonctionnement de l'installation (source : guide INERIS/SER/FEE, 2012)	54
Tableau 28 : Liste des incidents intervenus en France (source : Base de données ARIA, mise à jour 19/11/2018)	59
Tableau 29 : Liste des accidents humains inventoriés	59
Tableau 30 : Liste des agressions externes liées aux activités humaines – Vc : Voie communale, Cr : Chemin rural (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	63
Tableau 31 : Liste des agressions externes liées aux phénomènes naturels (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	64
Tableau 32 : Analyse générique des risques (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	65
Tableau 33 : Ensemble des fonctions de sécurité (Source : INERIS/SER/FEE, 2012)	69
Tableau 34 : Scénarios exclus (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	70
Tableau 35 : Degré d'exposition (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	71
Tableau 36 : Critères permettant d'apprécier les conséquences de l'événement (source : arrêté du 29 septembre 2005)	72
Tableau 37 : Grille de criticité du scénario redouté (source : arrêté du 29 septembre 2005)	72
Tableau 38 : Matrice de criticité de l'installation (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	73
Tableau 39 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de « effondrement de l'éolienne »	73
Tableau 40 : Evaluation de la gravité dans le scénario de l'effondrement de l'éolienne	74
Tableau 41 : Fréquence d'effondrement d'une éolienne dans la littérature (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	74
Tableau 42 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « effondrement de l'éolienne »	74
Tableau 43 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de chute de glace	75
Tableau 44 : Evaluation de la gravité dans le scénario « chute de glace »	75
Tableau 45 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « chute de glace »	75
Tableau 46 : Evaluation de l'intensité dans le scénario de chute de glace	76
Tableau 47 : Evaluation de la gravité dans le scénario « chute d'éléments de l'éolienne »	76
Tableau 48 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « chute d'éléments de l'éolienne »	76
Tableau 49 : Evaluation de l'intensité dans le scénario « projection de pale ou de fragment de pale »	77
Tableau 50 : Evaluation de la gravité dans le scénario « projection de pale ou de fragment de pale »	77
Tableau 51 : Fréquence de rupture de tout ou partie de pale dans la littérature (source : INERIS/SER/FEE, 2012)	77
Tableau 52 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « projection de pale ou de fragment de pale »	78
Tableau 53 : Evaluation de l'intensité dans le scénario « projection de glace »	78
Tableau 54 : Evaluation de la gravité dans le scénario « projection de morceaux de glace »	79
Tableau 55 : Détermination de l'acceptabilité du risque du scénario « projection de morceaux de glace »	79
Tableau 56 : Synthèse des scénarios étudiés pour l'ensemble des éoliennes du parc - Légende : H est la hauteur au moyeu et R le rayon du rotor	80
Tableau 57 : Probabilité d'atteinte en fonction de l'évènement redouté (source : Guide de l'INERIS, mai 2012)	87

10 - 5c Liste des cartes

Carte 1 : Localisation géographique de l'installation	10
Carte 2 : Définition du périmètre d'étude de dangers	12
Carte 3 : Distance aux premières habitations, aux zones urbaines et à urbaniser	14
Carte 4 : Gisement éolien de la Picardie, à 40 m d'altitude – Cercle bleu : Zone d'implantation potentielle (source : SRCAE, 2012)	17
Carte 5 : Sensibilité du périmètre d'étude de dangers au phénomène d'inondation par remontée de nappe	20
Carte 6 : Aléa retrait-gonflement des argiles (source : www.argiles.fr, 2018)	21
Carte 7 : Zonage sismique de l'ancienne région Picardie – Cercle bleu : Périmètre d'étude de dangers (source : planseisme.fr, 2015)	22
Carte 8 : Densité de foudroiement – Cercle bleu : Périmètre d'étude de dangers (source : Météo Paris, 2018)	22
Carte 9 : Enjeux matériels	26
Carte 10 : Périmètres d'étude	28
Carte 11 : Enjeux humains et matériels sur le périmètre d'étude de dangers	34
Carte 12 : Plan détaillé de l'installation – M122	36
Carte 13 : Plan détaillé de l'installation – N131	37
Carte 14 : Réseaux électriques internes à l'installation	50
Carte 15 : Synthèse des risques sur le périmètre de dangers	82

10 - 6 K-bis de la société « WP France 24 SAS »

Greffé du Tribunal de Commerce de Nanterre
4 RUE PABLO NERUDA
92020 Nanterre CEDEX

N° de gestion 2016B09259

Extrait Kbis

EXTRAIT D'IMMATRICULATION PRINCIPALE AU REGISTRE DU COMMERCE ET DES SOCIÉTÉS
à jour au 18 septembre 2017

IDENTIFICATION DE LA PERSONNE MORALE

Immatriculation au RCS, numéro 823 423 496 R.C.S. Nanterre
Date d'immatriculation 28/10/2016
Dénomination ou raison sociale WP FRANCE 24
Forme juridique Société par actions simplifiée à associé unique
Capital social 6 000,00 Euros
Adresse du siège 52-54 Quai de Dion Bouton Tour Vista 92800 Puteaux
Activités principales L'aménagement, la construction, le développement, l'exploitation, la maintenance, la gestion de parcs éoliens, l'exploitation desdits parcs en vue de produire et de vendre de l'énergie, la détention de tous droits et autorisations pour l'exploitation desdits parcs.
Durée de la personne morale Jusqu'au 28/10/2115
Date de clôture de l'exercice social 31 décembre
Date de clôture du 1er exercice social 31/12/2017

GESTION, DIRECTION, ADMINISTRATION, CONTRÔLE, ASSOCIÉS OU MEMBRES**Président**

Nom, prénoms SANDAGER Michaël
Date et lieu de naissance Le 06/10/1961 à COPENHAGUE (DANEMARK)
Nationalité Danoise
Domicile personnel 229 Quai de Seine 78670 Villennes-sur-Seine

Commissaire aux comptes titulaire

Dénomination GEORGES REY CONSEILS
Forme juridique Société par actions simplifiée
Adresse 23 Passage Charles Dallery 75011 Paris
Immatriculation au RCS, numéro 410 365 837 R.C.S. Paris

Commissaire aux comptes suppléant

Dénomination J.M.H CONSEIL
Forme juridique Société à responsabilité limitée
Adresse 65 Rue Alexandre Dumas 75020 Paris
Immatriculation au RCS, numéro 330 686 635 R.C.S. Paris

RENSEIGNEMENTS RELATIFS A L'ACTIVITE ET A L'ETABLISSEMENT PRINCIPAL

Adresse de l'établissement 52-54 Quai de Dion Bouton Tour Vista 92800 Puteaux
Activité(s) exercée(s) L'aménagement, la construction, le développement, l'exploitation, la maintenance, la gestion de parcs éoliens, l'exploitation desdits parcs en vue de produire et de vendre de l'énergie, la détention de tous droits et autorisations pour l'exploitation desdits parcs.
Date de commencement d'activité 14/10/2016
Origine du fonds ou de l'activité Création
Mode d'exploitation Exploitation directe

R.C.S. Nanterre - 18/09/2017 - 11:25:21 VBE

page 1/2

Greffé du Tribunal de Commerce de Nanterre
4 RUE PABLO NERUDA
92020 Nanterre CEDEX

N° de gestion 2016B09259

IMMATRICULATION HORS RESSORT

R.C.S. Amiens

Le Greffier



[Signature]

FIN DE L'EXTRAIT

R.C.S. Nanterre - 18/09/2017 - 11:25:21 VBE

page 2/2

10 - 7 Type certificate

10 - 7a Eolienne M122



Type Certificate

Registration-No.
44 220 18758109-TC-IEC, Rev. 1

This certificate is issued to

Senvion GmbH
Überseering 10
22297 Hamburg
GERMANY

For the wind turbine

Senvion 3.2M122 NES (50 Hz)
Senvion 3.4M122 NES (50 Hz)
RE59.8_VG, HH 86-89 m, 116-119 m, 136-139 m

WT Class

IEC S (based on IEC IIA and IIIA)

This Certificate attests compliance with the below cited standards concerning the design, testing and manufacturer. It is based on the following reference documents:

- 44 220 18560537-TDB-IEC, Rev. 1** Design Basis Conformity Statement on the Wind Turbines Senvion 3.2M122 NES / 3.4M122 NES (50 Hz), TÜV NORD, dated 2018-06-19
- 44 220 16758109-D-IEC, Rev. 2** Design Evaluation Conformity Statement on the Wind Turbines Senvion 3.2M122 NES / 3.4M122 NES (50 Hz), TÜV NORD, dated 2018-06-19
- 44 220 13663948-M-IEC, Rev. 10** Manufacturing Conformity Statement on the Wind Turbines Senvion 3.XM DFIG + NES, TÜV NORD, dated 2018-06-19
- 44 220 18758109-T-IEC, Rev. 1** Type Test Conformity Statement on the Wind Turbines Senvion 3.2M122 NES / 3.4M122 NES (50 Hz), TÜV NORD, dated 2018-06-19
- 8113 758 109-20 E, Rev. 1** Final Evaluation Report, TÜV NORD, dated 2018-06-19
- CC-150106, Rev. 3** Component Certificate for Rotor Blade RE59.8, DEWI-OCC, dated 2018-06-04, valid until 2020-01-28

Normative references:

Certification scheme:
IEC 61400-22 "Wind turbines – Part 22: Conformity testing and certification", First edition, 2010-05
in combination with
IEC 61400-1 "Wind turbines – Part 1: Design Requirements", Third Edition, 2005-08 and Amendment 1, 2010-10

The wind turbine type is specified on page 3 - 12 of this Certificate.

Any change in the design, the production and erection or the manufacturer's quality system has to be approved by TÜV NORD CERT GmbH. Without approval this certificate loses its validity.



Provided that a valid Component Certificate of the Rotor Blade is available this Type Certificate is valid until: 28th May 2023
(under the condition of regular maintenance according to chapter 6.5.2, IEC 61400-22)

TÜV NORD CERT GmbH
Certification Body
Wind Energy

[Signature]
Dipl.-Ing., Dr. M. Broschart



Langemarckstraße 20 • 45141 Essen • email: windenergy@tuev-nord.de

Essen, 2018-06-19



**Principle technical turbine data of the wind turbines
Senvion 3.2M122 NES and 3.4M122 NES (both 50 Hz)**

Configurations:

No.	Hub height [m]	IEC Class	Associated load evaluation report	Associated configuration in machinery evaluation report	Tower type
Senvion 3.2M122 NES (50 HZ)					
1	86-89	S (IIIA)	8112 998 275-1 E I	50	Tubular steel
2	116-119	S (IIIA)	8112 998 275-1 E II	49	Tubular steel
3	136-139	S (IIIA)	8112 998 275-1 E III	52	Hybrid tower concrete/steel
4	136-139	S (IIIA)	8115 560 537-1 E I + 8113 919 959-1 E I	59	Tubular steel
Senvion 3.4M122 NES (50 HZ)					
5	86-89	S (IIA)	8113 758 109-1 E IV	44	Tubular steel
6	116-119	S (IIIA)	8113 758 109-1 E I	43	Tubular steel
7	136-139	S (IIIA)	8113 758 109-1 E II	46	Hybrid tower concrete/steel
8	136-139	S (IIIA)	8115 560 537-1 E I	59	Tubular steel

Machine parameters	Type	Horizontal axis wind turbine with variable rotor speed
	Power regulation	Independent electromechanical pitch system for each blade
	Rated power	3200 / 3400 kW (medium voltage side)
	Rotor diameter	122 m
	Rotor orientation	Upwind
	Rotor tilt	5°
	Cone angle	-4°
	IEC WTC	S (based on IEC IIA and IIIA), see table below
	Hub heights	86-89 m, 116-119 m, 136-139 m
	Rated wind speed	3.2M122 NES: 11.0 m/s 3.4M122 NES: 11.2 m/s
	Cut-in wind speed V_{in}	3.0 m/s
	Cut-out wind speed V_{out}	22.0 m/s
	Standard oper. range rot. speed	6.1 to 11.3 rpm
	Design life time	20 years
	Lightning protection class	Class 1

Wind conditions (HH 86-89 m)	IEC S based on IEC IIIA/IIA for	3.2M122 NES / 3.4M122 NES
	Annual average wind speed V_{ave}	7.5 / 8.5 m/s
	Reference wind speed V_1	30.0 / 34.0 m/s
	Extreme wind speed V_{50}	37.5 / 42.5 m/s
	Reference turbulence intensity	$I_{ref} = 0.16$
	Mean flow inclination	8 deg.



Wind conditions (HH 116-119 m and 136-139 m)

IEC S based on IEC IIIA for
Annual average wind speed V_{ave}

Reference wind speed V_1
Extreme wind speed V_{50}
Reference turbulence intensity
Mean flow inclination

3.2M122 NES / 3.4M122 NES
HH 116-119 m: 7.5 / 8.0 m/s
HH 136-139 m, hybrid tower R06: 7.5 m/s
HH 136-139 m, tubular steel: 7.5 m/s
30.0
37.5 m/s
 $I_{ref} = 0.16$
8 deg.

Wind conditions considered for DIBt2012:

DIBt2012	HH 86-89 m (WZ 3)	HH 86-89 m (WZ 4)	HH 116-119 m (WZ 3)	HH 136-139 m (WZ 2)	HH 136-139 m Max Bögl (R06) (WZ 3)
Turbine configuration	1	4	2 and 5	7	3 and 6
V_{ave} [m/s]	7.6	7.7	7.4	7.5	7.5
V_1 [m/s]	33.0	34.0	32.7	31.5	33.5
V_{50} [m/s]	41.2	42.6	40.9	38.1	41.9
k [-]	2	2	2	2	2

Electrical network conditions

Normal supply voltage and range 20 and 30 kV (no range given)
Normal supply frequency and range 50 Hz (47.5 to 52.0 Hz)
Voltage imbalance No information
Maximum duration of electrical power network outages No information
No. of el. power network outages 20 per year

Other environmental conditions

Normal temperature range -10°C to +35°C (operational)
-20°C to +50°C (survival)
Extended operational temp. range -20°C to -10°C (for max. 4320 operational hours within 20 years with max. air density 1.394 kg/m³)

Air densities:
Annual averaged 1.225 kg/m³
Maximum operation 1.341 kg/m³
1.394 kg/m³ (for max. 4320 hours in 20 years)

Maximum survival 1.394 kg/m³
Relative humidity of the air up to 95%
Solar radiation 1000 W/m²



Major components

Rotor blade	Design/Manufacturer	Senvion
	Designation	RE59.8 (incl. VG and Serrations)
	Blade material	Glass fibre reinforced epoxy resin
	Blade length	59.8 m
	Number of blades	3
	Drawings	see Evaluation Report
Nacelle cover	Design	Senvion
	Material	GFRP
	Main drawing no.	Z-3.1-GV.00.01-A, Rev. A
Hub cover	Design	Senvion
	Material	GFRP
	Main drawing no.	Z-3.1-NV.00.02-A, Rev. A
Pitch system	Type	Electromechanical
Blade bearing	Type	Ball bearing slewing ring
	Manufacturer	Liebherr Components Biberach GmbH
	Designation (option 1)	KUD 998 VA 803-900 / 90213189
	Main drawing no. (all configurations)	P-3.5-BV.BL.41-A-A
	Main drawing no. (configurations 1-3, 5-7)	P-3.5-BV.BL.31-A-A
	Designation (option 2)	KUD 998 VA 801-900 / 90205096
	Main drawing no. (option 2)	P-3.5-BV.BL.07-A-A
Pitch drive	<u>Alternative</u>	
	Manufacturer	IMO GmbH
	Designation	10680
	Main drawing no.	P-3.10-BV.BL.01-A-A
	Manufacturer	Bonfiglioli Trasmital
	Designation	707T4F-128.6
	Main drawing no.	P-3.1-BV.AN.01-B-EN, Rev. F
	Motor (option1)	Ruckh GmbH / GM160M-4
	Motor (option 2)	CEDS Duradrive / GXHIF-0835.34216.100



Rotor hub	<u>Alternative</u>	
	Manufacturer	NGC Gears
	Designation	FDX104V-01-00R1
	Main drawing no.	P-3.9-BV.AN.01-B-EN, Rev. B
	Motor (option1)	Ruckh GmbH / GM160M-4
	Motor (option 2)	CEDS Duradrive / GXHIF-0835.34216.100
	Type	Cast
	Design	Senvion
	Material	EN-GJS-400-18U-LT
	Main drawing no.	Z-3.1-NA.00.01-A, Rev. G
	<u>Alternative</u>	
	Main drawing no.	Z-3.5-NA.00.01-A, Rev. D
	Rotor shaft	Type
Design		Senvion
Material		EN-GJS-400-18U-LT
Main drawing no.		Z-3.1-TS.RW.01-B, Rev. C
Main bearing	Type	Spherical roller bearing
	Manufacturer	NTN Wälzlager
	Designation	240/1120 BL1CS755S30
	Main drawing no.	06-11543-A, 2007-03-19
	<u>Alternative</u>	
	Manufacturer	SKF GmbH
	Designation	240/1120 CAF/CNHW33
	Main drawing no.	240/1120 CAF/CNHW33, 2008-03-19
Main bearing housing	<u>Alternative</u>	
	Manufacturer	Schaeffler Technologies AG & Co. KG
	Designation	F-602144-PRL-WPOS
	Main drawing no.	P-3.1-TS.RL.12-A-B, Version AB
	Type	Cast
	Design	Senvion
	Material	EN-GJS-400-18U-LT
	Main drawing no.	Z-3.1-TS.RL.01-A, Rev. F



Main gearbox	Type	Planetary helical gearbox
	Manufacturer	Eickhoff Antriebstechnik GmbH
	Designation	EBN 3245 A03 R00A
	Gear ratio	128.1065
	Main drawing no.	011328 G1b, Rev. b, dated 2016-07-27
Gearbox support	Type	Elastomer bearing
	Manufacturer	ESM GmbH
	Designation	UB05/006_1
	Main drawing no.	P-3.1-TS.VG.01-A-B
Generator coupling	Manufacturer	Siemens AG/Winergy
	Designation	ARPEX ARV-6 KRZK 520-6
	Main drawing no. (option 1)	A5E36792385A, Rev. AB
	Main drawing no. (option 2)	A5E34983060A, Rev. AF
Rotor brake	<u>Alternative</u>	
	Manufacturer	KTR-Kupplungstechnik GmbH
	Designation	RADEX-N 300 spez. NANA 4 spez.
	Main drawing no. (option 1)	637724, Rev. 1
	Main drawing no. (option 2)	619835, Rev. 2
Rotor lock	Type	Hole disc rotor lock
	Design	Senvion
	Material lock bolt	42CrMo4
	Material hole disc	S355 J2 G3
	Drawing no. bolt	Z-3.1-TS.RA-00-A, Rev. E
	Drawing no. disc	10000026854, Rev. E
Main frame	Type	Cast
	Design	Senvion
	Material	EN-GJS-400-18U-LT
	Main drawing no.	Z.3.1-MT.BE.01-B, Rev. D



Generator carrier	<u>Alternatives</u>	
	Main drawing no. (option 1)	Z.3.9-MT.HT.01-A, Rev. A
	Main drawing no. (option 2)	Z.3.9-MT.BE.01-B, Rev. A
Yaw system	Type	Welded
	Design	Senvion
	Material	S235 J2+N, S355 J2C+N
	Main drawing no.	Z-3.9-MT.GT.00-A, Rev. B
Yaw bearing	Type	Active, 4 yaw drives with 18 hydraulic brakes and yaw bearing slewing ring
	Manufacturer	Ball bearing slewing ring
	Designation	Liebherr Werk Biberach GmbH
	Main drawing no.	KUD 778 VA 802-900 / 90212225 P-3.1-WN.DK.06-A, Rev. A
Yaw drive	<u>Alternative</u>	
	Manufacturer	IMO GmbH
	Designation	11634
	Main drawing no.	P-3.10-WN.DK.01-A, Rev. A
Yaw brake	Type	4-stage planetary gear drive
	Manufacturer	Bonfiglioli Trasmital
	Designation	714 T4W-1254 (MT714T026)
	Main drawing no.	P-3.9-WN.AN.01-A, Rev. E
	Motor	Bonfiglioli - BN132S6 400/690-50 IP55 CLF B5 FD75 RM SB400SA
		<u>Alternative</u>
	Manufacturer	NGC Gears
	Designation	FDX208V-01-00R1
	Main drawing no.	P-3.9-WN.AN.20-A-EN, Rev. A
	Motor	SUZHOU LEGO Motors – YEJ132S-6
Yaw brake	Type	Active hydraulic
	Manufacturer	Svensborg Brakes A/S
	Designation	BSAB 90-S-500
	Main drawing no.	P-3.1-WN.AB.01-A-A



	<u>Alternatives</u>	
	Manufacturer	GKN Stromag WEP
	Designation (option 1)	CB90A
	Main drawing no.	P-2.5-WN.AB.02-A-C
	Designation (option 2)	CB90A CCV
	Main drawing no.	P-2.5-WN.AB.02-C-A
Generator	Type	Asynchronous squirrel-cage induction
	Manufacturer	Indar Electric S.L.
	Designation	IG630R4B50N
	Rated power	3750 kW
	Rated frequency	48 Hz + slip
	Rated speed	1440 rpm
	Rated voltage	730 V
	Rated current	3274 A
	Insulation class	F
	Degree of protection	IP54
	<u>Alternative</u>	
	Manufacturer:	ABB
	Designation	AMI 630L4A BAFTH
	Rated power	3750 kW
	Rated frequency	47.8 Hz
	Rated speed	1440 rpm
	Rated voltage	750 V
	Rated current	3267 A
	Insulation class	F
	Degree of protection	IP54
Converter	Type	Full power converter
	Manufacturer	Ingeteam Power Technology S.A.
	Designation	PT0087
	Rated power	3600 kW
	Rated voltage (machine side)	730 – 740 V
	Rated current (machine side)	3500 A
	Rated voltage (line side)	560 – 580 V
	Rated current (line side)	4100 A
	Rated frequency	50 Hz
	Degree of protection	IP54



	<u>Alternative</u>	
	Manufacturer	ABB
	Designation	ACS880-87LC
	Rated power	> 3200 kW (not further specified)
	Rated voltage (machine side)	up to 750 V
	Rated current (machine side)	3328 A
	Rated voltage (line side)	580 V
	Rated current (line side)	4100 A
	Rated frequency	50 Hz
	Degree of protection	IP54
Medium voltage switch gear	Manufacturer	ABB
	Type	Safe Ring/ Safe Plus
	Rated frequency	50 Hz
	Rated voltage (line side)	36 kV / 40.5 kV
	Rated current	630 A
Transformer	Manufacturer	SGB
	Type	Oil-filled
	Designation	DOT 3800 H/30
	Rated power	3800 kVA
	Rated voltage	30 kV / 580 V (high- / low-voltage side)
	Rated frequency	50 Hz
	Degree of protection	IP54
Tower HH 86-89 m	Type	Tubular steel tower
	Design	Senvion
	Sections	4 (2 conical, 2 cylindrical)
	Length	83.7 m
	Main drawing no. (tower)	Z-3.10-RT.01.99-A, Rev. C
	Drawing no. (embedded steel can)	Z-3.10-RT.01.50-A, Rev. B
	Foundation specification	T-3.10-RT.01.04-A, Rev. A
Tower HH 116-119 m	Type	Tubular steel tower
	Design	Senvion
	Sections	6 (2 conical, 3 cylindrical, 1 conical adapter)
	Length	114.2 m
	Main drawing no. (tower)	Z-3.10-RT.03.99-A, Rev. B
	Drawing no. (adapter)	Z-3.10-RT.01.60-A, Rev. B
	Drawing no. (anchor cage)	Z-3.10-RT.01.40-A, Rev. B
	Foundation specification	T-3.5-RT.00.03-A, Rev. C



Tower HH 136-139 m	Type	Tubular steel tower
	Design	Senvion
	Sections	6 (3 conical, 3 cylindrical)
	Length	135.5 m
	Main drawing no. (tower)	Z-3.10-RT.06.99-A, Rev. A
	Drawing no. (anchor cage)	Z-3.10-RT.06.40-A, Rev. B
	Foundation specification	T-3.10-R.06.01-A, Rev. A
Tower HH 136-139 m	Type	Hybrid Tower R06 (precast concrete/steel)
	Total length	133.99 m
	<u>Concrete part</u>	
	Design/manufacturer	Max Bögl
	Sections	21 ring-shaped precast (reinforced) and a concrete adaptor to connect the steel part
	Length	78.79 m
	Main drawing no.	DE_R06_001_XX_X_Uebersicht, index c
	<u>Steel part</u>	
	Design	Senvion
	Sections	2
	Length	55.2 m
	Main drawing no.	Z-3.10-RT.02.99-A, Rev. A
	Foundation specification	T-3.10-RT.02.01-A, Rev. B
Pre-stressing system (alternative 1)	VT-CONA CMB SP (20 external tendons)	
Pre-stressing system (alternative 2)	SUSPA – Wire EX (16 external tendons)	
Foundation HH 136-139 m (Hybrid Tower R06)	Type	Circular ring foundation with buoyancy
	Outer diameter	21.0 m
	Drawing no. (formwork)	DE R06 005 XX X - Schalplan, Index e
	Drawing no. (reinforcement)	DE R06 006 XX X - Bewehrung, Index a



Manuals	Operational manuals	G-3.10-GP.BH.01-A-A (configuration 1) G-3.10-GP.BH.02-A-A (configuration 2) G-3.10-GP.BH.03-A-A (configuration 3) G-3.10-GP.BH.01-B-A (configuration 5) G-3.10-GP.BH.02-B-A (configuration 6) G-3.10-GP.BH.03-B-A (configuration 7) G-3.10-GP.BH.04-B-A (configuration 4+8)
	Maintenance manual Transportation manual Installation manuals	M-3.1-GP.WA.01-A-E V-1.1-GP.00.10-A-K M-3.9-MO.AU.03-A-DE-A (configurations 1+5) M-3.20-MO.AU.02-A-DE-B (configurations 2+6) M-3.20-MO.AU.07-A-DE-A (configurations 1, 2, 4, 5, 6, 8) M-3.5-MO.AU.01-A-B (configurations 3+7) M-3.10-MO.AU.01-A-A (configurations 3+7)
	Commissioning manual	T-3.9-GP.IP.01-A-A
Control and Safety System	Manufacturer:	Bachmann (Senvion Control formerly: REguard Control B)
	Document no.	T-3.1-BF.00.01-A-M-EN (Safety concept) S-3.1-BF.00.01-A-H-EN (Control scheme)

- End of Annex -



Type Certificate

Registration-No.
44 220 18624979-TC-IEC, Rev. 0

This certificate is issued to **Nordex Energy GmbH**
Langenhorner Chaussee 600
22419 Hamburg
Germany

For the wind turbines **N131/3900**

WT Class **IEC S**
(based on IEC III and details on page 2 ff)

This Certificate attests compliance with the below cited standards concerning the design, testing and manufacturer. It is based on the following reference documents:

44 220 17493323-D-IEC, Rev. 2	Design Evaluation Conformity Statement on the Wind Turbines Nordex N131/3900, TÜV NORD, dated 2018-03-28.
44 220 12487041-M-IEC, Rev. 11	Manufacturing Conformity Statement on the Wind Turbine Platform Nordex K08 Gamma/Delta, TÜV NORD, dated 2018-03-28.
44 220 18624979-T-IEC, Rev. 0	Type Test Conformity Statement on the Wind Turbine Nordex N131/3900, TÜV NORD, dated 2018-05-09.
014.10.3.01.17.07	Component Certificate for Gearbox EH905A and EH905B of ZF Wind Power Antwerpen NV, TÜV SÜD, dated 2017-12-12, valid until 2020-07-30
8115 624 979-20 E, Rev. 0	Final Evaluation Report, TÜV NORD, dated 2018-05-04.

Normative references:

Certification scheme:
IEC 61400-22 "Wind turbines - Part 22: Conformity testing and certification", Edition 1.0, 2010-05
in combination with:
IEC 61400-1 "Wind Turbines - Part 1: Design requirements", Third Edition, 2005-08 and Amendment 1, 2010-10
GL Wind-Technical Note 067 - Certification of Wind Turbines for Extreme Temperatures (here: Cold Climate), Revision: 5, 2013-07-31

The wind turbine type is specified on pages 2 - 11 of this Conformity Statement.

Any change in the design, the production and erection or the manufacturer's quality system has to be approved by TÜV NORD CERT GmbH. Without approval this certificate loses its validity.

Provided that a valid Component Certificate of the Gearbox EH905A and EH905B is available this Type Certificate is valid until: 08th May 2023
(under the condition of regular maintenance according to chapter 6.5.2 of IEC 61400-22)

TÜV NORD CERT GmbH
Certification Body
Wind Energy


Dipl.-Ing., Dr. M. Broschart



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-ZE-12007-01-02

Essen, 2018-05-09

Langemarckstraße 20 • 45141 Essen • email: windenergy@tuev-nord.de



Wind turbine type specification:

Machine parameters:

Model	N131/3900
Type	Horizontal axis wind turbine with variable rotor speed
Wind turbine manufacturer and country	NORDEX Energy GmbH / Germany
Power regulation	Independent electromechanical pitch system for each blade
Rated power	3900 kW
Rotor diameter	131 m
Rotor orientation	Upwind
Number of rotor blades	3
Rotor tilt	5°
Cone angle	4.5°
IEC WT class	S (details see page 2 ff)
Hub height(s)	84 m / 114m / 120 m / 134 m
Rated wind speed V_r	12 m/s
Rated rotational speed	12.57 rpm
Operating wind speed range $V_{in} - V_{out}$	3 - 20 m/s; 3 - 25 m/s (with soft cut-out option)
Operating range rotational speed	7.91 - 14.36 rpm
Design life time	20 years
Altitude of Installation:	up to 2000 m above sea level
Lightning protection class	1
Software version:	Rev. 28

Wind conditions:

IEC WT class	S with wind parameters, specific turbulence categories, extended temperature range and altitude of installation as defined below.
Annual average wind speed at hub height V_{ave}	7.5 m/s
Reference wind speed V_{ref}	37.5 m/s for TS84 and TS134 (IEC IIIS) 37.77 m/s for TS120 (IEC S based on IEC III) 40 m/s for TS114 (IEC S based on IEC III)
Mean flow inclination	8 deg.
50-year extreme wind speed at hub height V_{e50}	52.5 m/s

Annex to Type Certificate
Reg.-No. 44 220 18624979-TC-IEC, Rev. 0

Page 2 of 11




Turbulence intensities (category S):

4 m/s	27.5 %
6 m/s	22.7 %
8 m/s	20.3 %
10 m/s	18.8 %
12 m/s	17.9 %
14 m/s	17.2 %
16 m/s	16.7 %
18 m/s	16.3 %
20 m/s	15.9 %

Electrical network conditions:

Normal supply voltage and range	660 V
Normal supply frequency and range	50 - 60 Hz
Voltage imbalance	no information
Maximum duration of electrical power network outages	no information
Number of electrical network outages	20 per year

Other environmental conditions:**Normal Climate Variant (NCV):**

Normal temperature range	-20 - +40 °C
Extreme temperature range	-20 - +50 °C
Average air density	1.237 kg/m ³ (335 days: 1.225 kg/m ³ and 30 days: 1.367 kg/m ³)

Cold Climate Variant (CCV B):

Normal temperature range	-30 - +40 °C with v_{out} linearly reduced from 20 to 18 m/s between -30 and -10°C
Extreme temperature range	-40 - +50 °C
Average Air density	1.237 kg/m ³
Relative humidity of the air	up to 95%
Solar radiation	1000 W/m ²
Earthquake intensity:	0.3 g for TS84 and TS114 0.26 g for TS120; 0.25 g for TS134
Soil class:	A

**Major components:**

Nacelle cover	Design: Drawing no.:	NORDEX Energy GmbH 02100-e0003831561 Rev.0 02100-e0003831562 Rev.0 02100-e0003831564 Rev.0 02100-e0003831580 Rev.0 02100-e0003831581 Rev.0 02100-e0003831582 Rev.0 02100-e0003831583 Rev.0 02100-e0003831584 Rev.0
Hub cover	Design: Drawing no.:	NORDEX Energy GmbH 01230-1070092 Rev.2 01230-1071475 Rev.1 02110-1062201 Rev.3 02110-1062202 Rev.2 02110-1062218 Rev.0 02110-1062860 Rev.1 02110-1071188 Rev.0
Blade	Design: Designation: Optional Material: Blade length: Number of blades: Drawing no.:	NORDEX Energy GmbH NR65.5-2 (with or without Serrations) NR65.5-2 AIS (with or without Serrations) Carbon and E-Glass fibre reinforced epoxy 64.4 m 3 02010-1053706 Rev.2 02010-1053733 Rev.4 (lay-up plan) 02010-1072900 Rev.1 (lay-up plan, AIS) 02010-e0003069274 Rev.2 (pos. serrations) E0002850442 Rev. 02 (NR65.5-2) E0002857250 Rev. 02 (NR65.5-2 AI-C)
Blade bearing	Type: Manufacturer: Designation: Drawing no.:	Ball bearing slewing ring Rothe Erde GmbH 83442020 092.60.2922_00.270516.d Rev.E
	<u>Alternative:</u> Manufacturer: Designation: Drawing no.:	Laulagun Bearings, S.A. F3158M12DTT1125UY F3158M12DTT1125UY Rev.2



Alternative:
 Manufacturer: Liebherr Components Biberach GmbH
 Designation: 90218688
 Drawing no.: KUD02927-060WJ18-001-900 Rev. 00.5

Pitch system	Type:	Electromechanical, individual blade, rotary drives, 3-stage planetary gearbox
	Pitch controller type:	LTi Pitchmaster II/II+
	Manufacturer gearbox:	Bonfiglioli Trasmital
	Designation gearbox:	709T3N
	Main drawing no.:	56172051 Rev.F
	Manufacturer motor/actuator:	Bonfiglioli Trasmital
	Designation motor/actuator:	BN 132 MB 4 230/400-80 IP55 CLF B5 FD 115 240 SD K1 RV
	<u>Alternative:</u>	
	Manufacturer gearbox:	C.H. Schäfer Getriebe GmbH
	Designation gearbox:	GP3-360V-219,5-R-MF265
	Main drawing no.:	TN-1000604-01-MB Rev. -, 2016-06-22
	Manufacturer motor/actuator:	ATB Antriebstechnik GmbH
	Designation motor/actuator:	BVAFU 132M/2L-11MS FDW 17T
Hub	Type:	Cast part
	Design:	NORDEX Energy GmbH
	Material:	EN-GJS-400-18-LT
	Drawing no.:	02020-e0002866821 Rev.1 02020-1061502 Rev.6
Main shaft	Type:	Forged part
	Design:	NORDEX Energy GmbH
	Material NCV:	34CrNiMo6, 42CrMo4 (alternative)
	Material CCV:	34CrNiMo6
	Drawing no. NCV:	02030-1058489 Rev.5
	Drawing no. CCV:	02030-1066434 Rev.4
Main bearing	Type:	Spherical roller bearing
	Manufacturer:	SKF GmbH
	Designation:	240/950 CA
	Drawing no.:	CNLV026RE10 Rev.0



Alternative:
 Manufacturer: Schaeffler Technologies GmbH & Co. KG
 Designation (option 1): F-609762.PRL-WPOS
 Drawing no. (option 1): EDDF-609762.PRL.WPOS 0 Rev.AA
 Designation (option 2): F-609762.01.PRL-WPOS
 Drawing no. (option 2): EDDF-609762.01.PRL.WPOS 000 Rev.00

Main bearing housing	Type:	Cast part
	Design:	NORDEX Energy GmbH
	Material:	EN-GJS-400-18-LT
	Drawing no. (option 1):	02041-1058410 Rev.6
	Drawing no. (option 2):	02041-e0003929319 Rev.0
Gearbox 50Hz	Type:	Planetary helical gearbox
	Manufacturer:	Eickhoff Antriebstechnik GmbH
	Designation:	EBN 2980 A12 R00
	Gear ratio:	92.7312
	Main drawing no.:	011323 G1 B, 2017-03-07
	Bearing manufacturer:	FAG
	<u>Alternative:</u>	
	Type:	Planetary helical gearbox
	Manufacturer:	ZF Wind Power Antwerpen NV
	Designation (option 1):	EH905A-110
	Designation (option 2):	EH905B-110
	Gear ratio:	92.18
	Main drawing no. (option 1):	97EH905A003 Rev.A
	Main drawing no. (option 2):	97EH905B001 Rev.A
	Bearing manufacturer:	FAG, SKF, TIMKEN
Gearbox 60Hz	Type:	Planetary helical gearbox
	Manufacturer:	Eickhoff Antriebstechnik GmbH
	Designation:	EBN 2980 B12 R00
	Gear ratio:	110.9272
	Main drawing no.:	011323 G1 B, 2017-03-07
	Bearing manufacturer:	FAG



	<u>Alternative:</u> Type: Planetary helical gearbox Manufacturer: ZF Wind Power Antwerpen NV Designation (option 1): EH905A-111 Designation (option 2): EH905B-111 Gear ratio: 110.45 Main drawing no. (option 1): 97EH905A003 Rev.A Main drawing no. (option 2): 97EH905B001 Rev.A Bearing manufacturer: FAG, SKF, TIMKEN
Generator coupling	Manufacturer: KRT Kupplungstechnik GmbH Designation: RADEX-N 220 NANA 4 spez. Main drawing no.: 684947 Rev.0
	<u>Alternative:</u> Manufacturer: CENTA Antriebe Kirschey GmbH Designation: CENTALINK 019W-00036-SS20 Main drawing no.: 019-64216-000-000 Rev.A
Rotor brake	Type: Active, hydraulic Position: High speed shaft Quantity of calipers: 1 Manufacturer: GKN Stromag France Designation: ROTOWELL M-06 Drawing no.: RD040114 Rev.F
	<u>Alternative:</u> Manufacturer: Svendborg Brakes A/S Designation: BSAF 90-S-100 Drawing no.: 490-5496-802 Rev.-, 2015-03-12
	<u>Alternative:</u> Manufacturer: KTR Kupplungstechnik GmbH Designation: KTR-STOP M-D A-40 CAG Drawing no.: M628753 Rev.1
Rotor lock	Type: Bolt with locking disc Design/Manufacturer: NORDEX Energy GmbH Drawing no. (disc): 02160-1060096 Rev.3 Drawing no. (bolt): 06030-1053519 Rev.0
Main frame	Type: Cast part Design: NORDEX Energy GmbH Material: EN-GJS-400-18U-LT Drawing no.: 02080-e0003941258 Rev.0



Generator frame	Type: Welded structure Design: NORDEX Energy GmbH Material: S235J2+N, S355ML-Z25 Drawing no.: 02090-e0003827265 Rev.0
Yaw system	Type: Active, yaw bearing slewing ring with 4 active yaw drives and 18 hydraulic brakes
Yaw drive	Type: 4 stage planetary gearbox Manufacturer: C.H. Schäfer Getriebe GmbH Designation: GP4-490V-1224-R-VU-MF265 Drawing no.: TN-1000602-01-MB Rev.-, 2016-04-27 Manufacturer motor: ATB Antriebstechnik GmbH Designation motor: BVAFU 132M/4D-11L
	<u>Alternative:</u> Manufacturer: Bonfiglioli Trasmital Designation: 714T4W Drawing no.: I7140T005600 Rev.H Manufacturer motor: Bonfiglioli Trasmital Designation motor: BN 132MA 4 230/400-50 IP55 CLF B5 FD64
Yaw bearing	Type: Ball bearing slewing ring Manufacturer: Rothe Erde GmbH Designation: 36757030 Drawing no.: 061.60.2991.101.48.1511 Rev.A
	<u>Alternative:</u> Manufacturer: Liebherr-Werk Biberach GmbH Designation: 90210842 Drawing no.: KUD858VA802-900 Rev.1.0
Yaw brakes	Type: Active hydraulic Manufacturer: Stromag WEP GmbH Designation: CB90A Drawing no.: 381-01083 Rev.-, 2015-01-26
	<u>Alternative:</u> Manufacturer: KTR Kupplungstechnik GmbH Designation: KTR-STOP YAW M B-30 Drawing no.: 709791 Rev.1



	<u>Alternative:</u>	
	Manufacturer:	Jungblut wind elements GmbH Co. KG
	Designation:	JHS-16
	Drawing no.:	VA001212 Rev.-, 2015-03-13
Generator	Type:	Doubly fed induction asynchronous
	Manufacturer:	ELIN
	Designation:	MRM-063 Z06
	Rated power:	3935 kW
	Rated frequency:	50 / 60 Hz
	Rated voltage:	660 V
	Insulation class:	Stator: F; Rotor: H
	Degree of protection for generator:	IP 54
	Degree of protection for slip ring:	IP 23
	<u>Alternative:</u>	
	Manufacturer:	Siemens
	Designation:	JFCA-630MR-06A
	Rated power:	3935 kW
	Rated frequency:	50 / 60 Hz
	Rated voltage:	660 V
	Insulation class:	F
	Degree of protection for generator:	IP 54
	Degree of protection for slip ring:	IP 23
Converter	Type:	Partial power converter
	Manufacturer:	GE Power Conversion
	Designation:	NX Delta LV3
	Rated power:	3935 kW
	Rated voltage (machine side):	0-750 V
	Rated current (machine side):	1100 A / 1160 A
	Rated voltage (grid side):	660 V
	Rated current (grid side):	1250 A
	Degree of protection:	IP 54 (cabinet)
	<u>Alternative:</u>	
	Manufacturer:	Woodward Kempen GmbH
	Designation:	CW1391LD-C02
	Rated power:	3935 kW
	Rated voltage (machine side):	0-760 V
	Rated current (machine side):	1160 A
	Rated voltage (grid side):	660 V
	Rated current (grid side):	1250 A
	Degree of protection:	IP 54 (cabinet)



	<u>Alternative:</u>	
	Manufacturer:	Vertiv Tech Co. Ltd.
	Designation:	WF1010-06L0390
	Rated power:	3935 kW
	Rated voltage (machine side):	not further specified
	Rated current (machine side):	1160 A
	Rated voltage (grid side):	660 V
	Rated current (grid side):	1250 A
	Degree of protection:	IP 54 (cabinet)
Transformer	Type:	Dry type
	Manufacturer:	SGB
	Designation:	DTTH1NG 4000/20
	Rated voltage:	660 V
	Location:	Inside / outside tower
	<u>Alternative:</u>	
	Manufacturer:	Siemens
	Designation:	GEAFOL NEO
Tower TS84	Type:	Tubular steel
	Sections:	3
	Length:	80.839 m
	Main drawing no. (TiT):	01430-e0002628137 Rev.1
	Main drawing no. (TaT):	01430-e0002628130 Rev.1
	Foundation specification:	K0822_077547_EN Rev.4
	Foundation adaptor type:	Anchor cage
	Foundation adaptor drawing no.:	01510-1001461 Rev.11
Tower TS114	Type:	Tubular steel
	Sections:	5
	Length:	110.839 m
	Main drawing no. (TiT):	01430-e0004339872 Rev.0
	Main drawing no. (TaT):	01430-e0004339876 Rev.0
	Foundation specification:	E0004383073 Rev.0
	Foundation adaptor type:	Anchor cage
	Foundation adaptor drawing no.:	01510-e0004351856 Rev.0
Tower TS120	Type:	Tubular steel
	Sections:	5
	Length:	116.840 m
	Main drawing no. (TiT):	01430-e0003089099 Rev.3
	Main drawing no. (TaT):	01430-e0003089095 Rev.3
	Foundation specification:	E0003985349 Rev.0
	Foundation adaptor type:	Anchor cage
	Foundation adaptor drawing no.:	01510-e0003700274 Rev.1

10 - 8 Note de présentation et mémoire descriptif – Lots et raccords électriques internes au parc éolien



Tower TS134	Type:	Tubular steel with optional mass damper 6
	Sections:	
	Length:	130.840 m
	Main drawing no. (TiT):	01430-e0003623133 Rev.1
	Main drawing no. (TaT):	01430-e0003623129 Rev.1
	Foundation specification:	E0003952482 Rev.0
	Foundation adaptor type:	Anchor cage
	Foundation adaptor drawing no.:	01510-e0003615643 Rev.1
For all above towers	Generic foundation specification:	K0822_064192_EN Rev.6
Manuals	Operation manual:	E0004266898_DE Rev.1
	Maintenance manual:	E0004231473 Rev.0
	Transport manual:	K0801_077241_DE Rev.8
	Commissioning manual:	E0004233258 Rev.3
	Installation manuals:	E0002946500 Rev.3 (Towers TaT) E0002946494 Rev.4 (Towers TiT) E0002866520 Rev.3 (Nacelle)
Control and safety system	Manufacturer:	NORDEX Energy GmbH
	Document no.:	K0817_076296_DE Rev.4

- End of Annex -

Note de présentation et mémoire descriptif

Lots et raccordements électriques internes au parc éolien

Raccordement interne du Parc éolien Sole de Fours WP France 24

Coordonnées du maître d'ouvrage :

WP France 24
52 quai Dion Bouton
92800 Puteaux

Introduction

Ce document a pour but de présenter les caractéristiques électriques principales des ouvrages de raccordement entre les éoliennes jusqu'aux postes de raccordement au réseau public de distribution ENEDIS.

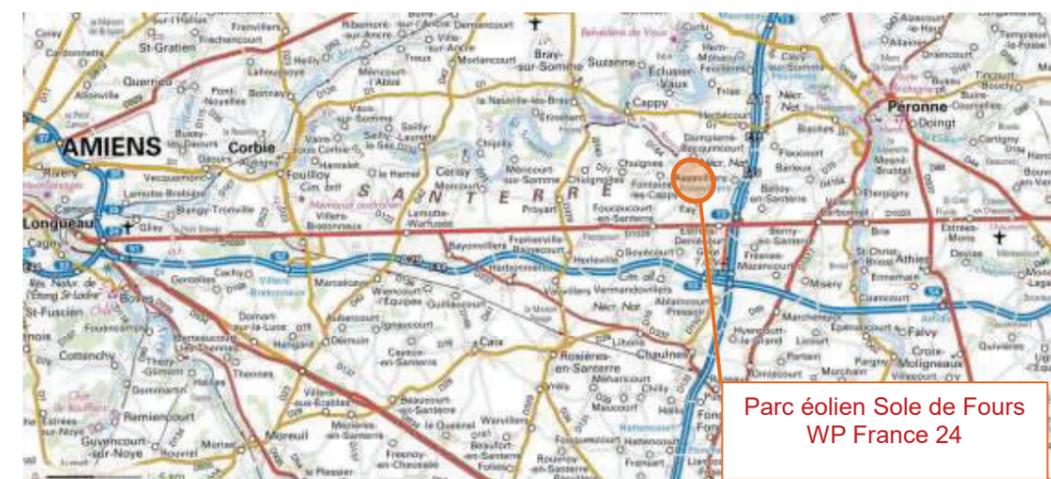
Ce dossier est adressé à la DREAL qui en instruit l'approbation.

19 novembre 2018

I. Contexte et présentation du projet

1.1 Localisation

Le projet éolien SOLE DE FOURS – WP France 24 se situe en région Hauts-de-France dans le département de la Somme, sur les communes d'Assevillers (80200), Flaucourt (80200) et Dompierre-Becquincourt (80980).



Le projet se situe dans un secteur dominé par des terres agricoles très légèrement boisées avec quelques haies. Le choix des parcelles d'implantation des éoliennes s'est fait en étroite concertation avec les propriétaires et exploitants de celles-ci mais aussi avec l'ensemble des prestataires afin de minimiser les impacts de ces installations sur les activités agricoles, le paysage, la faune, la flore. Les propriétaires des terrains traversés par les liaisons inter-éoliennes ont donné leur autorisation de passage des câbles HTA.

Les huit éoliennes (Parc éolien Sole de Fours – WP France 24) ont été implantées en deux zones. Quatre éoliennes formant un premier groupe à l'est de l'autoroute A1 et un second groupe de quatre éoliennes à l'ouest de l'autoroute A1 dans un objectif de cohérence avec les contraintes paysagères.

1.2 Identification du maître d'ouvrage

Dénomination ou raison sociale : WP France 24
Forme juridique : SAS
Adresse du siège social : 52 quai Dion Bouton – Tour Vista, 92806 Puteaux Cedex
N° SIREN : 823 423 496 RCS : NANTERRE
Interlocuteur : Léo Marie
Téléphone : 06 68 73 27 79
Adresse messagerie : lom@globalwindpower.com

Le projet concerne un parc éolien. Le producteur est également le maître d'ouvrage.

1.3 Description de l'installation raccordée au réseau public

L'installation de production est composée de 8 générateurs de puissance unitaire 3400 kW implantés sur une emprise de 24 500 m² sur le territoire des communes d'Assevillers (80200), Flaucourt (80200) et Dompierre-Becquincourt (80980).

L'électricité produite sera injectée sur le réseau public de distribution dont le gestionnaire est (ENEDIS) au poste de livraison.

1.4 Répartition

Pour ce parc éolien, quatre postes de livraison seront mis en place.

Le premier est localisé à proximité du pied de l'éolienne E3, en bordure de route départementale.

Le second point de livraison est positionné au pied de l'éolienne E2, en bordure de route communale.

Le troisième point de livraison se situe entre l'éolienne E5 et E7 en bordure de la route communale et le quatrième point de livraison est localisé à proximité de l'éolienne E6 en bordure de la route départementale.

Quatre établissements secondaires (un numéro SIRET pour chaque PDL) seront créés afin d'inclure les huit éoliennes du projet via quatre raccordements distincts au réseau ENEDIS.

Les éoliennes installées seront de marque Senvion type M122 de puissance unitaire 3.4MW, ou de marque Nordex type N131 de puissance unitaire 3.9MW.

Coordonnées géographiques des éoliennes et des postes de livraison

Numéro	Latitude (WGS84)	Longitude (WGS84)
E1	49° 54' 31,407" N	2° 49' 48,284" E
E2	49° 54' 14,221" N	2° 49' 50,122" E
E3	49° 54' 32,377" N	2° 50' 19,457" E
E4	49° 54' 11,145" N	2° 50' 29,058" E
E5	49° 54' 8,435" N	2° 51' 22,890" E
E6	49° 53' 51,172" N	2° 51' 22,964" E
E7	49° 54' 8,549" N	2° 51' 54,035" E
E8	49° 53' 54,188" N	2° 51' 50,982" E
PDL 1	49° 54' 31,289" N	2° 50' 30,324" E
PDL 2	49° 54' 15,270" N	2° 49' 53,991" E
PDL 3	49° 54' 10,170" N	2° 51' 33,648" E
PDL 4	49° 53' 43,797" N	2° 51' 29,942" E

L'éolienne E1 se situe sur la commune de Dompierre-Becquincourt. Les éoliennes E2, E3, E4, E5, E6, E8 et les PDL1, PDL2 et PDL4 sont positionnés sur la commune d'Assevillers. L'éolienne E7 et le PDL3 sont positionnés sur la commune de Flaucourt.

II. Réglementation technique

2.1 Conformité et contrôle des ouvrages

Le maître d'ouvrage s'engage à ce que les ouvrages soient conformes :

- À l'arrêté interministériel du 17 mai 2001,
- À l'arrêté du 23 avril 2008 relatif aux prescriptions techniques de conception et de fonctionnement pour le raccordement à un réseau public de distribution d'électricité en basse tension ou en moyenne tension d'une installation de production d'énergie électrique
- À l'arrêté du 6 juillet 2010 précisant les modalités du contrôle des performances des installations de production raccordées aux réseaux publics d'électricité en moyenne tension (HTA) et en haute tension (HTB)
- Aux dispositions prévues pour l'application de l'article R323-30 du code de l'énergie et de l'arrêté d'application du 14 janvier 2013 (attestation de conformité, organisme technique certifié indépendant, comptes rendus des contrôles effectués).

2.2 Programmation des travaux

Les travaux sont prévus de débuter dans le courant du premier trimestre 2020.

2.3 Caractéristiques techniques

La nature et section des conducteurs ont été présentées dans le tableau résumé des réseaux HTA à créer par tronçon. Ce sont des câbles isolés de section 3 x 150 mm² type Almelec.

La documentation du câble est présentée en annexe.

2.4 Environnement, modes opératoires des travaux réalisés et remise en état des espaces traversés

Les travaux seront exécutés suivant les modalités d'exécution conformément aux prescriptions définies ci-dessous.

2.4.1 Maitrise de la phase chantier :

Le périmètre du chantier sera bien délimité, afin de préserver l'espace de toute perturbation superflue et d'éviter d'engendrer une occupation de surface supérieure à celle prévue à l'origine.

Il sera remis en état tous les espaces dégradés (les surfaces enherbées,) après le chantier, afin d'éviter la création de zones abandonnées, de dépôts de matériaux en tout genre et de remblais superflus.

Une gestion des terres végétales de surface décapées pourra être réalisée, sans compactage, pour remise en place sur les emprises, une fois les fondations coulées et les tranchées remblayées.

L'accès au site et aux éoliennes sera une piste d'accès non revêtue qui pourra être élargie pour faciliter le passage des convois.

Les chemins existants ont été pris en compte et préférentiellement utilisés dans la définition du projet, afin de limiter de nouveaux aménagements et donc d'occasionner des dérangements.

Un enfouissement des lignes électriques internes au parc sera réalisé pour limiter l'emprise visuelle du parc éolien aux seules éoliennes et postes de livraison. Par ailleurs, il est préconisé également d'enfouir les lignes électriques de raccordement de poste de livraison au poste source d'ENEDIS.

2.4.2 Les postes de livraison

Le fonctionnement de ce projet nécessite la création de quatre postes de livraison. Ceux-ci ont été localisés à proximité des lisières boisées et au bord de chemins. Le fait de s'appuyer ainsi sur des éléments de l'existant facilite l'intégration des postes de livraison et des machines.

L'aspect extérieur du poste sera soigné afin :

- De limiter les terrassements et préférer l'encastrement dans le terrain naturel,
- De prévoir des matériaux mats et de teintes foncées et éviter absolument la couleur verte,
- D'éviter absolument les tôles galvanisées non laquées et les bardages PVC de teintes claires,
- De prévoir des gouttières, chéneaux, rives et autres accessoires de même teinte que les revêtements des murs et/ou de la couverture.

III. Sensibilité environnementale

L'obtention des différentes autorisations administratives permettant la construction et l'exploitation d'un projet éolien est soumise à la réalisation d'études d'impact, notamment en lien à un potentiel impact sur l'environnement.

IV. Engagements

Le maître d'ouvrage s'engage :

- À appliquer les prescriptions de l'arrêté du 17 mai 2001 fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions (dit "arrêté technique"), notamment pour la construction de l'installation et appliquer les normes en vigueur pour l'exploitation de l'installation, notamment pour ce qui concerne le régime de protection contre les défauts électriques ;
- Diligenter un contrôle technique des travaux en application de la réglementation en vigueur ;
- Procéder aux déclarations préalables aux travaux de construction de l'ouvrage concerné, et enregistrer ce dernier sur le "guichet unique www.reseaux-et-canalisation.gouv.fr " en application des dispositions des articles L554-1 à L554-4 et R554-1 et suivants du code de l'environnement qui sont relatives à la sécurité des réseaux souterrains, aériens ou subaquatiques de transport et de distribution ;
- Obtenir tous les droits nécessaires pour établir l'ouvrage, y compris le PDL, sur les propriétés privées et le domaine public.

V. Description des ouvrages électriques Haute Tension

Il est à noter que, de façon globale, les ouvrages électriques qui seront fournis et installés au sein du projet seront réalisés dans les règles de l'art et conformes à la réglementation et aux normes en vigueur.

Ils respecteront les prescriptions techniques, contractuelles et administratives s'y afférant notamment l'arrêté technique interministériel du 17 mai 2001.

La tension de référence (dite nominale) des ouvrages et matériels utilisés est directement dépendante de la tension de raccordement au réseau public de distribution d'électricité concédé à ENEDIS.

Règlementairement, la tension usuelle des réseaux ENEDIS pour ces puissances de projet est de 20 kV.

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 du poste de livraison sera assuré par un ouvrage du réseau public souterrain de 20 kV, entre le poste de livraison et le poste source (le nom du poste source est inconnu à ce jour).

5.1 Techniques utilisées

Réseaux HTA

Méthode de pose pour les réseaux électriques HTA :

- i. Décapage des terres végétales : profondeur 0.1 à 0.3m, largeur : 4 à 6m.
- ii. Ouverture de la tranchée (soit à la pelle mécanique soit à la trancheuse):
 - Largeur de 0.28m à 0.45m selon le nombre de câbles,
 - Profondeur : 0.8 à 1.1m selon la nature du terrain.
- iii. Déroulage du câble sur lit de sable, ou sans sable si le câble est renforcé.
- iv. Fermeture et remblai de la tranchée, puis compactage.
- v. Remise des terres végétales ou finition de surface si sur chemin ou traversée de route.



Décapage pour câblage



Pose de réseaux HTA



Trancheuse

Fibres optiques

Mise en place des réseaux de fibres optiques pour communication entre les éoliennes et postes de livraison :

Elles sont posées en même temps que les câbles HTA ; à savoir dans la même tranchée, soit avec renforcement associé à des protections anti-rongeur, soit par mise sous fourreau type D42.

La qualité est en général 50/125-OM2, multimode, mais elle pourrait aussi être réalisée en monomode type 6.2.5/125.

Mise à la terre du parc

Les typologies de mise à la terre sont spécifiques à chaque constructeur ou éolienne.

Le système de mise à la terre et la section des réseaux (généralement en cuivre) seront calculés in fine afin de permettre l'évacuation de la foudre et suivant la méthodologie et standardisation des normes spécifiques.

Pour la France, ces principes sont dictés essentiellement par la NF C15-100 et l'UTE C15-106.

Massif d'éolienne avec ceinture équipotentielle pour MALT



5.2 Nature des câbles

Le choix de la nature des câbles dépend de la puissance transitée dans chaque câble, la tension et la distance des tronçons de réseaux créés.

Les distances des tronçons ont un impact relativement faible sur la nature des câbles choisie.

Pour ce type de réseau, des câbles de nature ALUMINIUM seront privilégiés en fourniture des entreprises sous-traitantes ; et seront en cohérence avec les contraintes du site (distances des tronçons, tension, puissances).

Par simplicité d'installation, des câbles type tripolaires seront mis en place.

5.3 Section de câbles

La méthode de calcul des sections minimales de câbles est définie au sein de la norme NFC13-200, applicable aux installations alimentées en courant alternatif sous une tension nominale supérieure à 1 000 V et inférieure ou égale à 245 kV, les fréquences préférentielles étant de 50 Hz et de 60 Hz. Ce document traite des installations de production d'énergie, des installations industrielles, tertiaires et agricoles.

5.3.1 Hypothèses de pose

Les hypothèses prises en compte sont les conditions les plus défavorables envisageables :

Pose : enterré en régime permanent

Paramètre	Choix	Coefficient correcteur
Référence du mode de mode	S1	1,00
Température du sol à 80cm	20°C	1,00
Résistivité thermique du sol**	85°C.cm/W*	1,06
Distance entre deux câbles	0,5m	0,90
Facteur de correction total =		0,954

* : correspond à un terrain sec, cas le plus défavorable du terrain pris en considération

** : le terrain est de type argilo-calcaire normal

5.3.2 Hypothèses de calcul

- Tension de raccordement : 20 kV.

- Cos Phi = 0,95 pour les échauffements hors court-circuit
- Intensité de court-circuit = 4,33kA (Pcc max < 150MVA au poste source)
- Ame en aluminium

- Isolant = Polyéthylène réticulé (PR)
- Type de câble : Tripolaire

- Puissance nominale utilisée pour les éoliennes : 3.4 ou 3.9 MW.

Conformément aux préconisations de la norme NF C13-200, et dans une volonté de standardisation des matériels, nous déterminons les sections suffisantes suivantes :

- **Pour le transit de puissance de 2 éoliennes, une section de 240 mm² ;**
- **Pour le transit de puissance de 1 éolienne, une section de 150 mm² ;**

Les quatre schémas électriques unifilaires fournis en annexes présentent la répartition électrique HTA entre chaque poste de livraison et les éoliennes qui y sont connectées. Ils montrent également le schéma des cellules HTA et différents éléments électriques qui le composent.

5.4 Tableau résumé des réseaux HTA à créer, par tronçon :

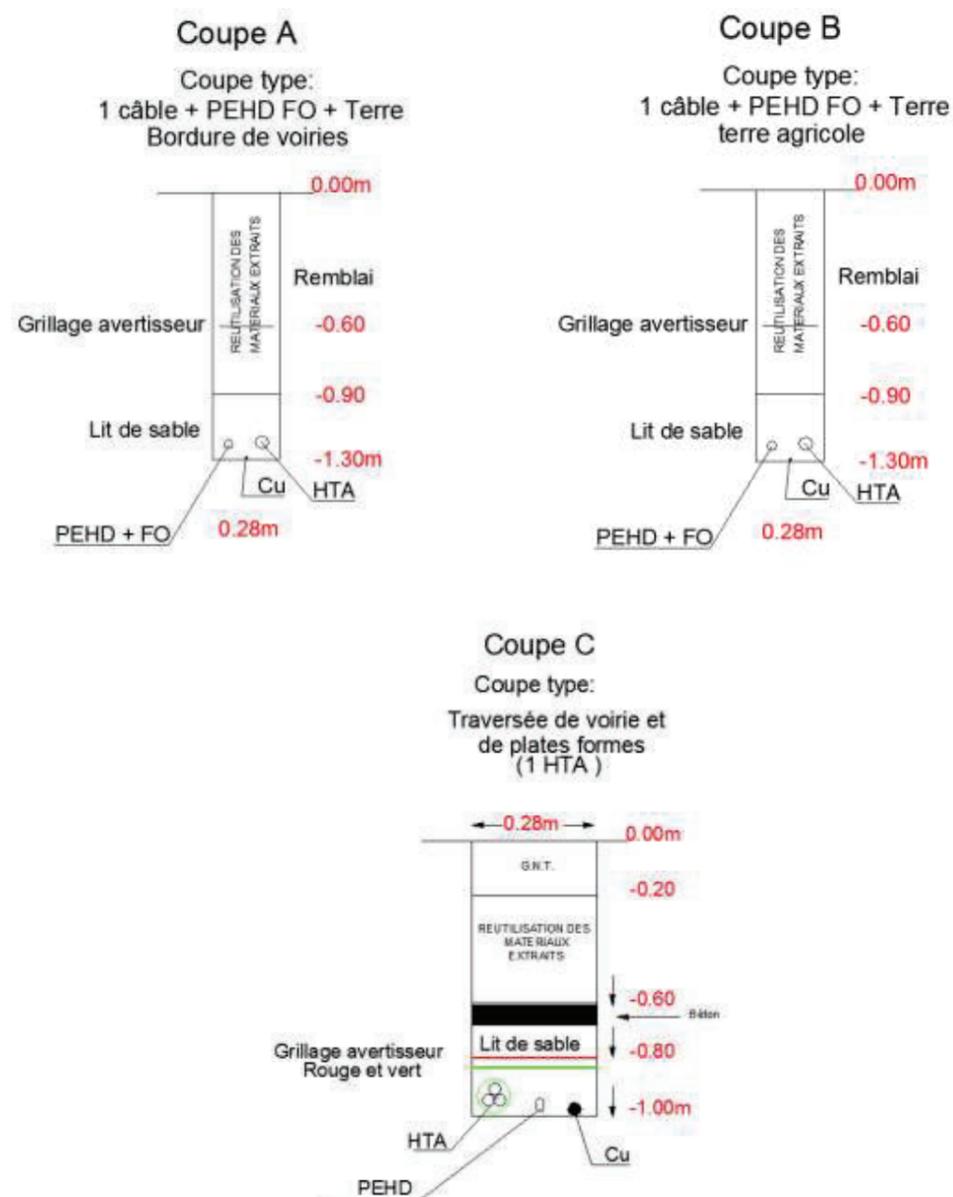
Projet	Tronçon	Type d'ouvrage	Tension	Conducteur	Longueur domaine public (ml)	Longueur domaine privé (ml)	Coupes types ou profil en long*	Longueur ouvrage (ml)	
								Total (ml)	Longueur ouvrage (ml)
Parc éolien Sole de Fours PDL1	PDL1 E3	Souterrain	15 ou 20 kV	câbles isolés 3 x 240 mm ² Almelec	228	0	Coupe Type A et B	3044	1869
	E3 E1	Souterrain	16 ou 20 kV	câbles isolés 3 x 150 mm ² Almelec	785	0	Coupe Type A et B		
	PDL1 E4	Souterrain	15 ou 20 kV	câbles isolés 3 x 150 mm ² Almelec	735	270	Coupe Type A et B		
Parc éolien Sole de Fours PDL2	PDL2 E2	Souterrain	15 ou 20 kV	câbles isolés 3 x 150 mm ² Almelec	0	99	Coupe Type A et B	4913	1869
	PDL3 E7	Souterrain	15 ou 20 kV	câbles isolés 3 x 150 mm ² Almelec	83	425	Coupe Type A et B		
Parc éolien Sole de Fours PDL3	PDL4 E5	Souterrain	15 ou 20 kV	câbles isolés 3 x 150 mm ² Almelec	625	525	Coupe Type A et B	3044	1869
	PDL4 E6	Souterrain	15 ou 20 kV	câbles isolés 3 x 150 mm ² Almelec	129	283	Coupe Type A et B		
	PDL4 E8	Souterrain	15 ou 20 kV	câbles isolés 3 x 150 mm ² Almelec	459	267	Coupe Type A et B		

* : Les différents types de de coupe sont présentés ci-dessous conformément aux articles 37 à 40 de AT2001.

La longueur du câble entre PDL et une éolienne ou entre deux éoliennes (quel que soit la répartition entre le domaine public et domaine privé) = longueur de tranchée +30m.

Il s'agit d'une estimation standard qui prend en compte les réserves complémentaires en remontée dans les éoliennes ou le poste de livraison.

5.5 Coupes-type de tranchée



5.6 Postes de livraison

Le poste de livraison représente la limite de propriété entre la partie privée des réseaux électriques internes au projet et le réseau public de distribution.

Il intègre notamment les éléments de comptage de l'énergie produite et les différentes protections assurant la sécurité d'alimentation.

Un local intérieur séparé par une cloison permet la mise en place des matériels de contrôle-commande (dits SCADA) des projets, permettant notamment une supervision et des interventions à distance via un raccordement au réseau de télécommunications.

Le vide sanitaire du poste abrite les arrivées des différents réseaux pénétrant dans le poste : réseaux HTA Inter-éolien, réseaux HTA ENEDIS, réseaux de fibre optique pour le contrôle commande du projet.

L'enveloppe du poste peut dépendre du fournisseur. Elle est souvent réalisée en béton moulé, armé et vibré.

La plupart du temps, le poste de livraison repose sur un matelas constitué de 20cm de 0/31.5 (mélange de gravier dont la granulométrie varie entre 0 et 31.5mm) et de 5cm de sable pour le réglage (ajustement) ; et dans lequel est déroulé un serpentin de cuivre pour la mise à la terre (MALT).

Cette MALT du poste est assurée par une ceinture équipotentielle mise au niveau du fond de fouille en sous-sol et raccordée en remontée sur un point de connexion intérieur.

La puissance active maximale de fourniture du projet étant de 27.2 ou 31.2 MW, quatre points de raccordement seront mis en œuvre.

Exemple de fond de fouille pour poste de livraison éolien.

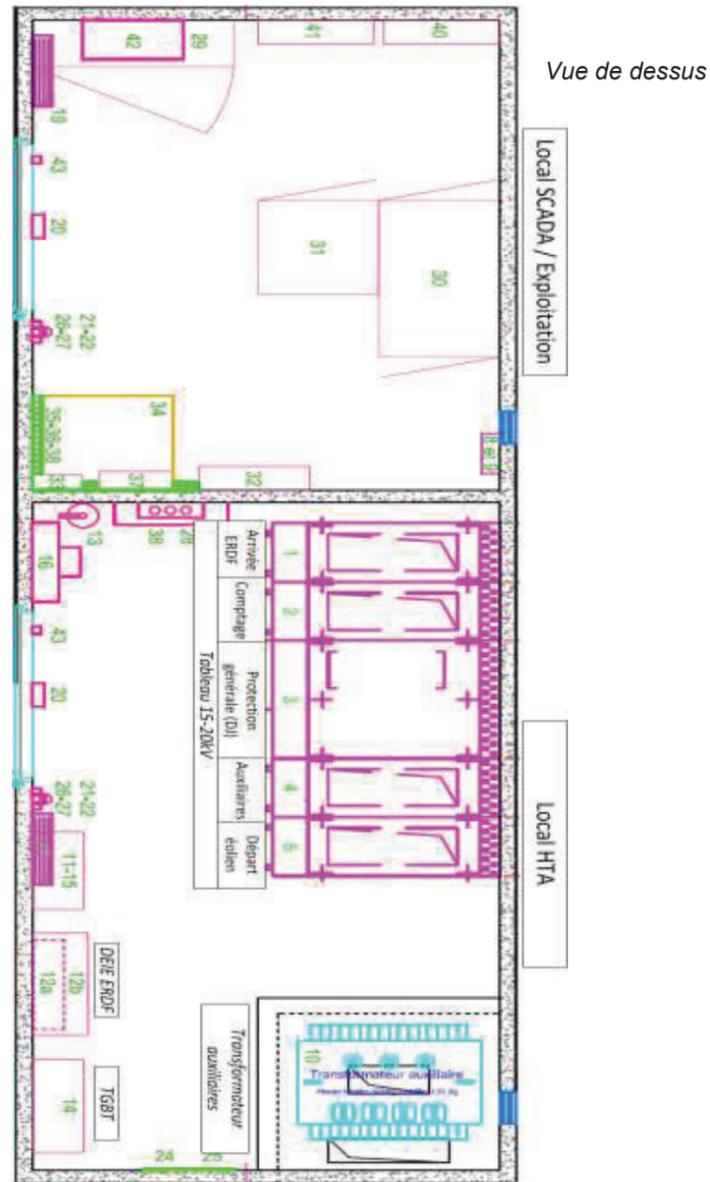


Les coordonnées GPS des postes de livraison :

Numéro	Latitude (WGS84)	Longitude (WGS84)
PDL 1	49° 54' 31,289" N	2° 50' 30,324" E
PDL 2	49° 54' 15,270" N	2° 49' 53,991" E
PDL 3	49° 54' 10,170" N	2° 51' 33,648" E
PDL 4	49° 53' 43,797" N	2° 51' 29,942" E

Les schémas ci-dessous présentent, à titre d'exemple, les principaux éléments techniques et matériels présents dans le poste de livraison.

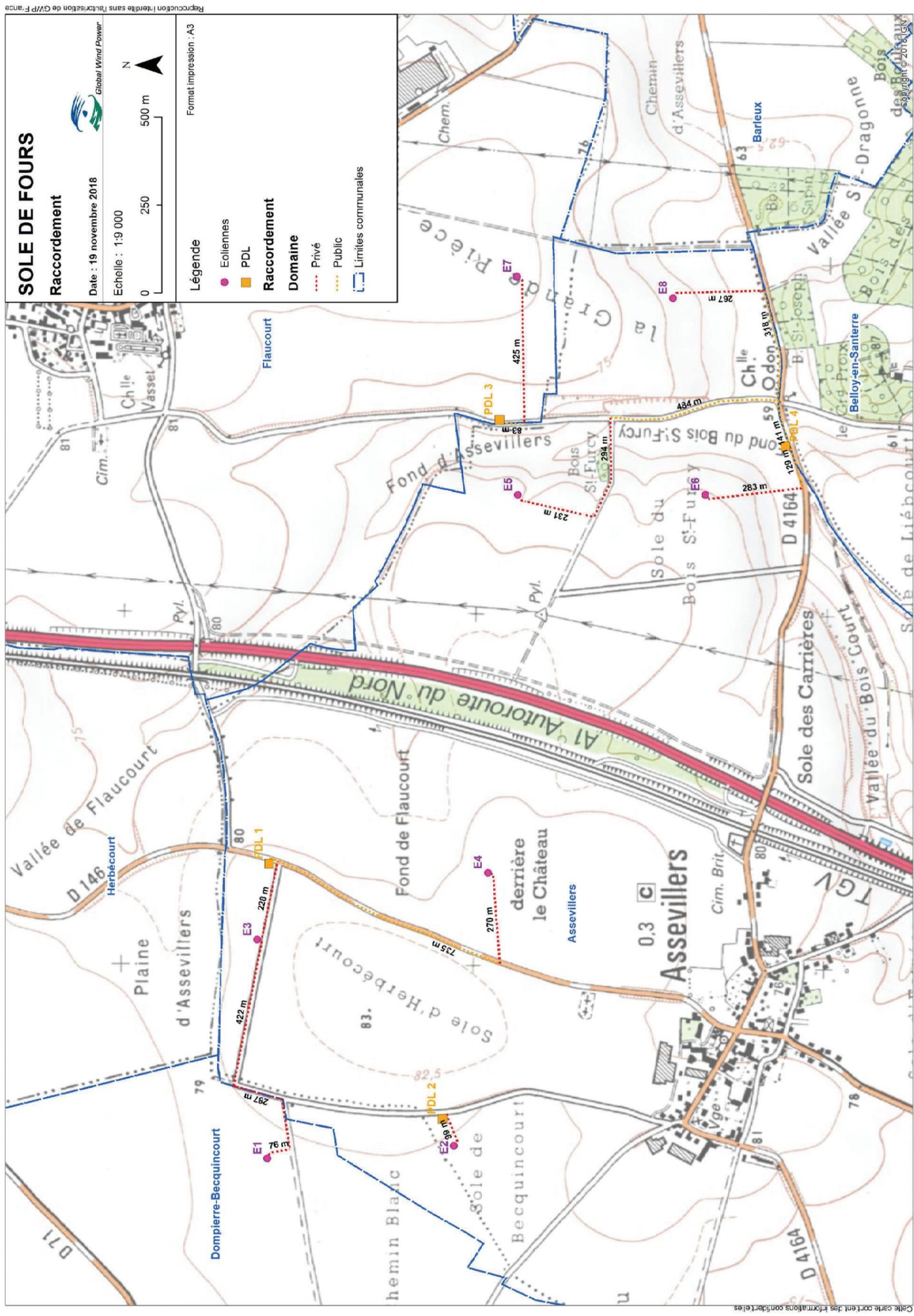
5.7 Exemple de coupe-type d'un poste de livraison



Nomenclature

Reper	DESIGNATION	Reper	DESIGNATION
1	Cellule HTA "EDF"	25	Barre de terre (terre du neutre)
2	Cellule HTA "Mesure Tension"	26	Arret d'urgence
3	Cellule HTA "Disjoncteur general"	27	Interrupteur
4	Cellule HTA "Transto. des auxiliaires"	28	Porte visible HTA
5	Cellule HTA "Arrete part."	29	Coffret API telegestion (L1000xH1000xP300)
6		30	Serveur Panel (L600xP1000xH1900)
7		31	Serviers C&E Panel (L600xP800xH1900)
8	Coffret Fibre Optique (Splice Box)	32	Coffret de distribution BT local (L550xH800xP150)
9	Coffret Fibre Optique (Splice Box)	33	Coffret protection telephonique (L250xH230xP95)
10	Transformateur TSA (100kVA)	34	Bureau (700x800)
11	Chargeur 48 Vdc C13-100 (L450xH600xP250)	35	Prise de courant (1P+3)
12a	Coffret troniere D.E.I.E. (L580xH450xP150)	36	Prise telephone (comparteur)
12b	Coffret D.E.I.E. (en alu)	37	Centrale incendie (L370xH300xP118)
13	Extincteur	38	Porte documents
14	Coffret distribution BT local HTA (L600xH1400xP300)	39	Reglette France Telecom
15	Chargeur 48 Vdc Powerts (L450xH600xP250)	40	Coffret frontiere Scada PDL 1 (L575xH450xP150)
16	Comptage EDF (L500xH800xP140)	41	Coffret frontiere Scada PDL 2 (L575xH450xP150)
17	Convecteur 1000w	42	Coffret batime (L500xH600xP250)
18	Accessoires de securite	43	Fin de course porte (T.C.R)
19	Convecteur 750w	44	
20	Bloc autonome d'alimentation de securite	45	
21	3 prises de courant 2P+T	46	
22	Bloc de secours portatif	47	
23	Porte avec affichage réglementaire	48	
24	Barre de terre (terre des Masses métalliques)	49	

ANNEXES



KBIS
SIRET

Extrait Kbis

EXTRAIT D'IMMATRICULATION PRINCIPALE AU REGISTRE DU COMMERCE ET DES SOCIETES

à jour au 18 septembre 2017

IDENTIFICATION DE LA PERSONNE MORALE

<i>Immatriculation au RCS, numéro</i>	823 423 496 R.C.S. Nanterre
<i>Date d'immatriculation</i>	28/10/2016
<i>Dénomination ou raison sociale</i>	WP FRANCE 24
<i>Forme juridique</i>	Société par actions simplifiée à associé unique
<i>Capital social</i>	6 000,00 Euros
<i>Adresse du siège</i>	52-54 Quai de Dion Bouton Tour Vista 92800 Puteaux
<i>Activités principales</i>	L'aménagement, la construction, le développement, l'exploitation, la maintenance, la gestion de parcs éoliens, l'exploitation desdits parcs en vue de produire et de vendre de l'énergie, la détention de tous droits et autorisations pour l'exploitation desdits parcs.
<i>Durée de la personne morale</i>	Jusqu'au 28/10/2115
<i>Date de clôture de l'exercice social</i>	31 décembre
<i>Date de clôture du 1er exercice social</i>	31/12/2017

GESTION, DIRECTION, ADMINISTRATION, CONTROLE, ASSOCIES OU MEMBRES

Président

<i>Nom, prénoms</i>	SANDAGER Michaël
<i>Date et lieu de naissance</i>	Le 06/10/1961 à COPENHAGUE (DANEMARK)
<i>Nationalité</i>	Danoise
<i>Domicile personnel</i>	229 Quai de Seine 78670 Villennes-sur-Seine

Commissaire aux comptes titulaire

<i>Dénomination</i>	GEORGES REY CONSEILS
<i>Forme juridique</i>	Société par actions simplifiée
<i>Adresse</i>	23 Passage Charles Dallery 75011 Paris
<i>Immatriculation au RCS, numéro</i>	410 365 837 R.C.S. Paris

Commissaire aux comptes suppléant

<i>Dénomination</i>	J.M.H CONSEIL
<i>Forme juridique</i>	Société à responsabilité limitée
<i>Adresse</i>	65 Rue Alexandre Dumas 75020 Paris
<i>Immatriculation au RCS, numéro</i>	330 686 635 R.C.S. Paris

RENSEIGNEMENTS RELATIFS A L'ACTIVITE ET A L'ETABLISSEMENT PRINCIPAL

<i>Adresse de l'établissement</i>	52-54 Quai de Dion Bouton Tour Vista 92800 Puteaux
<i>Activité(s) exercée(s)</i>	L'aménagement, la construction, le développement, l'exploitation, la maintenance, la gestion de parcs éoliens, l'exploitation desdits parcs en vue de produire et de vendre de l'énergie, la détention de tous droits et autorisations pour l'exploitation desdits parcs.
<i>Date de commencement d'activité</i>	14/10/2016
<i>Origine du fonds ou de l'activité</i>	Création
<i>Mode d'exploitation</i>	Exploitation directe

IMMATRICULATION HORS RESSORT

R.C.S. Amiens

Le Greffier



FIN DE L'EXTRAIT



Service Statistique
Répertoire SIRENE

Toute modification (changement d'adresse, statut, raison sociale, activité...) concernant votre entreprise doit être déclarée au CFE dont vous dépendez.

Pour plus de précisions, consulter le site internet Insee.fr à l'adresse :
<https://www.insee.fr/fr/information/1972060>

Service Info Sirene
09 72 72 6000

prix d'un appel local

SITUATION AU REPERTOIRE SIRENE

A la date du 11 septembre 2018

Description de l'entreprise	Entreprise active au répertoire Sirene depuis le 14/10/2016
Identifiant SIREN	823 423 496
Identifiant SIRET du siège	823 423 496 00061
Désignation	WP FRANCE 24
Catégorie juridique	5710 - SAS, société par actions simplifiée
Activité Principale Exercée (APE)	3511Z - Production d'électricité
Appartenance au champ ESS	Non

Description de l'établissement	Etablissement actif au répertoire Sirene depuis le 02/11/2016
Identifiant SIRET	823 423 496 00038
Adresse	WP FRANCE 24 LIEU DIT SOLE D'HERBECOURT ZH 46 PDL 1 80200 ASSEVILLERS
Activité Principale Exercée (APE)	3511Z - Production d'électricité

Important :A l'exception des informations relatives à l'identification de l'entreprise, les renseignements figurant dans ce document, en particulier le code APE, n'ont de valeur que pour les applications statistiques (décret n°2007-1888 du 26 décembre 2007 portant approbation des nomenclatures d'activités françaises et de produits, paru au JO du 30 décembre 2007).

Avertissement :aucune valeur juridique n'est attachée à l'avis de situation.

Site de gestion: **INSEE, DR HAUTS-DE-FRANCE**
SIRENE, Service Statistique
130 AVENUE DU PRESIDENT J.-F. KENNEDY
CS 70769
59034 LILLE CEDEX



Service Statistique
Répertoire SIRENE

Toute modification (changement d'adresse, statut, raison sociale, activité...) concernant votre entreprise doit être déclarée au CFE dont vous dépendez.

Pour plus de précisions, consulter le site internet Insee.fr à l'adresse :
<https://www.insee.fr/fr/information/1972060>

Service Info Sirene
09 72 72 6000

prix d'un appel local

SITUATION AU REPERTOIRE SIRENE

A la date du 11 septembre 2018

Description de l'entreprise	Entreprise active au répertoire Sirene depuis le 14/10/2016
Identifiant SIREN	823 423 496
Identifiant SIRET du siège	823 423 496 00061
Désignation	WP FRANCE 24
Catégorie juridique	5710 - SAS, société par actions simplifiée
Activité Principale Exercée (APE)	3511Z - Production d'électricité
Appartenance au champ ESS	Non

Description de l'établissement	Etablissement actif au répertoire Sirene depuis le 02/11/2016
Identifiant SIRET	823 423 496 00046
Adresse	WP FRANCE 24 PARCELLE ZH 32 PDL 2 LIEU DIT SOLE DE BECQUINCOURT 80200 ASSEVILLERS
Activité Principale Exercée (APE)	3511Z - Production d'électricité

Important :A l'exception des informations relatives à l'identification de l'entreprise, les renseignements figurant dans ce document, en particulier le code APE, n'ont de valeur que pour les applications statistiques (décret n°2007-1888 du 26 décembre 2007 portant approbation des nomenclatures d'activités françaises et de produits, paru au JO du 30 décembre 2007).

Avertissement :aucune valeur juridique n'est attachée à l'avis de situation.

Site de gestion: **INSEE, DR HAUTS-DE-FRANCE**
SIRENE, Service Statistique
130 AVENUE DU PRESIDENT J.-F. KENNEDY
CS 70769
59034 LILLE CEDEX



Service Statistique Répertoire SIRENE

Toute modification (changement d'adresse, statut, raison sociale, activité...) concernant votre entreprise doit être déclarée au CFE dont vous dépendez.

Pour plus de précisions, consulter le site internet Insee.fr à l'adresse :
<https://www.insee.fr/fr/information/1972060>

Service Info Sirene
09 72 72 6000

prix d'un appel local

SITUATION AU REPERTOIRE SIRENE

A la date du 11 septembre 2018

Description de l'entreprise	Entreprise active au répertoire Sirene depuis le 14/10/2016
Identifiant SIREN	823 423 496
Identifiant SIRET du siège	823 423 496 00061
Désignation	WP FRANCE 24
Catégorie juridique	5710 - SAS, société par actions simplifiée
Activité Principale Exercée (APE)	3511Z - Production d'électricité
Appartenance au champ ESS	Non

Description de l'établissement	Etablissement actif au répertoire Sirene depuis le 02/11/2016
Identifiant SIRET	823 423 496 00020
Adresse	WP FRANCE 24 PARCELLE ZB 60 PDL 3 LIEU DIT SOLE DE BARLEUX 80200 FLAUCOURT
Activité Principale Exercée (APE)	3511Z - Production d'électricité

Important : A l'exception des informations relatives à l'identification de l'entreprise, les renseignements figurant dans ce document, en particulier le code APE, n'ont de valeur que pour les applications statistiques (décret n°2007-1888 du 26 décembre 2007 portant approbation des nomenclatures d'activités françaises et de produits, paru au JO du 30 décembre 2007).

Avertissement : aucune valeur juridique n'est attachée à l'avis de situation.

Site de gestion: **INSEE, DR HAUTS-DE-FRANCE**
SIRENE, Service Statistique
130 AVENUE DU PRESIDENT J.-F. KENNEDY
CS 70769
59034 LILLE CEDEX



Service Statistique Répertoire SIRENE

Toute modification (changement d'adresse, statut, raison sociale, activité...) concernant votre entreprise doit être déclarée au CFE dont vous dépendez.

Pour plus de précisions, consulter le site internet Insee.fr à l'adresse :
<https://www.insee.fr/fr/information/1972060>

Service Info Sirene
09 72 72 6000

prix d'un appel local

SITUATION AU REPERTOIRE SIRENE

A la date du 11 septembre 2018

Description de l'entreprise	Entreprise active au répertoire Sirene depuis le 14/10/2016
Identifiant SIREN	823 423 496
Identifiant SIRET du siège	823 423 496 00061
Désignation	WP FRANCE 24
Catégorie juridique	5710 - SAS, société par actions simplifiée
Activité Principale Exercée (APE)	3511Z - Production d'électricité
Appartenance au champ ESS	Non

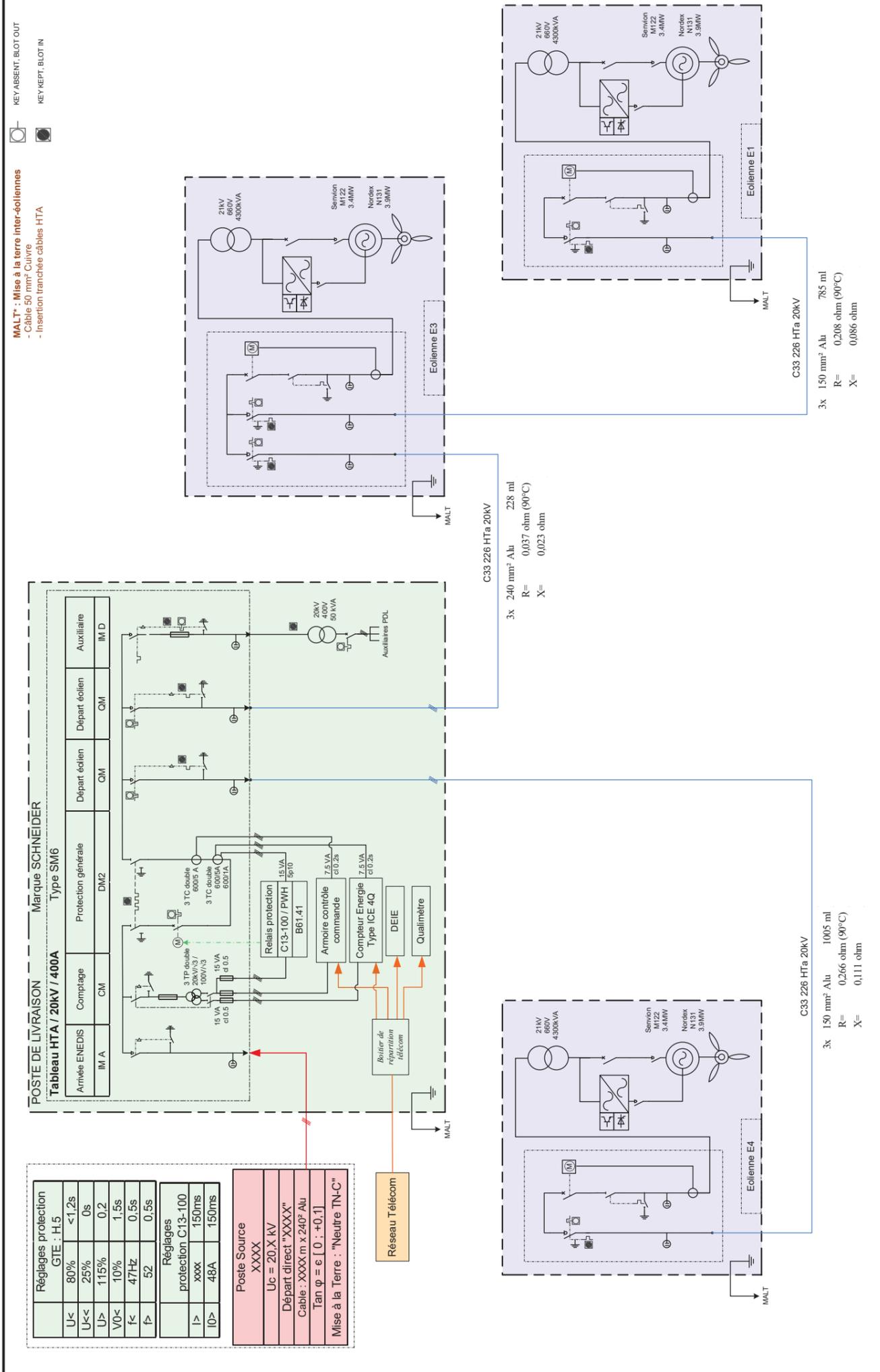
Description de l'établissement	Etablissement actif au répertoire Sirene depuis le 02/11/2016
Identifiant SIRET	823 423 496 00053
Adresse	WP FRANCE 24 PARCELLE ZK 21 PDL 4 LIEU DIT SOLE DU BOIS ST FURCY 80200 ASSEVILLERS
Activité Principale Exercée (APE)	3511Z - Production d'électricité

Important : A l'exception des informations relatives à l'identification de l'entreprise, les renseignements figurant dans ce document, en particulier le code APE, n'ont de valeur que pour les applications statistiques (décret n°2007-1888 du 26 décembre 2007 portant approbation des nomenclatures d'activités françaises et de produits, paru au JO du 30 décembre 2007).

Avertissement : aucune valeur juridique n'est attachée à l'avis de situation.

Site de gestion: **INSEE, DR HAUTS-DE-FRANCE**
SIRENE, Service Statistique
130 AVENUE DU PRESIDENT J.-F. KENNEDY
CS 70769
59034 LILLE CEDEX

Schémas électriques unifilaires



Ind	Date	Modification	Ver	Ind	Date	Modification	Ver
0	11/09/2018	Edition originale / J.Isambert		LM			

A3
 Sole de Fours_PDL1_unifilaire_V0_110918.vsd
 Schéma unifilaire - 10,2 ou 11,7 MW
 WP France 24 - PDL1
 LD Sole d'Herbecourt - Assevillers (80200)

JIGRID
 30 allée des Tileuls
 04200 Sisteron

NF C 33-226 12/20 (24) kV ALU

FR-N20XA8E

MV cables NF C 33-226

Description

Utilisation

Le câble NF C 33-226 est destiné à la distribution publique moyenne tension HTA 12/20 kV.
Il est classé AD8 (eau douce < 0.2 bar), AF2 et AN3 au sens de la norme NF C 13-200.
La gaine extérieure du câble est résistante aux termites.

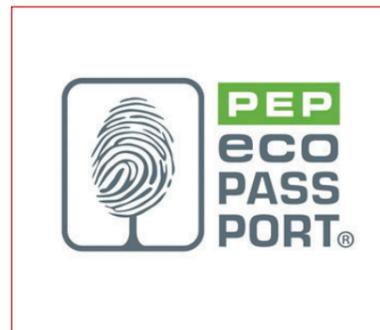


Description

Il peut être constitué de 3 conducteurs de phase assemblés en torsade.

Conditions de pose

Profondeur de pose : 0.80 m
Résistivité thermique du sol : 1.2 °K m/W



Caractéristiques électriques

Les caractéristiques de court-circuit sont calculées selon l'IEC 60949.
- La tenue à l'intensité en C.C.(1s) caractérise le courant dans l'écran.
- Le courant de C.C. admissible caractérise le courant maxi dans le conducteur pendant 1s.

Normes
Nationales NF C 33-226

Variantes

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

- Ame cuivre
- Tension différente
- Section différente
- Conducteur de terre
- Ecran aluminium d'épaisseur renforcée
- Torsade
- Protection polyéthylène pour **Enterrabilité Directe Renforcée (EDR)** en torsade.

Flexibilité de l'âme Câblée classe 2	Tension de service nominale Uo/U (Um) 12 / 20 (24) kV	Résistance mécanique aux chocs AG4	Temp. installation, plage -10 .. 50 °C	Résistance aux intempéries AN3 / AF2	Non propagateur de la flamme C2, NF C 32-070

NF C 33-226 12/20 (24) kV ALU

Caractéristiques

Caractéristiques de construction	
Flexibilité de l'âme	Câblée classe 2
Caractéristiques dimensionnelles	
Epaisseur de l'écran	150 µm
Caractéristiques électriques	
Tension de service nominale Uo/U (Um)	12 / 20 (24) kV
Caractéristiques mécaniques	
Résistance mécanique aux chocs	AG4
Caractéristiques d'utilisation	
Température ambiante lors de l'installation, plage	-10 .. 50 °C
Résistance aux intempéries	AN3 / AF2
Non propagateur de la flamme	C2, NF C 32-070

Information de livraison

Marquage

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

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

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

Flexibilité de l'âme Câblée classe 2	Tension de service nominale Uo/U (Um) 12 / 20 (24) kV	Résistance mécanique aux chocs AG4	Temp. installation, plage -10 .. 50 °C	Résistance aux intempéries AN3 / AF2	Non propagateur de la flamme C2, NF C 32-070