

OSTWIND

PARC ÉOLIEN DE L'ALEMONT (2 AÉROGÉNÉRATEURS)



Etude de danger
Résumés non techniques



Siège social :
5 Ter rue de Verdun
80710 QUEVAUVILLERS
Tél : 03 22 90 33 98
Fax : 03 22 90 33 99
Courriel : eqs@wanadoo.fr
Web : www.allianceverte.com

Etude réalisée par :



**5 Ter rue de Verdun
80710 QUEVAUVILLERS
Tél : 03 22 90 33 98
Fax : 03 22 90 33 99
Courriel : eqs@wanadoo.fr
Web : www.allianceverte.com**

Dossier n° : 1210206

en juillet 2013

Rédacteur principal : Aurore NEY

Vérification : Christophe BINET

RÉSUMÉ NON TECHNIQUE

NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSÉES

Depuis la loi du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, les éoliennes relèvent du régime des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). Le décret n° 2011-984 du 23 août 2011, modifiant la nomenclature des installations classées, a ainsi pour objet de créer une rubrique dédiée aux éoliennes (2980). Il soumet :

- **au régime de l'autorisation**, les installations d'éoliennes comprenant au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure ou égale à 50 mètres, ainsi que celles comprenant des aérogénérateurs d'une hauteur comprise entre 12 et 50 mètres et d'une puissance supérieure ou égale à 20 MW,
- **au régime de la déclaration**, les installations d'éoliennes comprenant des aérogénérateurs d'une hauteur comprise entre 12 et 50 mètres et d'une puissance inférieure à 20 MW.

Le parc éolien de l'Alemont, projeté par la société Ostwind, comportant plusieurs aérogénérateurs dont le mât a une hauteur supérieure à 50 m* (111 m), est soumis à autorisation (A) au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement. Le dossier a pour but d'obtenir l'autorisation d'exploiter une installation de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent (éoliennes). Il doit présenter une étude de dangers au sein de sa demande d'autorisation d'exploiter.

CONTENU ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE DE DANGERS

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

Cette étude est proportionnée aux risques présentés par les éoliennes du parc de l'Alemont. 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 l'Alemont, qui réduisent le risque à l'intérieur et à l'extérieur des éoliennes à un niveau acceptable. Le dossier se base sur les préconisations de l'Ineris (Guide technique - élaboration de l'études de dangers dans le cadre des parcs éoliens).

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.

* : conformément aux recommandations de l'inspection des installations classées et en cohérence avec l'article R. 421-2-c du Code de l'urbanisme, la hauteur de mât à considérer en application de cette nomenclature est à prendre nacelle comprise.

INFORMATIONS GÉNÉRALES CONCERNANT L'INSTALLATION

• Localisation du site et caractéristiques du projet

Le parc éolien est localisé dans le département de la Somme (80), au Nord-Ouest de la Picardie. Il est situé sur l'axe Amiens - Abbeville, respectivement à 14 km au Nord-Ouest et 20 km, au Sud-Est.

Le projet est inclus dans la Zone de Développement Éolien (ZDE) de la Communauté de Communes du Val de Nièvre et Environs, créée par l'arrêté préfectoral du 14 avril 2008. Cette ZDE peut contenir une puissance éolienne comprise entre 1 et 50 MW.

Le projet d'Ostwind consiste en l'implantation d'un parc éolien d'une puissance totale de l'ordre de 14 MW sur le secteur 3 bis de la ZDE (territoire de Bettencourt-Saint-Ouen, Saint-Ouen et Vignacourt). Ce parc comprendra à terme 7 éoliennes toutes identiques (de type Vestas V90), de 2 MW de puissance unitaire et d'une hauteur maximale, en bout de pale, de 150 m.

A noter que 2 des 7 machines prévues initialement ont été abandonnées en raison de problèmes de perception depuis l'agglomération de Bettencourt-Saint-Ouen. Ces deux machines, dont les emplacements ont été redéfinis, font l'objet de la présente étude, qui s'insérera dans le Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter. Elles seront notées AL01 et AL02.

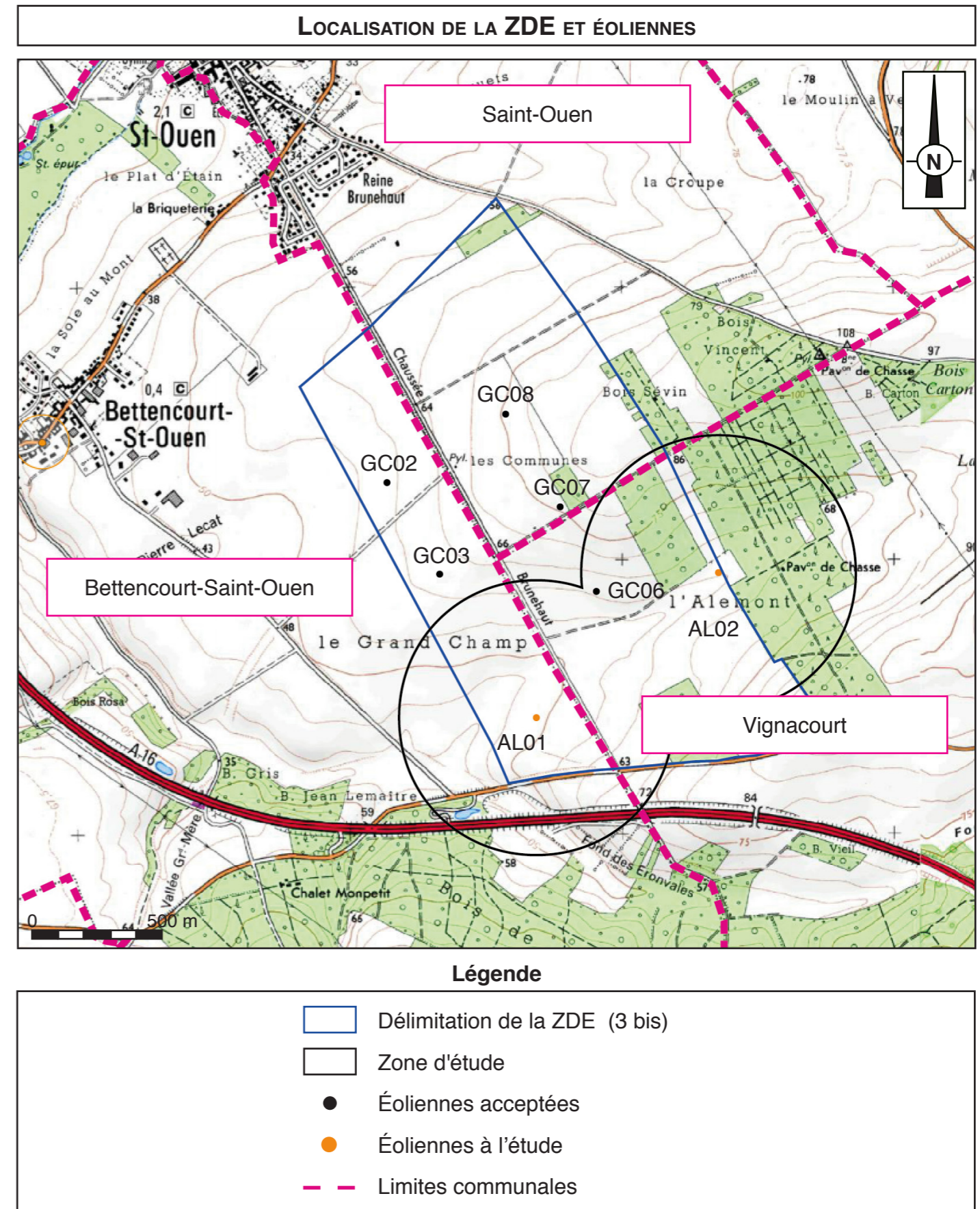
Les deux machines sont localisées sur une zone favorable à l'éolien sous conditions d'après le Schéma Régional Éolien de Picardie.

• Définition de l'aire d'étude

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

Chaque aire d'étude correspond à l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 m à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur. Cette distance équivaut à la distance maximum d'effet retenue par l'Ineris (scénario de projection d'éléments de l'éolienne). La zone d'étude ainsi définie est matérialisée sur la figure ci-contre.

La zone d'étude n'intègre pas les environs du poste de livraison, les expertises conduites par l'Ineris ayant montré l'absence d'effet à l'extérieur du poste de livraison pour chacun des phénomènes dangereux potentiels pouvant l'affecter.



DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

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

ENVIRONNEMENT HUMAIN

• Démographie et urbanisme

Au cours des trente dernières années, toutes les communes à proximité ont globalement vu leur population s'accroître.

Les zones urbanisées les plus proches des éoliennes sont situées à 1500 m pour la commune de Bettencourt-Saint-Ouen (AL01) et 1900 m pour Saint-Ouen (AL02).

Plusieurs bâtiments isolés sont à mentionner au Sud de l'A 16 sur le territoire de Bettencourt-Saint-Ouen (chalet Mont Petit et fermes de Bachimont).

• Activités

Aucun Établissement Recevant du Public (ERP) n'est présent sur la zone d'étude.

Aucune Installation Classée pour la Protection de l'Environnement n'est située dans la périmètre d'étude, hormis la ferme éolienne du Grand Champ. Les installations les plus proches situées à Vignacourt et Saint-Ouen (plus de 2,5 km) ne sont pas des installations SEVESO (Installations les plus dangereuses).

Les machines sont situées en zone rurale sur des terres cultivées. Ainsi aucune activité commerciale, industrielle n'est présente dans les limites de la zone d'étude.

Concernant les loisirs, le GR 123, qui relie les départements du Pas-de-Calais et de l'Oise, passe au Sud de l'A 16. Plus de 2,4 km le séparent des installations projetées.

ENVIRONNEMENT NATUREL

• Contexte climatique

Proche de la mer, la Somme est sous influence océanique dont la caractéristique principale est une faible saisonnalité. Les régions du Nord Amiénois et du Ponthieu sont soumises à un climat maritime adouci.

Les températures restent douces sur l'ensemble de l'année. Les précipitations sont abondantes (772 mm par an en moyenne) et régulièrement réparties sur l'année. Les vents dominants en fréquence et en intensité sont des vents maritimes de secteur Ouest à Sud-Ouest. Les rafales supérieures à 100 km/h sont peu fréquentes (4 jours/ an).

• Risques naturels

Les risques naturels sont susceptibles de constituer des agresseurs potentiels pour les éoliennes et seront donc pris en compte dans l'Analyse Préliminaire des Risques.

Le projet d'implantation du parc éolien est localisé dans la zone de sismicité 1, pour laquelle le risque sismique est qualifié de très faible. Ainsi aucune réglementation parasismique n'est applicable aux ouvrages.

Quelques cavités sont recensées sur les communes de la zone d'étude. L'ouvrage militaire, l'Alemont (Commune de Vignacourt) est situé dans le bois à l'Est de l'implantation des éoliennes. Cependant, aucun mouvement de terrain n'a été recensé sur les communes du projet.

L'aléa retrait-gonflement d'argiles est à priori nul sur la majeure partie de la zone d'étude, il peut toutefois être très localement faible dans la partie Sud.

Le risque orageux peut être apprécié grâce à deux types d'informations : le niveau kéraunique (Nk), qui est le "nombre de jours par an où l'on entend gronder le tonnerre", et la densité de foudroiement (Df) qui est le "nombre de coup de foudre au sol par km² et par an". Au niveau du secteur d'étude, le niveau kéraunique est de 7 et la densité de foudroiement s'élève à 1,14. Les deux valeurs sont inférieures à la moyenne française (Nk = 20 et Df = 1,20). Le risque orageux dans le secteur du projet, peut donc être considéré comme relativement modéré.

Le risque tempête intéresse particulièrement le quart Nord-Ouest du territoire métropolitain et la façade atlantique dans sa totalité. Les seuls arrêtés de catastrophe naturelle sur les communes concernées par l'implantation des aérogénérateurs sont néanmoins liés à la tempête de 1999, qui a touché une grande partie de la France. Elle est considérée comme l'une des plus dramatiques de ces dernières décennies, avec un bilan total de 92 morts et de plus de 15 milliards d'euros de dommages. Sa période de retour est de l'ordre de 400/500 ans.

ENVIRONNEMENT MATÉRIEL

• Voies de communication

Plusieurs départementales et une autoroute sont localisées à proximité des machines. L'A 16 et la D 112 sont comprises dans la périmètre de la zone d'étude. Le trafic journalier de l'A 16 s'élevait à 12531 véhicules en 2009, elle est donc classée comme voie structurante (plus de 2000 véhicules par jour) et devra être considérée à part entière dans l'Analyse Détaillée des Risques. Compte tenu de l'absence de chiffres plus récents et de l'évolution du trafic depuis 2009, un trafic de 13 784 véhicules, correspondant à une augmentation de 10% de la fréquentation par rapport à 2009, sera considéré par précaution par la suite.

La zone d'étude n'est pas concernée par d'autres types de transport (ferroviaire, fluvial...).

• Réseaux publics et privés

Deux lignes électriques haute tension sont situées à proximité :

- la ligne Argoeuves/Sorris à environ 760 m à l'Est de l'éolienne AL02 (la plus proche),
- la ligne Ville-le-Marcelet/Amiens à environ 1080 m à l'Ouest de l'éolienne AL01 (la plus proche).

La canalisation de gaz haute pression "Amiens-Flixecourt" est située dans le périmètre de la zone d'étude. L'emplacement de la bande de servitude non aedificandi de 6 m, ainsi que des précautions quant aux constructions autour de la canalisation ont été fournies par GRT Gaz, exploitant de cette canalisation.

Aucune des communes sur lesquelles est implanté le projet n'est concernée par un Plan de Prévention du Risque Inondation. Par ailleurs, le site étudié est localisé sur une zone de sensibilité très faible à faible du point de vue du risque remontée de nappe.

GRT Gaz a établi un Guide de Savoir Faire intitulé "Risques liés à la présence de structures hautes massives ou d'éoliennes à proximité des ouvrages de transport de gaz". Ce document présente et justifie la démarche d'établissement des distances de sécurité établie par GRT Gaz pour se prémunir de dommages sur ses ouvrages. Les éléments de ce document ont permis de déterminer trois zones :

- Zone 1 ($D \geq 294$ m) : aucune mesure n'est nécessaire sur l'ouvrage,
- Zone 2 ($294 \text{ m} > D \geq 175$ m) : certificat type et engagement sur la maintenance et sur les fondations,
- Zone 3 ($D < 175$ m) : zone interdite sauf étude probabiliste au cas par cas et préconisations demandées en zone 2.

Les éoliennes projetées sont situées à environ 220 m (éolienne AL01) et 400 m (éolienne AL02) de la canalisation (distance minimale), soit respectivement en zone 2 et 1.

Aucun autre ouvrage n'est présent (barrages, digues, châteaux d'eau...).

CARTOGRAPHIE DE SYNTHÈSE

La carte ci-après permet de localiser les enjeux à protéger dans la zone d'étude, en localisant les biens, infrastructures et autres établissements et en présentant le nombre de personnes exposées par secteur (champs, routes...).

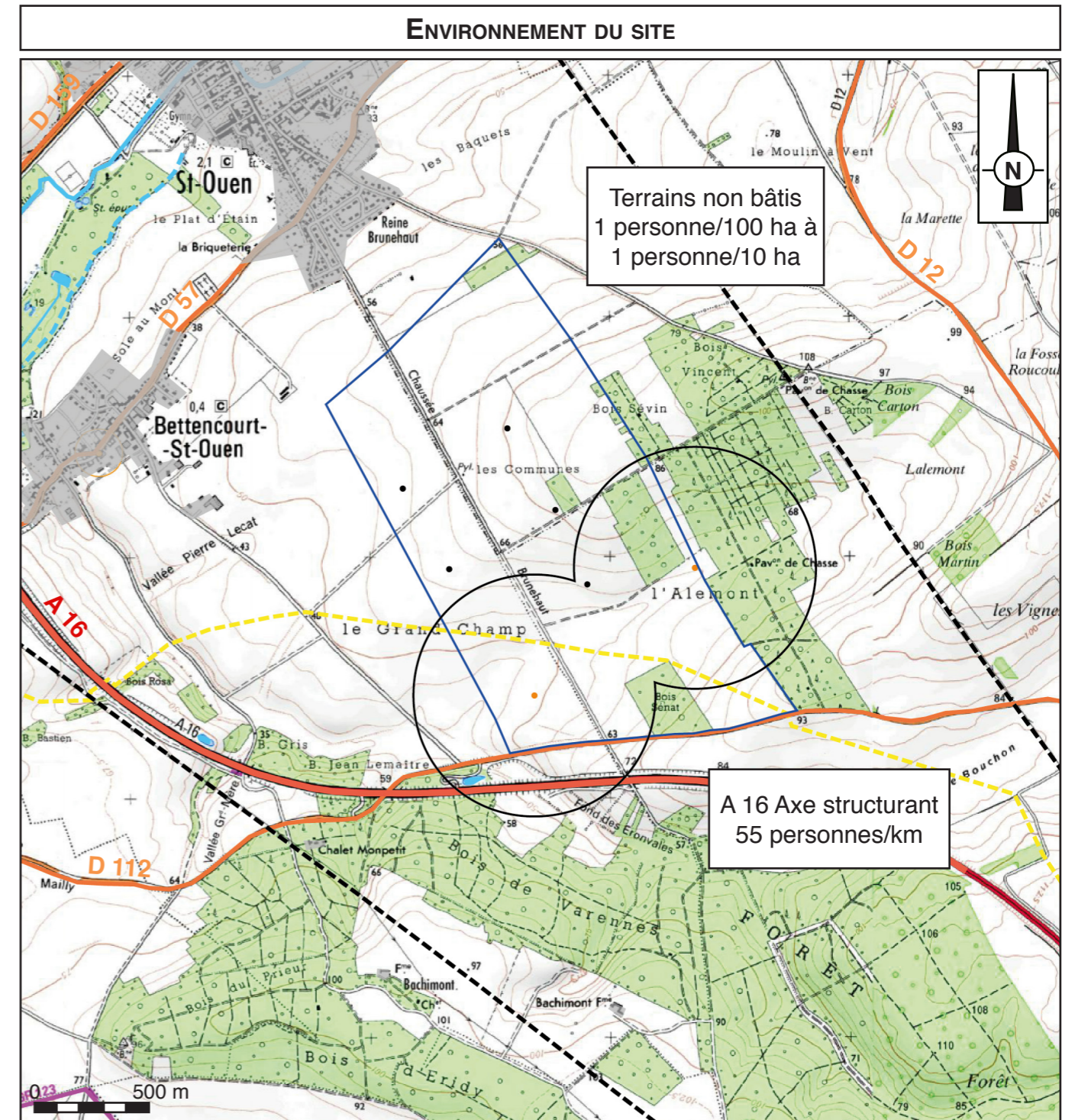
La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

Les terrains non bâtis présents se répartissent entre les catégories :

- des terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais...) pour lesquels on compte 1 personne par tranche de 100 ha,
- des terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, chemins agricoles, plates-formes de stockage...), pour lesquels on compte 1 personne par tranche de 10 hectares.

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

L'autoroute A 16 est une voie structurante (13 784 véhicules/jour), on compte 0,4 personne permanente par kilomètre exposé, par tranche de 100 véhicules/jour.



Légende

	Zone d'étude		Zones urbanisées
	Délimitation de la ZDE (3 bis)		Autoroute
	Éoliennes acceptées		Route départementale
	Éoliennes à l'étude		Chemin de randonnée
	Réseau hydrographique		Lignes électriques
	Cultures		Canalisation de gaz
	Boisements		

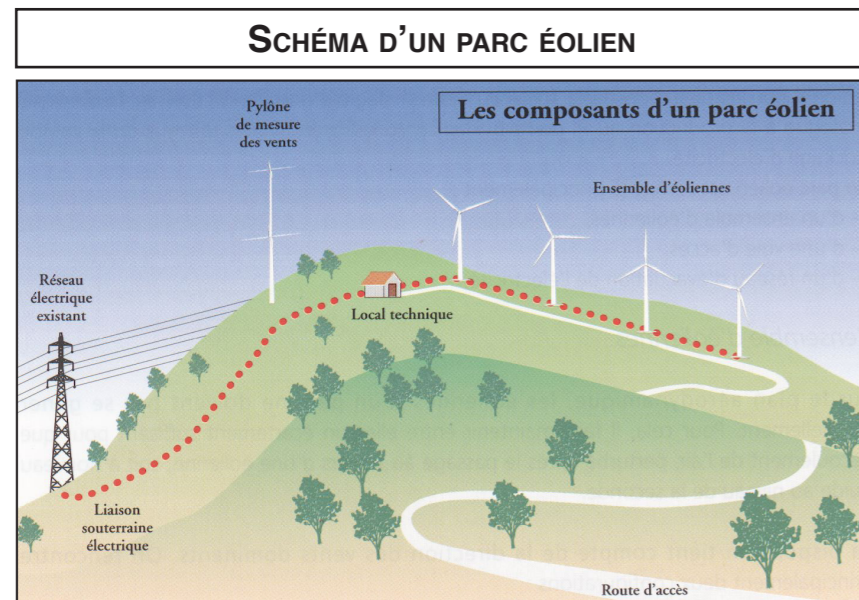
DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

LE PARC ÉOLIEN

Un parc éolien est une installation de production d'électricité pour le réseau électrique national par l'exploitation de la force du vent.

Un parc éolien est composé :

- d'un ensemble d'éoliennes,
- de voies d'accès aux éoliennes,
- d'un réseau d'évacuation de l'électricité,
- d'un poste de livraison,
- d'un pylône de mesure des vents (optionnel).



Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur de chaque éolienne, au point de raccordement avec le réseau public : le poste de livraison, situé au pied de l'éolienne AL01. Il constitue ainsi l'interface entre le parc éolien et le poste de raccordement de RTE, récepteur de la production électrique du parc.

Conformément à l'Art. 7. de l'arrêté du 26 août 2011, les voies d'accès aux aérogénérateurs sont permanentes, carrossables et entretenues, afin de permettre l'intervention des équipes de maintenance comme des services d'incendie et de secours.

Par ailleurs, les abords de l'installation, sous le contrôle de l'exploitant, sont maintenus propres.

LES ÉOLIENNES

Les éoliennes Vestas sont des aérogénérateurs utilisant la force motrice du vent pour produire de l'électricité.

La Vestas V90 est une éolienne à pas variable avec un système actif d'orientation face au vent. Ces caractéristiques permettent à l'éolienne de maintenir sa puissance à un niveau maximal.

Une éolienne comprend les principaux éléments suivants :

- la fondation en béton armé,
- le mât ou la tour en acier,
- le rotor avec ses pales,
- la nacelle qui contient notamment le générateur,
- le système de couplage vers le réseau électrique public.

Les éoliennes industrielles sont dimensionnées pour une des neuf classes vitesse/turbulence du vent. Le site fait également l'objet d'un classement selon ces deux critères. Les machines sont alors choisies de manière à faire concorder la classe de la turbine et la classe du site. Les éoliennes du parc relèvent de la classe IEC IIIA (vitesse de vent faible et turbulence relativement importante).

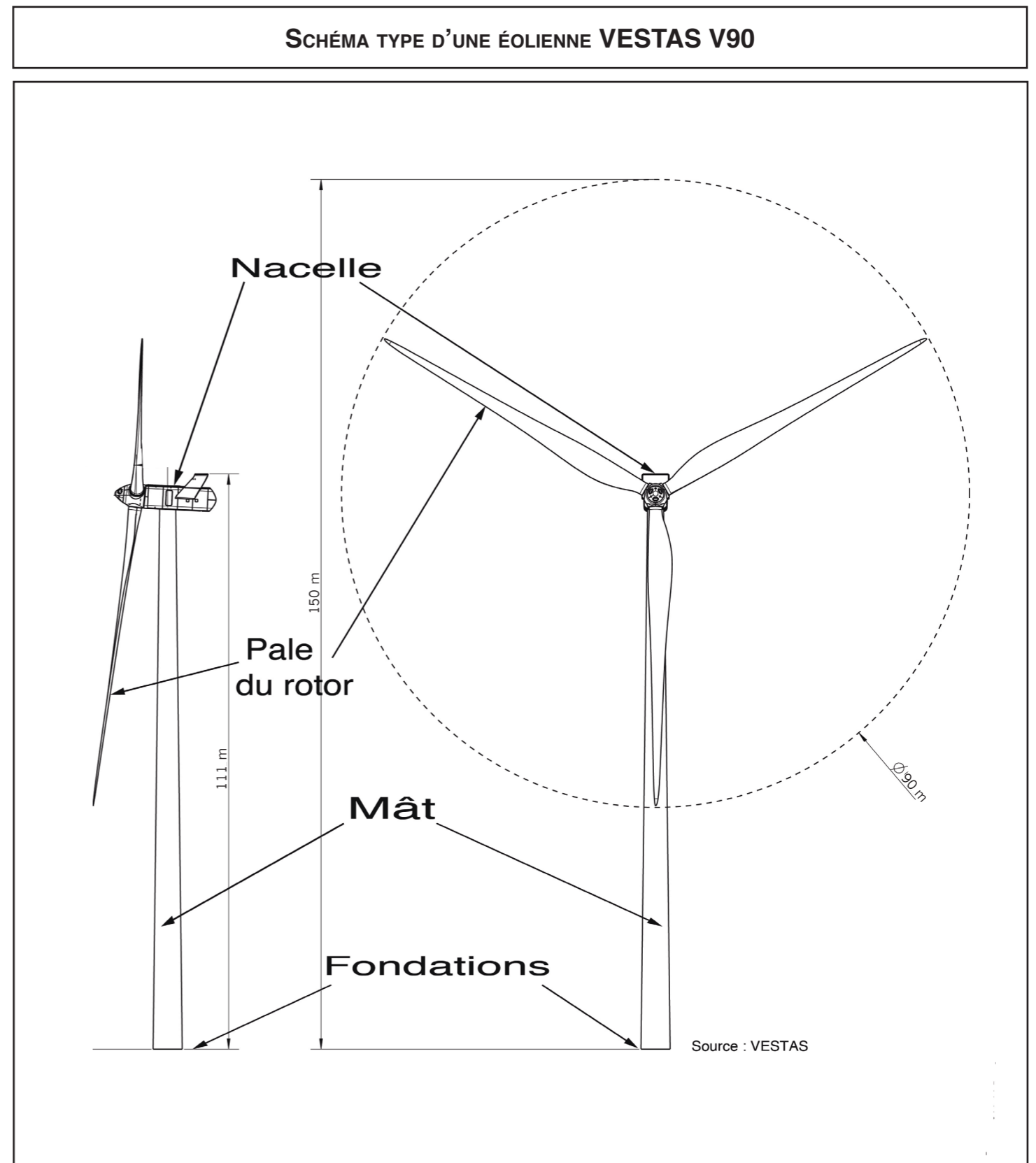
Les machines sont équipées d'un système SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) qui permet le diagnostic et l'analyse des performances en permanence et le pilotage à distance, à partir des informations fournies par les capteurs. Le parc de l'Alemont sera ainsi relié au centre de télésurveillance de Madrid (Vestas Méditerranée).

Le système SCADA permet également la transmission de messages d'erreurs en cas d'anomalie, afin de mettre en oeuvre les actions nécessaires.

Les éoliennes Vestas sont conçues, fabriquées, installées et certifiées selon les exigences de la norme IEC 61400. La norme IEC 61400-1 intitulée "Exigence pour la conception des aérogénérateurs" fixe les prescriptions propres à fournir "un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie de l'éolienne".

Les principales caractéristiques de l'éolienne V90 sont synthétisées ci-dessous.

Puissance nominale		2000 kW
Hauteur en bout de pale		150 m
Rotor	Diamètre du rotor	90 m
	Type	Face au vent avec système actif de réglage de pales
	Sens de rotation	Sens horaire
	Vitesse de rotation nominale	14,9 tours/min (9,6 tours/min au minimum pour couplage au réseau et 17 tours/min au maximum)
	Surface balayée	6362 m ²
	Nombre de pales	3
	Matériau des pales	Fibre de verre renforcée epoxy et fibres de carbone
	Frein	Mise en drapeau par trois vérins distincts (aérodynamique)
Tour	Hauteur	105 m
	Matériau	Acier
Données opérationnelles	Vitesse de vent démarrage	4 m/s
	Vitesse de vent nominale	13 m/s
	Vitesse de vent de coupure	25 m/s
Génératrice	Type	Asynchrone
	Fréquence	60 Hz
	Voltage	690 V
Conditions climatiques	Température	-20°C à +40°C
	Vitesse de vent extrême (moyenne 10 min)	37,5 m/s
	Vitesse de vent extrême (rafale de 3s)	52,5 m/s
	Classe vent IEC	IIIA
Couleur de l'éolienne		blanche (ref. RAL 7035)



- **Les fondations**

Le massif de fondation des éoliennes, composé de béton armé, a pour but d'assurer l'ancrage de l'éolienne au sol. Les fondations ont quelques mètres d'épaisseur pour un diamètre de l'ordre d'une quinzaine de mètres. Ceci représente une masse de béton d'environ 1000 tonnes. Un insert métallique disposé au centre du massif sert de fixation pour la base de la tour.

- **La plate-forme**

Il existe plusieurs modes de montage pour la mise en place de ce type d'éolienne : montage du rotor assemblé au sol ou montage du rotor pale par pale. La solution définitive sera arrêtée en fonction des cultures à la période des chantiers, mais il est fort probable que la solution de montage du rotor assemblé au sol soit retenue. Cette solution impose une emprise au sol plus importante mais elle permet de réduire le nombre de levages (et donc la durée du chantier) et elle assure une plus grande sécurité pour l'assemblage.

- **Le mât**

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

- **La nacelle**

La nacelle est constituée d'une structure métallique habillée de panneaux composites en fibre de verre. Les éléments principaux sont disposés sur un châssis en acier qui assure le transfert des forces et charges du rotor vers la tour. Elle se positionne en fonction de la direction du vent grâce à des moteurs d'orientation, par l'intermédiaire d'une couronne d'orientation.

- **Le rotor**

Le rotor est la partie tournante externe de l'éolienne, il est composé du moyeu et des trois pales. La rotation du rotor permet de convertir l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique. L'énergie obtenue est transmise à la génératrice via le multiplicateur. Les pales sont conçues pour fonctionner à angle et à vitesse variables. Le réglage d'angle individuel de chaque pale du rotor est assuré par trois systèmes indépendants et commandés par microprocesseur appelés "pitch system". L'angle de chaque pale est surveillé en continu, pour qu'ils puissent être synchronisés entre eux.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

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.

L'éolienne se positionne face au vent et les pales se mettent en mouvement lorsque l'anémomètre indique une vitesse de vent de 4 m/s, elle commence alors à produire de l'électricité. Le rotor et l'arbre dit "lent" transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse (entre 9,6 et 17 tr/min) aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit "rapide" tourne environ 100 fois plus vite.

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 13 m/s à hauteur de nacelle, l'éolienne fournit sa puissance maximale. Cette puissance est dite "nominale". Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre, atteint des vitesses de plus de 25 m/s, l'éolienne cesse de fonctionner pour des raisons de sécurité.

SYSTÈMES DE CONTRÔLE ET DE SÉCURITÉ

Les éoliennes Vestas sont équipées du dispositif de contrôle "Vestas multi processeur" qui assure le bon fonctionnement et l'intégrité des différents systèmes internes. Le système de contrôle est constitué de quatre processeurs principaux interconnectés :

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

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

- **Différents modes d'arrêt de l'éolienne** : la mise en pause, l'arrêt de type "stop", l'arrêt de type "emergency stop", l'arrêt d'urgence.

• **Dipositifs de freinage** : le frein principal de l'éolienne est un frein aérodynamique*. Il consiste à orienter les pales de façon à mettre celles-ci en position où elles offrent peu de prise au vent et plus de résistance à la rotation (position dite en drapeau). L'orientation des pales est assurée par action du "pitch system". Des accumulateurs hydropneumatiques 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. Pour les cas d'arrêt de type "stop" ou "emergency stop", les pales sont orientées à 90° par rapport à la direction de vent (85° pour une mise en pause). Le rotor s'arrête ainsi en quelques secondes. Le frein aérodynamique peut être déclenché :

- par le système de conduite lors d'un arrêt normal ou par une action volontaire (mise en pause),
- par le système de conduite en cas de dépassement de la vitesse maximale de vent, ou sur un autre défaut (défaillance électrique, température trop élevée...),
- par action humaine volontaire sur un arrêt d'urgence,
- par le système de sécurité "Vestas Overspeed Guard" qui assure une protection contre la survitesse.

• **Protection de survitesse** : les vitesses de rotation du générateur et de l'arbre lent sont mesurées et analysées en permanence par le système de contrôle. Cette mesure redondante permet de limiter les défaillances liées à un seul capteur. En cas de discordance des mesures, l'éolienne est mise à l'arrêt. En cas de défaillance du système de contrôle, un système complémentaire appelé "Vestas Overspeed Guard" permet d'arrêter le rotor, par mise en drapeau des pales. Le système de mesure de la vitesse de rotation de l'arbre lent (mesure utilisée pour le déclenchement du VOG) est indépendant du système de mesure utilisé pour la conduite. En cas d'arrêt pour survitesse, l'éolienne ne peut être redémarrée à distance.

• **Protection contre la foudre** : les éoliennes Vestas sont équipées d'un système de protection contre la foudre conçu pour répondre à la classe de protection I de la norme internationale IEC 61400. Les pales sont équipées, sur leurs deux faces à intervalles réguliers (tous les 5 m environ), de pastilles métalliques en acier inoxydable, reliées entre elles par une tresse en cuivre, interne à la pale. Le pied de pale est muni d'une plaque métallique en acier inoxydable, sur une partie de son pourtour, raccordée à la tresse de cuivre. Un dispositif métallique flexible assure la continuité électrique entre la pale et le châssis métallique de la nacelle. Ce châssis est relié électriquement à la tour, elle-même reliée au réseau de terre disposé en fond de fouille. Certains équipements présents dans la nacelle (générateur, châssis du transformateur et sortie basse tension du transformateur) sont reliés au châssis de la nacelle mis à la terre. Le multiplicateur est isolé électriquement du générateur. Les circuits électriques sont blindés contre les champs électriques et magnétiques et équipés de para-surtenseurs, afin de protéger les équipements des surtensions et des surintensités. Les capteurs de vents et les balisages lumineux (sur le toit de la nacelle) sont équipés de dispositifs de capture

reliés à la structure métallique de la nacelle, mise à la terre.

• **Mise à la terre** (conformément à l'Art. 9. de l'arrêté du 26 août 2011) : un ensemble de prises de terre individuelles, intégrées dans les fondations puis connectées sur une barre de terre située en pied de mât assure la mise à la terre des éoliennes. La terre des équipements électriques et le dispositif de protection contre la foudre sont raccordés sur la barre.

• **Surveillance des dysfonctionnements électriques** (conformément à l'Art. 10. de l'arrêté du 26 août 2011) : outre les protections traditionnelles contre les surintensités et les surtensions, les armoires électriques disposées dans la nacelle sont équipées d'un détecteur d'arc (détection de toute formation d'un arc électrique qui pourrait conduire à des phénomènes de fusion de conducteurs et de début d'incendie). Le fonctionnement de ce détecteur commande le déclenchement de la cellule HT située en pied de mât, conduisant ainsi à la mise hors tension de la machine (inspection visuelle nécessaire pour la remise sous tension). La liaison électrique entre le transformateur HT/BT situé dans la nacelle et la cellule HT située en pied de mât est réalisée par un câble flexible haute tension. Le système de rotation de la nacelle est équipé d'un compteur qui commande le retour à la position zéro au delà d'un certain nombre de tours, afin d'éviter une torsion trop importante des câbles.

• **Balisage aviation** (conformément à l'Art. 11. de l'arrêté du 26 août 2011) : un système de balisage lumineux clignotant bicolore est disposé sur le plus haut point du toit de la nacelle. L'alimentation électrique de ces dispositifs est assurée par les systèmes auxiliaires des éoliennes Vestas. En cas de perte d'alimentation, un système autonome peut assurer le balisage pour une durée minimale de 12 heures.

• **Surveillance des vibrations et turbulences** : les machines Vestas sont équipées de détecteurs de vibrations implantés sous le multiplicateur. Ils permettent de détecter toute anomalie de la chaîne cinématique, pouvant être due par exemple à un balourd du rotor ou à un début de casse dans le multiplicateur. La glace provoquant un balourd du rotor, le système permet de déduire sa formation et son accumulation sur les pales conformément à l'Art. 25. de l'arrêté du 26 août 2011. Le déclenchement de ces détecteurs conduit immédiatement à un arrêt de type "emergency stop". Pour les mâts élevés (à partir de 105 m), un dispositif complémentaire, placé sous la nacelle, permet d'absorber les oscillations de cette dernière dues au vent. Il existe également au niveau du châssis de la nacelle un système d'accéléromètre (tours de plus de 100 m). Dans le cas où l'éolienne rentre en résonance (si la fréquence mesurée est égale à la fréquence propre), le système provoque l'arrêt de celle-ci (mise en pause).

• **Surveillance des échauffements et températures** : des capteurs de température existent à l'intérieur et à l'extérieur de la nacelle. La détection d'une température supérieure à 40 °C ou inférieure à -20 °C conduit à l'arrêt de l'éolienne (mise en pause). Des capteurs de température sont mis en place sur certains équipements (paliers et roulements des machines tournantes, enroulements du générateur et du transformateur, circuit d'huile, circuit d'eau). Les dépassements du seuil haut conduisent à une alarme et à une mise à l'arrêt du rotor.

* : un frein à disque à commande hydraulique complète le système et permet le maintien à l'arrêt du rotor, il est commandé par les arrêts d'urgence en complément du frein aérodynamique et sert également de frein de parking. Un dispositif mécanique de blocage du rotor est utilisé pour certaines opérations de maintenance.

- **Surveillance de pression et de niveau** : différents capteurs de pression et niveau équipent les machines (circuit de lubrification du multiplicateur, groupe hydraulique, circuit de refroidissement). En cas de détection du seuil bas, le rotor est mis à l'arrêt. 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 est équipé d'un accumulateur hydropneumatique (pressurisé à l'azote) qui permet la mise en drapeau de la pale.
- **Détection incendie et protection incendie** : deux détecteurs de fumée sont présents dans l'éolienne à proximité des armoires électriques (dans la nacelle et en pied de tour). Ce système de détection est alimenté par le réseau secours. Le déclenchement des détecteurs de fumée génère une alarme locale (sirène dans la nacelle et dans la tour) et une information vers le système de contrôle qui commande l'arrêt de l'éolienne "emergency stop" et l'isolement électrique par ouverture de la cellule en pied de mât. La procédure d'arrêt d'urgence est ainsi mise en oeuvre en moins de 60 minutes conformément à l'arrêté du 26 août 2011. De façon concomitante un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance, puis à l'exploitant et au centre de maintenance local. Les services d'urgence compétents sont alors alertés dans un délai de 15 min à compter de l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur, conformément à l'arrêté du 26 août 2011. Des extincteurs facilement accessibles sont présents dans la nacelle (2) et en pied de tour (1). Ils sont utilisables par le personnel sur un départ de feu.

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

OPÉRATIONS DE MAINTENANCE DE L'INSTALLATION

Une fois le chantier réalisé, la présence de personnel sur le site sera très ponctuelle.

La surveillance du bon fonctionnement de l'installation est assurée par l'intermédiaire du système de contrôle avec transmission à distance des informations (SCADA). Les informations issues des capteurs peuvent conduire à une alarme sur les écrans de surveillance mais également, dans certains cas, à la mise à l'arrêt de la turbine. L'unité de surveillance pour la zone méditerranéenne, dont dépend la France, est implantée en Espagne. Elle est opérationnelle 24h/24.

En complément, il existe en France des agences régionales qui sont destinataires des alarmes générées par les éoliennes (redondance par rapport au centre de télésurveillance). La maintenance est généralement composée d'une ou plusieurs équipes de deux personnes compétentes dans un rayon d'action qui n'excède pas la centaine de kilomètres. Cette organisation permet une intervention rapide à tout moment. Le parc de l'Alemont dépendra de la SSU Picardie, située à Bapaume (Pas-de-Calais), à environ 55 km à l'Est.

Les opérations de maintenance sont assurées par un personnel compétent disposant d'une formation portant sur les risques présentés par l'installation, ainsi que sur les moyens mis en oeuvre pour les éviter. Il connaît les procédures à suivre en cas d'urgence et procède à des exercices d'entraînement avec les services de secours, conformément à l'arrêté du 26 août 2011.

Tous les contrôles sont décrits en détails dans des procédures spécifiques. Toutes les opérations effectuées font l'objet de formulaires d'enregistrement intégrés dans un registre, conformément à l'Art. 19. de l'arrêté du 26 août 2011. Les défaillances constatées et les actions correctives associées y sont également renseignées.

Vestas s'engage à assurer la maintenance préventive de ses machines. Celle-ci consiste à changer les composants de la machine suivant leur cycle de vie. Un calendrier des vérifications est établi pour les éléments les plus sollicités. Les opérations de maintenance et de contrôle sont définies conformément à l'Art. 18 de l'arrêté du 26 août 2011 (au bout de 3 mois, tous les ans, tous les 3 ans).

En cas d'arrêt de l'éolienne suite au déclenchement de capteurs de sécurité (survitesse, arc ou incendie...), une intervention humaine sur place est nécessaire afin d'examiner l'installation et supprimer les causes du dysfonctionnement (changement de pièces). Il s'agit du second type de maintenance : la maintenance curative.

IDENTIFICATION ET CARACTÉRISATION DES POTENTIELS DE DANGER

Les objectifs de l'identification des dangers ou potentiels de dangers sont :

- recenser et caractériser les dangers d'une installation,
- localiser les éléments porteurs de dangers sur un schéma d'implantation de l'installation,
- identifier les Événements Redoutés potentiels (ER), étudiés lors de l'Évaluation Préliminaire des Risques (EPR).

POTENTIELS DE DANGERS LIÉS AUX PRODUITS

La production d'énergie électrique par les éoliennes ne consomme pas de matière première.

Le bon fonctionnement des éoliennes impose la présence d'huiles de lubrification dans les machines et l'utilisation d'autres produits chimiques lors de la maintenance. On note aussi la présence d'un produit isolant pour les cellules de protection électrique.

On notera parmi les principaux éléments chimiques présents :

- le liquide de refroidissement (eau glycolée),
- les huiles de lubrification pour la boîte de vitesse,
- les huiles pour le système hydraulique,
- l'huile pour le système limitant les oscillations de la nacelle (tower oscillation damper),
- les graisses pour la lubrification des roulements.

Les huiles et les graisses ne sont pas des produits inflammables. Ce sont néanmoins des produits combustibles, qui, sous l'effet d'une flamme ou d'un point chaud intense, peuvent développer et entretenir un incendie. Ces produits sont ainsi impliqués dans les incendies d'éoliennes.

Les huiles et graisses, même si elles ne sont pas classées comme dangereuses pour l'environnement, peuvent en cas de déversement au sol ou dans les eaux entraîner une pollution du milieu.

D'autres produits chimiques présentant une certaine toxicité sont utilisés lors des diverses opérations de maintenance, mais toujours en quantité faible (quelques litres au plus). Parmi ces produits on note :

- de la peinture et des solvants pour l'entretien des pales ou de la tour,
- de la résine époxy, du mastic et de la colle pour la réparation des pales,
- de la graisse, de la cire et des solvants pour la lubrification occasionnelle ou la protection anti-corrosion.

Certains de ces produits de maintenance peuvent être inflammables. Mais conformément à l'Art. 16. de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, aucun produit inflammable ou combustible n'est stocké dans les aérogénérateurs ou le poste de livraison, ils ne sont amenés dans l'éolienne que pour les interventions et sont repris en fin d'opération.

POTENTIELS DE DANGERS LIÉS AUX PROCÉDÉS

Les tableaux ci-après synthétisent les dangers liés aux procédés, tant en conditions nominales que pendant les phases transitoires (mise en service, maintenance...). Pour rappel, l'étude porte sur les installations durant leur phase d'exploitation normale (excluant les phases de construction, transport, maintenance lourde...).

• Identification des potentiels de dangers liés aux conditions d'exploitation

Équipement / Installation	Phase opératoire	Principaux phénomènes dangereux associés
Mât : - Tour - Équipements électriques situés dans le mât	fonctionnement en phase d'arrêt à l'arrêt	Chute du mât Pliage du mât Incendie en pied de mât
Nacelle : - Présence d'huiles et graisses - Équipements électriques et mécaniques	en fonctionnement en phase d'arrêt à l'arrêt	Chute de la nacelle Incendie de la nacelle
Pales / rotor	à l'arrêt	Chute de pales / fragments de pale Chute de blocs de glace Incendie au niveau des pales
	en fonctionnement en phase d'arrêt	Projection de pales / fragments de pale Projection de blocs de glace Incendie au niveau des pales / projection de débris enflammés
Fondations	en fonctionnement en phase d'arrêt à l'arrêt	Chute du mât
Câbles enterrés	en fonctionnement en phase d'arrêt à l'arrêt	Électrocution
Poste de livraison	en fonctionnement en phase d'arrêt à l'arrêt	Incendie du poste

• Potentiels de dangers liés aux pertes d'utilités

Les répercussions sur le site des défaillances de servitudes communes sont examinées dans le tableau suivant.

Les scénarios d'accidents associés aux pertes d'utilités sont ensuite décrits au niveau de l'Évaluation Préliminaire des Risques.

Utilité	Fonction	Type de défaillance	Événement redouté
Électricité	Alimentation des équipements d'exploitation	Perte totale de l'alimentation électrique	Perte d'exploitation
	Alimentation des équipements de sécurité	Perte totale de l'alimentation électrique	Perte des fonctions de sécurité
Systèmes informatiques		Perte des systèmes informatiques	Non-fonctionnement d'équipements d'exploitation Dysfonctionnements latents d'équipements de sécurité
		Perte du système SCADA	Perte du transfert des informations et défauts

POTENTIELS DE DANGERS LIÉS AUX ÉVÉNEMENTS EXTERNES AUX PROCÉDÉS

Les événements externes aux procédés comprennent d'une part les conditions climatiques exceptionnelles et enfin les dangers d'origine non naturelle.

Les **températures** peuvent altérer, de façon temporaire ou définitive, le fonctionnement du matériel en modifiant les propriétés physiques ou les dimensions des matériaux qui le composent. Les variations de température peuvent conduire à une fatigue mécanique précoce. La combinaison de températures froides avec un taux d'humidité élevé peut conduire à la formation de glace sur les pales des éoliennes. Ces blocs de glace peuvent alors être projetés sous l'effet du vent ou de la rotation des pales.

Les **précipitations** sont l'une des sources d'humidité qui constituent un facteur essentiel dans la plupart des types de corrosion. À l'extérieur, les pales du rotor sont protégées des intempéries par un revêtement de surface robuste et très résistant.

L'accumulation de **neige** sur des surfaces horizontales occasionne des charges importantes, susceptibles de provoquer des ruptures de structures, des courts-circuits et des pertes de visibilité. La forme aérodynamique de la nacelle limite le risque d'accumulation.

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

La **foudre** peut induire des effets thermiques pouvant être à l'origine d'incendies, explosions ou dommages aux structures. Elle peut également endommager les équipements électroniques, en particulier les équipements de contrôle commande et/ou de sécurité. De par leur taille, les éoliennes sont particulièrement vulnérables au risque foudre, elles sont donc équipées d'un système parafoudre performant.

Un **séisme** pourrait conduire à la chute du mât. La présence d'une grande partie de la masse en haut de la tour rend les éoliennes particulièrement vulnérables aux séismes. Les éoliennes doivent être dimensionnées conformément à la réglementation française en vigueur.

RÉDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS

L'étude de la réduction des potentiels de dangers vise à analyser les possibilités de :

- suppression des procédés et des produits dangereux (éléments porteurs de dangers),
- ou bien de remplacement de ceux-ci par des procédés et des produits présentant un danger moindre,
- ou encore de réduction des quantités de produits dangereux mises en œuvre sur le site.

Les produits présents dans l'éolienne ne peuvent pas être supprimés car ils sont nécessaires au bon fonctionnement du procédé (lubrification). De plus, ils ne présentent pas de caractère dangereux marqué et les quantités mises en œuvre sont adaptées aux volumes des

Rappelons que le projet est localisé en zone de sismicité 1 (risque le plus faible).

Un **mouvement de terrain** pourrait aussi être à l'origine d'une chute d'éolienne. L'étude géotechnique permet de garantir un bon dimensionnement des installations au vu de la géologie du site d'implantation, et ainsi d'écarter le risque de mouvement de terrain hors séisme.

L'**atmosphère en bordure de mer** peut conduire à une détérioration accélérée d'équipements ou d'ouvrages à cause des phénomènes de corrosion. Les matériaux sont donc adaptés à l'environnement dans lequel ils se trouvent. Par ailleurs, des marées ou des vagues de forte amplitude présentent un risque de submersion et d'endommagement (voire de chute) des installations. Rappelons que la mer la plus proche est située à une quarantaine de kilomètres du parc.

Un **incendie de la végétation** présente dans le site et aux alentours serait susceptible de se propager aux installations.

Un **accident sur les installations industrielles voisines** (projections de "missiles", surpressions, effets thermiques) ou les **canalisations de transport de fluides inflammables** (explosion, feu torche, feu de nappe) pourrait être à l'origine de dégradations majeures des éoliennes. Un **accident routier/ferroviaire/maritime** peut aggraver les installations (impact/choc d'un véhicule sur le mât d'une éolienne, accident sur des camions/wagons de matières dangereuses). Les éoliennes du projet sont éloignées des voies de circulation et aérodromes.

Un **choc (parachute, parapente...)** sur les pales des éoliennes pourrait causer un endommagement de ces dernières.

Les installations peuvent faire l'objet de **tentatives éventuelles d'intrusions ou d'actes de malveillance** (vols, sabotage...) pouvant provoquer des incidents mineurs sur les installations (porte dégradée...) et des risques d'électrocution. Conformément à l'annexe IV de l'arrêté du 10 mai 2000 relatif à la prévention des accidents majeurs, les actes de malveillance ne seront pas considérés comme événements initiateurs potentiels dans l'analyse des risques.

équipements. Les produits de maintenance (peinture, mastic...) signalés comme "dangereux" sont utilisés beaucoup plus ponctuellement que les graisses et huiles, ils ne peuvent pas non plus être éliminés.

Les éoliennes Vestas V90 - 2 MW sont équipées de nombreux détecteurs de niveau d'huile (boîte de vitesse, système hydraulique, générateur...) permettant de prévenir les éventuelles fuites d'huile et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence.

Le SF6 est un très bon isolant et ne dispose pas à ce jour de produit de substitution présentant des qualités équivalentes. De plus, malgré son caractère de gaz à effet de serre, il ne présente pas de danger pour l'homme (inflammable et non toxique).

ANALYSE DE L'ACCIDENTOLOGIE

Les informations d'organismes divers (associations, organisations professionnelles, littérature spécialisée...) permettent d'établir une accidentologie et définir les types de sinistres les plus fréquents, leurs causes et leurs effets, ainsi que les mesures prises pour limiter leur occurrence ou leurs conséquences.

Les bases de données utilisées par l'Ineris pour constituer l'accidentologie de la filière éolienne, sont cependant très différentes tant en termes de structuration des données qu'en termes de détail de l'information.

Leur étude démontre que les aérogénérateurs accidentés sont principalement des modèles anciens ne bénéficiant généralement pas des dernières avancées technologiques.

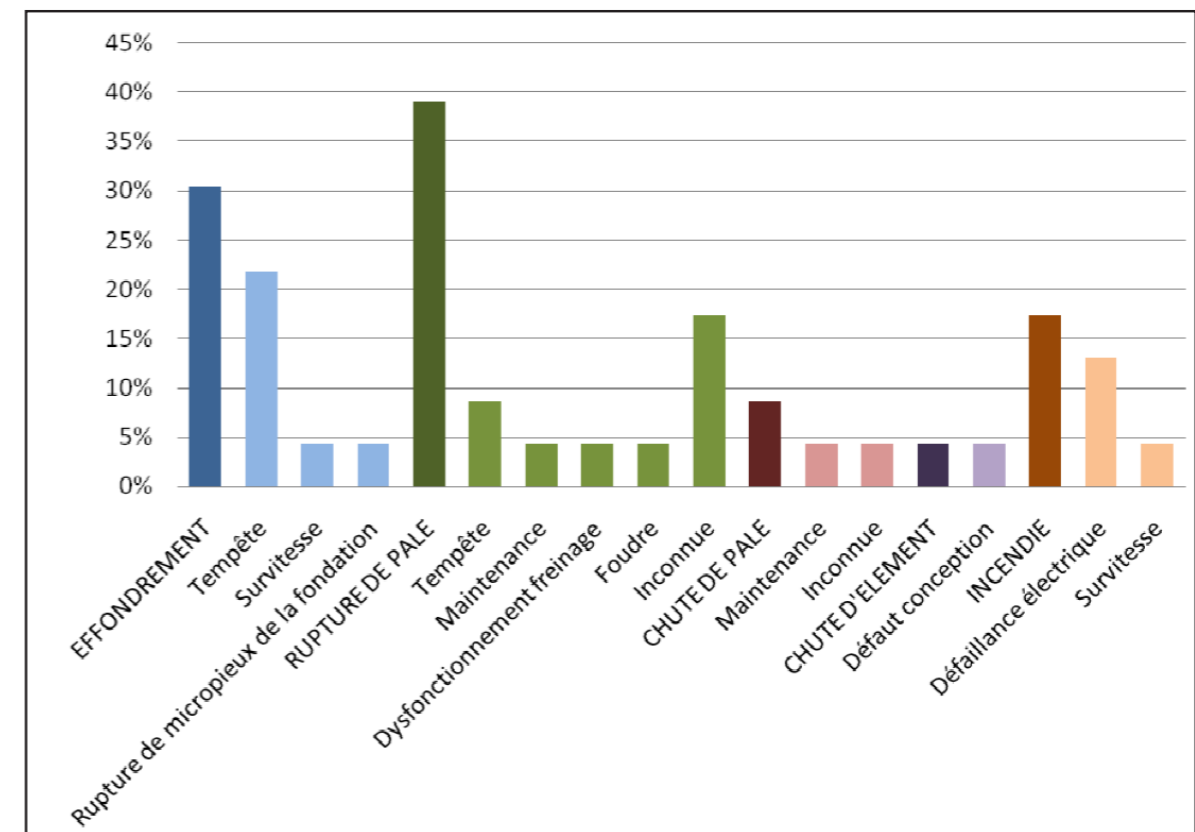
Le retour d'expérience de la filière éolienne française (figure ci-contre) et internationale permet d'identifier les principaux événements redoutés suivants :

- effondrement,
- rupture de pales,
- chute de pales et d'éléments de l'éolienne,
- incendie.

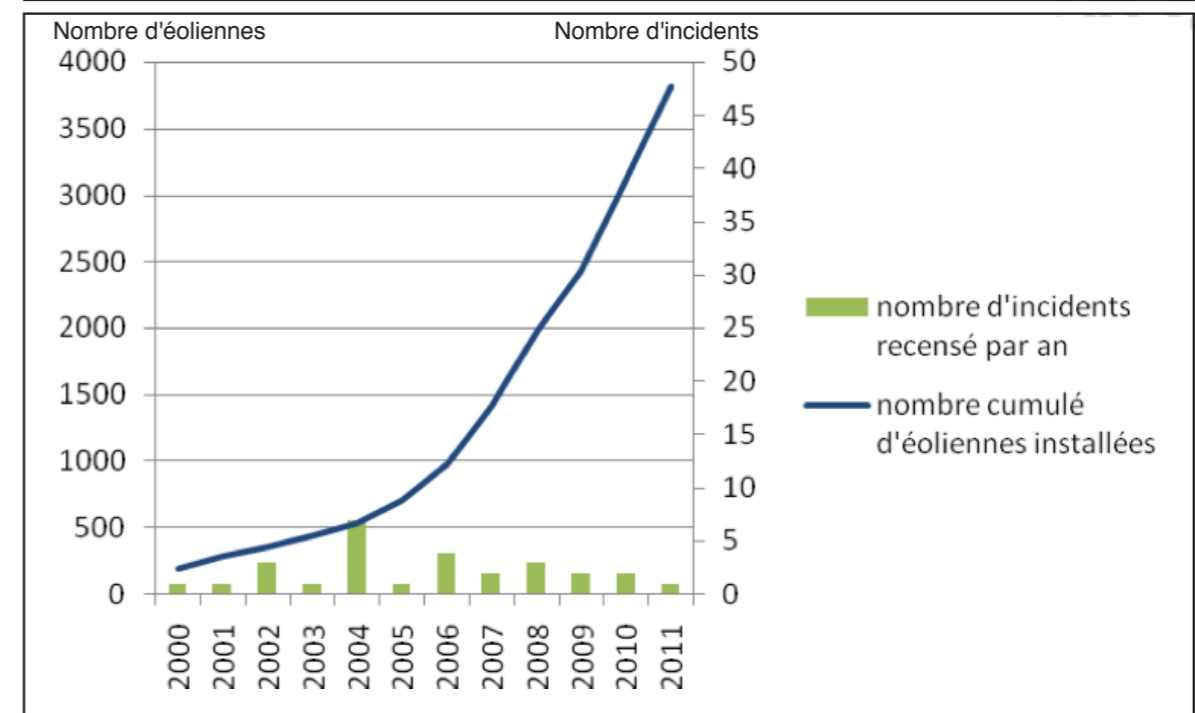
Concernant les causes, ce retour d'expérience montre l'importance des causes "tempêtes et vents forts" dans les accidents. Il souligne également le rôle de la foudre.

Depuis 2005, l'énergie éolienne s'est fortement développée en France (figure ci-contre), 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.

RÉPARTITION DES ÉVÉNEMENTS ACCIDENTELS (EN MAJUSCULE) ET DE LEURS CAUSES PREMIÈRES (EN MINUSCULE) SUR LE PARC D'AÉROGÉNÉRATEURS FRANÇAIS ENTRE 2000 ET 2011



MISE EN PARALLÈLE DE L'ÉVOLUTION DU PARC ÉOLIEN FRANÇAIS ET L'ÉVOLUTION DU NOMBRE D'INCIDENTS RECENSÉS CHAQUE ANNÉE



ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES

L'Évaluation Préliminaire des Risques a pour objet d'identifier les causes et les conséquences potentielles découlant de situations dangereuses provoquées par des dysfonctionnements des installations étudiées. Elle permet de caractériser le niveau de risque de ces événements redoutés, selon une méthodologie décrite ci-dessous, et d'identifier les accidents majeurs, qui seront étudiés de manière détaillée au chapitre "Analyse Détaillée des Risques".

- **Recensement des événements initiateurs exclus de l'analyse des risques**

Certains scénarios sont exclus de l'Analyse des Risques conformément à la circulaire du 10 mai 2010 (chute de météorites, crues d'amplitude supérieure à la crue de référence, selon les règles en vigueur...) ou parce que 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...).

- **Agressions externes d'origine humaine**

Les activités humaines sont susceptibles de constituer des agresseurs potentiels en fonction de la distance qui les sépare des aérogénérateurs*.

La majorité des infrastructures sont trop éloignées pour constituer des agresseurs externes, exception faite d'un aérogénérateur, le GC06 (cf. effet domino).

- **Agressions externes liées aux phénomènes naturels**

Les principales agressions externes liées aux phénomènes naturels auxquelles les aérogénérateurs sont soumis sont :

- **vents et tempêtes** : rafales supérieures à 100 km/h peu fréquentes (4 jours/ an) au droit de la zone d'étude. Lors de la tempête de 1999 (le seul arrêté de catastrophe naturel sur la zone), les vents étaient compris entre 80 et 120 km/h au droit de la zone d'étude,
- **foudre** : le niveau kéraunique et la densité de foudroiement sont inférieurs à la moyenne française, le risque orageux dans le secteur du projet, peut donc être considéré comme relativement modéré. La protection foudre de l'éolienne Vestas répond au standard IEC 61400-24 et aux standards non spécifiques aux éoliennes comme IEC 62305-1, IEC 62305-3 et IEC 62305-4. Or l'Ineris considère que le respect des normes IEC 61400-24 (Juin 2010) ou la norme EN 62305-3 (Décembre 2006) rend le risque d'effet direct de la foudre négligeable (risque électrique, risque d'incendie...),
- **les glissements de terrain** : aucun antécédent.

- **Scénarios étudiés dans l'analyse préliminaire des risques**

À l'issue du recensement des potentiels de danger des installations, qu'ils soient constitués par des substances dangereuses ou des équipements dangereux, l'APR identifie l'ensemble des séquences accidentelles et phénomènes dangereux associés pouvant déclencher la libération du danger.

Le tableau qui suit permet l'analyse générique des risques en définissant les éléments suivants :

- description de la succession des événements (événements initiateurs et événements intermédiaires),
- description des événements redoutés centraux qui marquent la partie incontrôlée de la séquence d'accident,
- description des fonctions de sécurité permettant de prévenir l'événement redouté central ou de limiter les effets du phénomène dangereux,
- description des phénomènes dangereux dont les effets sur les personnes sont à l'origine d'un accident,
- évaluation qualitative de l'intensité de ces événements, afin de prendre en compte la spécificité des éoliennes, 2 classes ont été établies :
 - "1" : phénomène limité ou se cantonnant au surplomb de l'éolienne,
 - "2" : correspond à une intensité plus importante et impactant potentiellement des personnes autour de l'éolienne.

Les différents scénarios listés dans le tableau générique de l'APR sont regroupés et numérotés par thématique, en fonction des typologies d'événement redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience du groupe de travail mixte Syndicat des énergies renouvelables/ Ineris :

- "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.

* : les aérodromes constituent des agresseurs potentiels lorsqu'ils sont localisés à moins de 2 km des aérogénérateurs (selon l'Ineris). Ces distances s'élèvent à 500 m pour les éoliennes et 200 m pour les autres activités humaines.

N°	Événement initiateur / cause	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité	Phénomène dangereux	Intensité
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	Détecter la formation de glace et prévenir la projection de glace (N°1)	Impact de glace sur les enjeux	2
I01	Humidité / Gel	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I02	Dysfonctionnement électrique	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts-circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I03	Survitesse	Échauffement 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	Échauffement 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 - convertisseur - transformateur	Écoulement 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	Écoulement	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
C01	Défaut de fixation	Chute de trappe	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Impact sur cible	1
C02	Défaillance fixation anémomètre	Chute anémomètre	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9)	Impact sur cible	1
C3	Défaut fixation nacelle - pivot central - mât	Chute nacelle	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9)	Impact sur cible	1

N°	Événement initiateur / cause	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité	Phénomène dangereux	Intensité
P01	Survitesse	Contraintes trop importantes sur les pales	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la survitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir le risque de dégradation de l'état des équipements (N°11)	Impact sur cible	2
P03	Serrage inapproprié Erreur maintenance – desserrage	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie 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
E05	Crash d'aéronef	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E07	Effondrement engin de levage travaux	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Actions de prévention mises en œuvre dans le cadre du plan de prévention	Chute fragments et chute mât	2
E08	Vents forts	Défaillance fondation	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir le risque de dégradation de l'éolienne (N°11)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E09	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir le risque de dégradation de l'état des équipements (N°11)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E10	Désaxage critique du rotor	Impact pale – mât	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Projection/chute fragments et chute mât	2

• **Mise en place des mesures de sécurité**

La troisième étape de l'Analyse Préliminaire des Risques consiste à identifier les Mesures de Maîtrise des Risques (MMR) installées sur les aérogénérateurs qui interviennent dans la prévention et/ou la limitation des phénomènes dangereux listés dans le tableau APR et de leurs conséquences. Les MMR comportent un capteur/organe de détection, un organe de traitement de l'alerte et un actionneur.

Le tableau suivant a pour objectif de synthétiser les fonctions de sécurité identifiées sur les éoliennes. Certaines fonctions ne remplissent pas les critères "efficacité" ou "indépendance" : elles ont une fiabilité trop faible pour être considérées comme Mesure de Maîtrise des Risques (MMR), d'autres ne comportent pas tous les éléments constitutifs d'une MMR, elles sont néanmoins décrites dans la mesure où elles concourent à une meilleure sécurité sur le site d'exploitation.

N°	Fonction de sécurité	Mesure de sécurité	Description	Indép.	Temps de réponse	Efficacité	Test	Maintenance
1	Détecter la formation de glace et prévenir la projection de glace	Système de détection des vibrations Mise à l'arrêt de la machine Procédure adéquate de redémarrage	Formation de glace > balourd du rotor > détection des vibrations sur la chaîne cinématique > arrêt de l'éolienne	oui	Quelques minutes (< 60 min conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011).	< 100 % (risque de non détection des faibles balourds)	Tests menés par le concepteur au moment de la construction de l'éolienne	Vérification après 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel (article 18 de l'arrêté du 26 août 2011), notamment de l'usure du frein et de pression du circuit de freinage d'urgence.
2	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	Panneautage en pied de machine Éloignement des zones habitées et fréquentées	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).	oui	NA	< 90 % pour les panneaux car les personnes peuvent ne pas en tenir compte 100 % pour le choix de l'emplacement	NA	NA
3	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	Capteurs de température ambiante et des pièces mécaniques Définition de seuils critiques de t° pour chaque type de composant avec alarme Mise à l'arrêt jusqu'à refroidissement	Capteurs de température dans et sous la nacelle : arrêt de l'éolienne (mise en pause) si température > 40 °C. Capteurs de température sur certains équipements (paliers et roulements des machines tournantes, enroulements du générateur et du transformateur, circuit d'huile, circuit d'eau), avec seuils hauts. Si dépassement : alarme et mise à l'arrêt du rotor.	oui	Peut être long (sans effet sur une casse d'élément - dent d'engrenage par exemple)	> 90 %	NA	Contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011.

N°	Fonction de sécurité	Mesure de sécurité	Description	Indép.	Temps de réponse	Efficacité	Test	Maintenance
4	Prévenir la survitesse	Double mesure de vitesse par le système de contrôle et mise à l'arrêt si discordance Système de détection d'une vitesse génératrice trop importante et mise à l'arrêt par le système de conduite Système de détection de survitesse par le "Vestas Overspeed Guard" et déclenchement du système de freinage	Mesure des vitesses de rotation du générateur et de l'arbre lent : limitation des défaillances liées à un seul capteur, discordance des mesures > arrêt de l'éolienne. Détection d'une vitesse génératrice trop importante par le système de contrôle commande > arrêt de la machine par le système de conduite. Si défaillance du système de contrôle, arrêt du rotor, par "Vestas Overspeed Guard" (VOG). Le système de mesure utilisé pour le déclenchement du dispositif VOG est totalement indépendant de celui pour la conduite. Des 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.	oui	Mise à l'arrêt en moins d'une minute. L'exploitant 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'éolienne conformément aux dispositions de l'arrêté du 26 août 2011.	100 %	Test d'arrêt simple, d'arrêt d'urgence et de la procédure d'arrêt en cas de survitesse avant la mise en service des éoliennes (article 15 de l'arrêté du 26 août 2011).	Vérification après 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel (article 18 de l'arrêté du 26 août 2011), notamment de l'usure du frein et de pression du circuit de freinage d'urgence.
5	Prévenir les courts-circuits	Protections traditionnelles contre les surintensités et les surtensions Système de détection d'arc sur les armoires électriques et mise hors tension de la machine Procédure de redémarrage Compteur sur le système de rotation de la nacelle et retour en position zéro	Détecteur d'arc sur les armoires électriques : déclenchement > mise hors tension de la machine. Compteur du système de rotation de la nacelle : commande du retour de la nacelle à la position zéro au delà de 3 à 5 tours pour éviter la distorsion des câbles nacelle/mât.	oui	De l'ordre de la seconde	90 % (le court circuit peut ne pas être détecté) 100 % pour l'orientation de la nacelle	NA	Les installations électriques sont contrôlées avant la mise en service du parc puis à une fréquence annuelle, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011.
6	Prévenir les effets de la foudre	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur	Respect de la norme IEC 61400 - 24 (juin 2010) En cas de coup de foudre sur l'éolienne, le courant de foudre est évacué par un réseau d'éléments métalliques connectés à la barre de terre située en pied de mât. Certains équipements (générateur, châssis du transformateur et la sortie basse tension du transformateur) sont mis à la terre. Le multiplicateur est isolé électriquement du générateur. Les circuits électriques sont blindés contre les champs électriques et magnétiques et équipés de para-surtenseurs.	oui	NA	< 100 % (la protection foudre n'est jamais totalement assurée d'après le retour d'expérience de Vestas)	NA	Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre inclu dans les opérations de maintenance, conformément à l'article 9 de l'arrêté du 26 août 2011.
7	Protection et intervention incendie	Capteurs de température, ambiante et sur les principaux composants de l'éolienne, en cas de dépassement des seuils, mise à l'arrêt Protection foudre Système de détection de survitesse et arrêt machine Détecteur d'arc avec coupure électrique Système de détection incendie et information du centre de télésurveillance et de l'exploitant Intervention des services de secours	Détecteur de fumée, à proximité des armoires électriques dans la nacelle et le pied de tour (sur le réseau secours): déclenchement détecteurs > alarme locale + arrêt de l'éolienne + isolement électrique + message d'alarme au centre de télésurveillance + information de l'exploitant. 2 extincteurs dans la nacelle et 1 en pied de tour (utilisables par le personnel sur un départ de feu).	oui	< 1 minute pour la détection Transmission de l'alerte par l'exploitant aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes Les pompiers de Vignacourt à environ 10 min.	100 % (la détection n'empêche pas la propagation de l'incendie)	NA	Vérification après 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel (article 18 de l'arrêté du 26 août 2011). Contrôle périodique des extincteurs.

N°	Fonction de sécurité	Mesure de sécurité	Description	Indép.	Temps de réponse	Efficacité	Test	Maintenance
8	Prévention et rétention des fuites	Détecteurs de niveau (huiles, liquide de refroidissement) Procédure d'urgence Kit antipollution	Multiplicateur + groupe hydraulique + circuit de refroidissement (eau glycolée) : capteurs de niveau bas, déclenchement > arrêt de l'éolienne. Procédures spécifiques pour les opérations de vidange : transfert des huiles sécurisé via un système de tuyauterie et de pompes directement entre l'élément à vidanger et le camion de vidange. Kits de dépollution d'urgence (grandes feuilles de textile absorbant, jusqu'à 20 litres) pour limiter la propagation de la pollution. Si pollution : récupération des terres > traitement par une société spécialisée + remplacement.	oui	Peut être long (dépendant du débit de fuite)	> 90 %	NA	Inspection des niveaux d'huile plusieurs fois par an
9	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction - exploitation)	Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (brides, joints...) Procédures qualités	La norme IEC 61400-1 "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 61400-1. Les pales respectent le standard IEC 61400-1 ; 12 ; 23. Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223.	oui	NA	100 %	NA	Les couples de serrage 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.
10	Prévenir les erreurs de maintenance	Procédure maintenance et formation	Le personnel est formé et encadré. La formation porte sur la présentation générale d'une éolienne et les risques associés à son fonctionnement (Formation Basic Safety Training). Les opérations réalisées tant dans le cadre du montage, de la mise en service que des opérations de maintenance périodique sont effectuées suivant des procédures qui définissent les tâches à réaliser, les équipements d'intervention à utiliser et les mesures à mettre en place pour limiter les risques d'accident. Des check-lists sont établies afin d'assurer la traçabilité des opérations effectuées.	oui	NA	> 90 %	NA	NA
11	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne	Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents Détection et prévention des vents forts et tempêtes Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pales) par le système de conduite Surveillance des vibrations et turbulences	Mise à l'arrêt de la machine si la vitesse de vent > 25 m/s par le système de conduite (mise en drapeau des pales). Accumulateurs hydropneumatiques : ramener les pales en drapeau, même en cas de perte du système de contrôle, de perte d'alimentation électrique ou de défaillance du système hydraulique. Balourd du rotor > anomalies de la chaîne cinématique > détection des vibrations > mise à l'arrêt de l'éolienne. Dispositif d'amortissement sous le système d'orientation de la nacelle (à partir de 105 m) : absorption des oscillations de la nacelle dues au vent. Accéléromètre, en haut de la tour : détection entrée en résonance de l'éolienne (fréquence mesurée = fréquence propre) > mise en pause.	oui	Mise à l'arrêt en moins d'une minute	100 %	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.	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 (notamment de l'usure du frein et de pression du circuit de freinage d'urgence).

- **Conclusion de l'Analyse Préliminaire des risques**

Rappelons que l'Analyse Préliminaire des Risques permet de sélectionner les accidents étudiés dans l'Analyse Détaillée des Risques. Les catégories de scénario incendie de l'éolienne, incendie du poste de livraison ou du transformateur et infiltration d'huile dans le sol sont exclues de l'étude détaillée, en raison de leur faible intensité. A l'inverse, les cinq catégories de scénario étudiées dans l'Étude Détaillée des Risques sont les suivantes :

- effondrement de l'éolienne,
- chute d'éléments de l'éolienne,
- projection de tout ou une partie de pale,
- 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.

ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

L'Analyse Détaillée des Risques poursuit et complète l'Évaluation Préliminaire des Risques pour les accidents considérés comme étant potentiellement les plus importants.

Comme la réglementation l'impose aux exploitants, l'étude de dangers doit caractériser chaque scénario d'accident majeur potentiel retenu en fonction de plusieurs paramètres. L'étude porte donc sur la probabilité que l'accident se produise, la vitesse avec laquelle il produit des effets et à laquelle les secours sont en mesure d'intervenir (cinétique), l'effet qu'il aura s'il se produit (intensité) et le nombre de personnes exposées (gravité).

Le croisement de la probabilité et de la gravité renseigne sur l'acceptabilité du risque et la nécessité de mise en place de mesure(s) de maîtrise des risques.

Le parc éolien de l'Alemont a la particularité d'être localisé à moins de 500 m d'une autoroute (A 16) et d'une canalisation de gaz (Amiens-Flixecourt).

Certains scénarios ont été exclus dès l'Analyse Préliminaire des Risques, d'autres ont été écartés de l'Analyse Détaillée des Risques. C'est le cas des incendies de l'éolienne ou du poste de livraison et de l'infiltration d'huile dans le sol, ce qui n'empêche pas que des mesures de sécurité leur soient associées. Les scénarios d'effondrement de la machine, de chute et de projection de pale ou de fragments de pale ou encore de glace ont été étudiés en détail. Les principaux éléments relatifs à ces différents scénarios sont présentés ci-après.

La situation des éoliennes en plein champ induit une faible présence humaine, ainsi pour les scénarios d'effondrement et de chute d'éléments de l'éolienne ou de glace, moins d'une personne est exposée. Pour les scénarios de projection, dont la zone d'effet est plus étendue, un nombre plus important de personnes est concerné. Un tronçon de l'autoroute A 16 est compris dans la zone d'effet du scénario de projection d'éléments (pale ou fragments de pale) de l'éolienne AL01, le nombre de personnes exposées atteint la quarantaine, or l'Ineris place la limite d'acceptabilité du risque à 1000 personnes. Il s'agit du seul scénario où l'autoroute est concernée.

Les intensités variant en fonction du ratio zone d'impact/zone d'effet, l'intensité du scénario chute d'un élément (cas majorant de la pale) est forte (classe la plus élevée sur le parc de l'Alemont), tandis que pour les autres scénarios l'intensité est plus limitée (exposition modérée). La gravité du phénomène, résultante de l'intensité et du nombre de personnes exposées, va de "modéré" à "important" dans le cas du parc de l'Alemont avec une majorité de "sérieux" (niveau intermédiaire entre "modéré" et "important").

Rappelons que la gravité du phénomène comparée à sa probabilité d'occurrence renseigne sur son niveau de risque et son acceptabilité. Les risques sur le parc de l'Alemont sont très faibles à faibles, en fonction du scénario considéré. Ainsi, conformément à l'étude de référence menée par l'Ineris, les risques de chacun des scénarios sont jugés acceptables au regard des mesures de sécurité mises en oeuvre.

- **Tableaux de synthèse des scénarios étudiés dans l'Analyse Détaillée des Risques**

Les tableaux suivants récapitulent, pour chaque aérogénérateur, l'ensemble des scénarios étudiés et les paramètres de cinétique, intensité, probabilité et gravité qui leur sont associés.

Éolienne AL01					
Scénario	Zone d'effet (m ²)	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne	70686	rapide	Modérée	D	Modéré
Chute de glace	6362		Modérée	A	Modéré
Chute d'élément	6362		Forte	C	Sérieux
Projection de glace	268783		Modérée	B	Sérieux
Projection de pale ou de fragment	785398		Modérée	D	Important

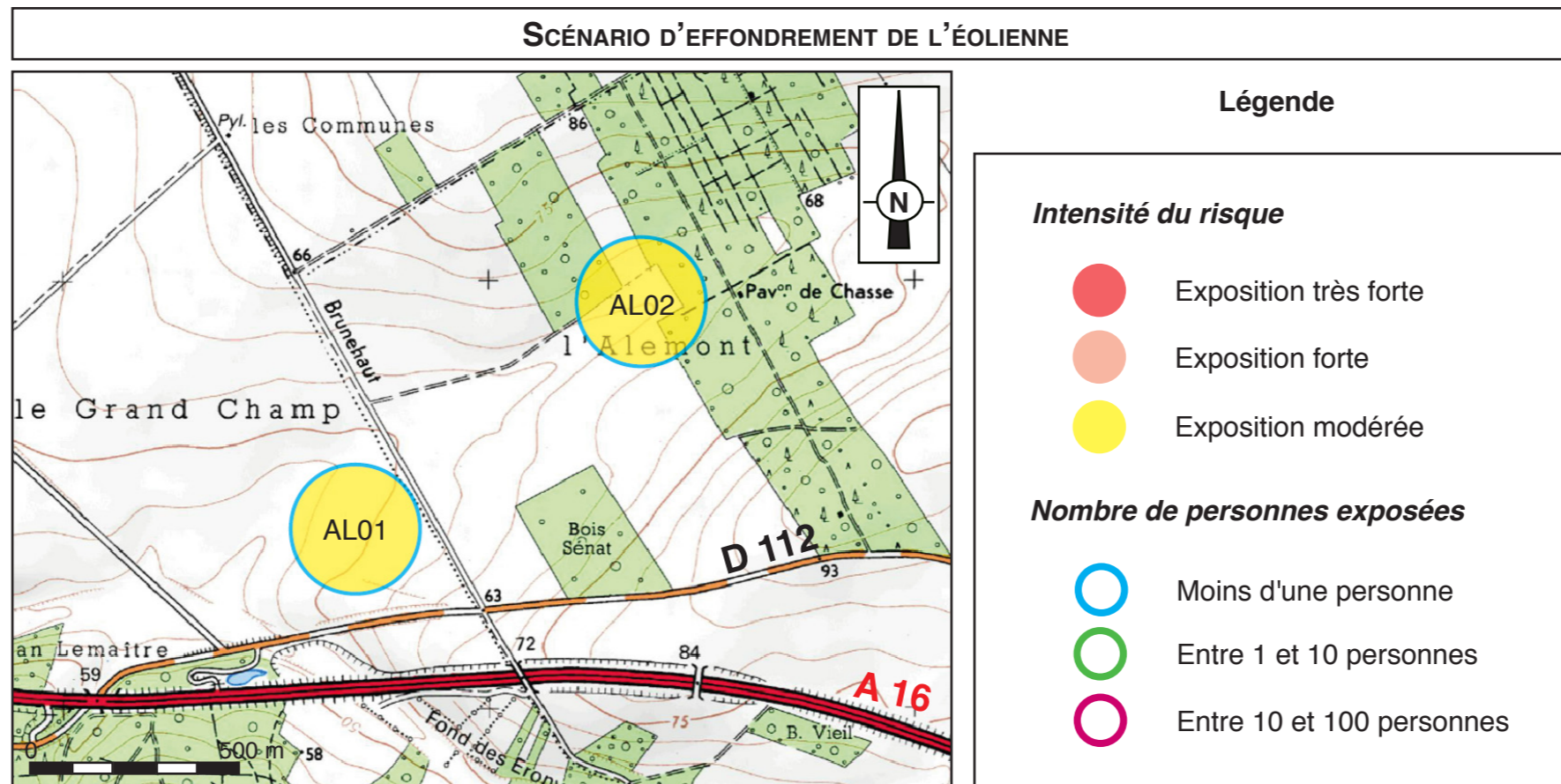
Éolienne AL02					
Scénario	Zone d'effet (m ²)	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne	70686	rapide	Modérée	D	Modéré
Chute de glace	6362		Modérée	A	Modéré
Chute d'élément	6362		Forte	C	Sérieux
Projection de glace	268783		Modérée	B	Sérieux
Projection de pale ou de fragment	785398		Modérée	D	Sérieux

• **Synthèse de l'acceptabilité des risques**

La numérotation des fonctions de sécurité est celle établie dans l'Analyse Préliminaire des Risques. Rappelons également les fonctions de sécurité suivantes qui ne peuvent pas être directement reliées à un scénario, mais qui contribuent à la sécurité de l'installation :

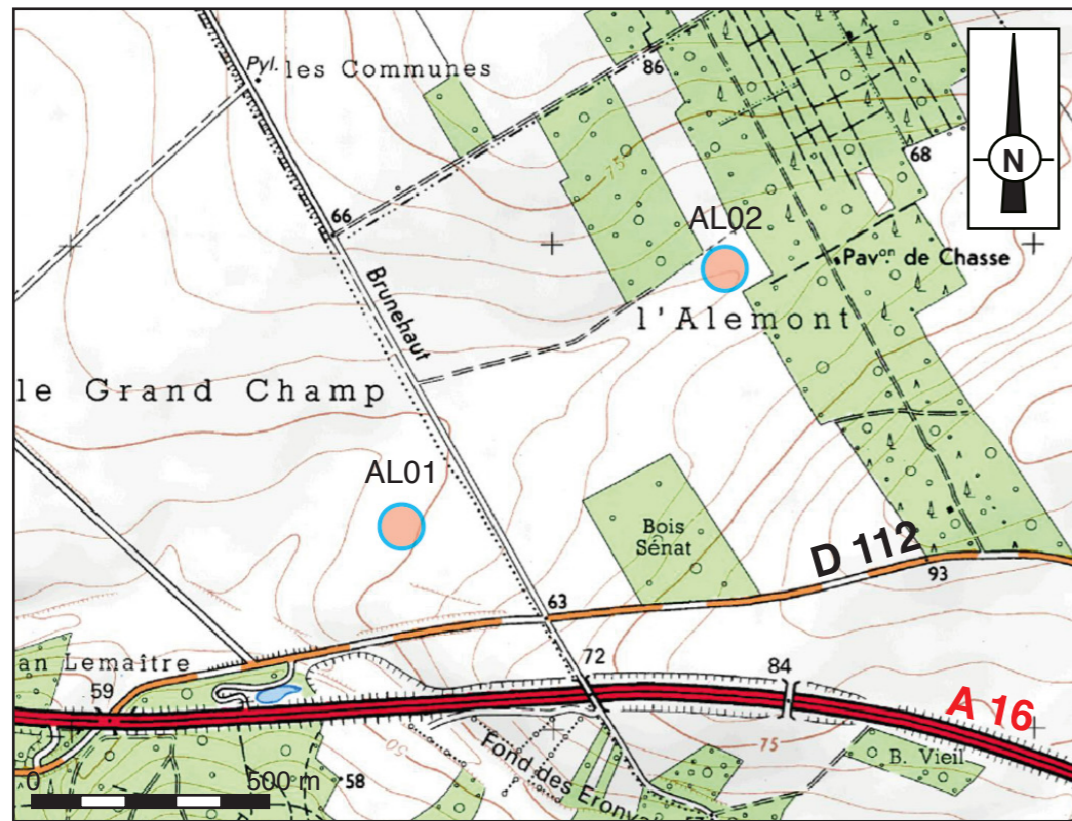
- 3 - Prévenir l'échauffement significatif des pièces,
- 5 - Prévenir les courts-circuits,
- 7 - Protection et intervention incendie,
- 8 - Prévention et rétention des fuites.

Événements	Éolienne	Nombre de personnes exposées	Fonction de sécurité	Niveau de risque (cf. p 55)
Effondrement	AL01	0,07	4 - Prévenir la survitesse	Très faible - Acceptable
	AL02	0,07	9 - Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage 10 - Prévenir les erreurs de maintenance 11 - Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	Très faible - Acceptable
Chute de glace	AL01	0,006	1 - Détecter la formation de glace et prévenir la projection de glace 2 - Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	Faible - Acceptable
	AL02	0,006		Faible - Acceptable
Chute d'élément	AL01	0,006	6 - Prévenir les effets de la foudre 10 - Prévenir les erreurs de maintenance 11 - Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	Faible - Acceptable
	AL02	0,006		Faible - Acceptable
Projection de glace	AL01	2,69	1 - Détecter la formation de glace et prévenir la projection de glace	Faible - Acceptable
	AL02	2,69		Faible - Acceptable
Projection de pale ou de fragments de pale	AL01	44,89	4 - Prévenir la survitesse 6 - Prévenir les effets de la foudre 10 - Prévenir les erreurs de maintenance 11 - Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	Faible - Acceptable
	AL02	7,85		Très faible - Acceptable

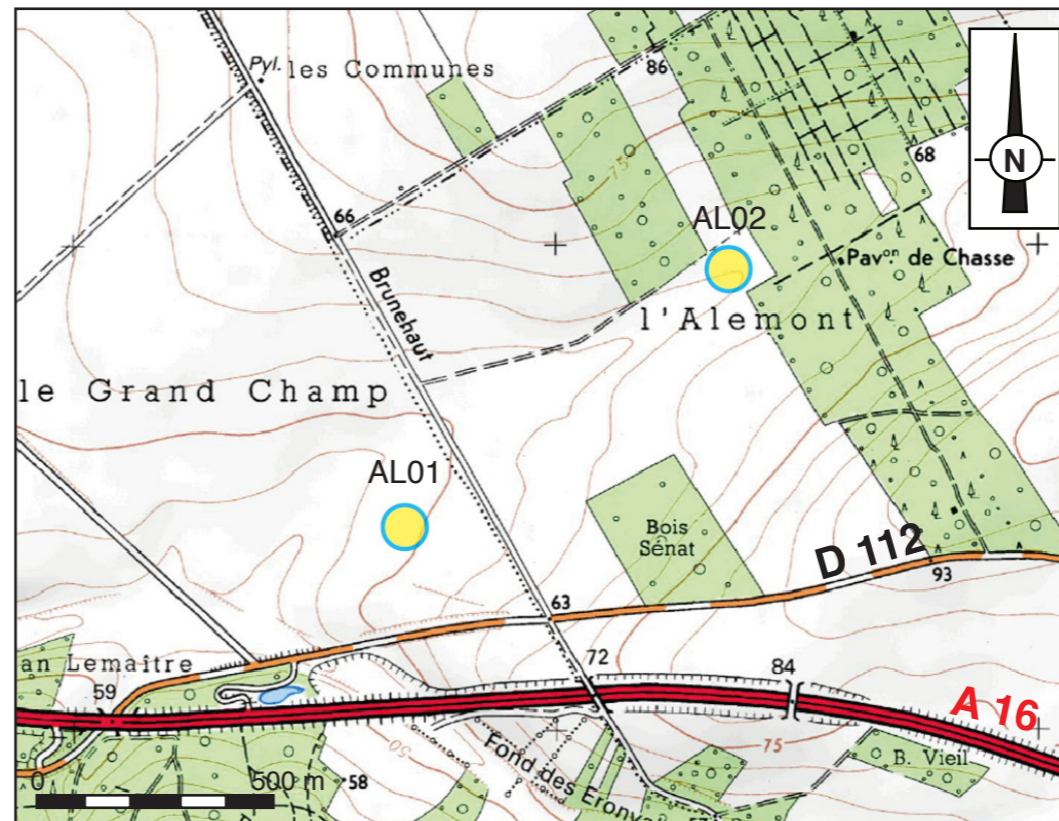


CARTOGRAPHIE DES RISQUES LIÉS AUX SCÉNARIOS DE CHUTE ET PROJECTION D'ÉLÉMENTS DE L'ÉOLIENNE ET DE GLACE SUR LEUR ZONE D'EFFET RESPECTIVE

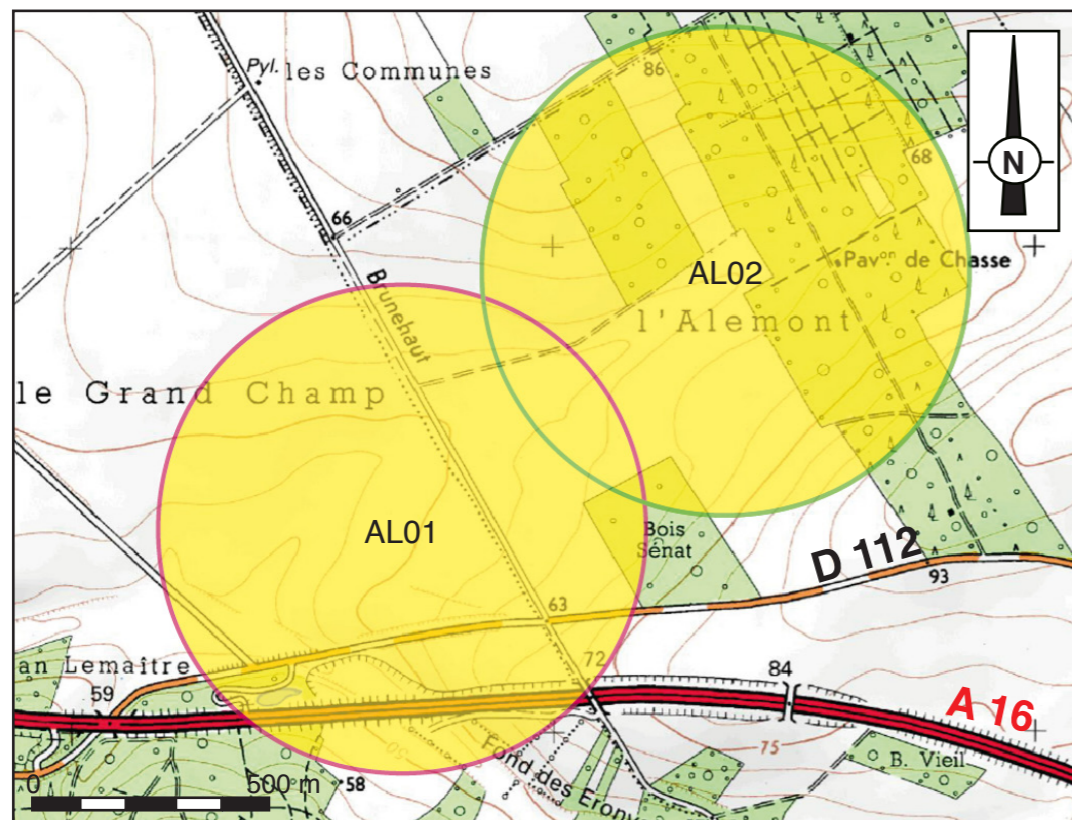
Scénario de chute d'éléments de l'éolienne



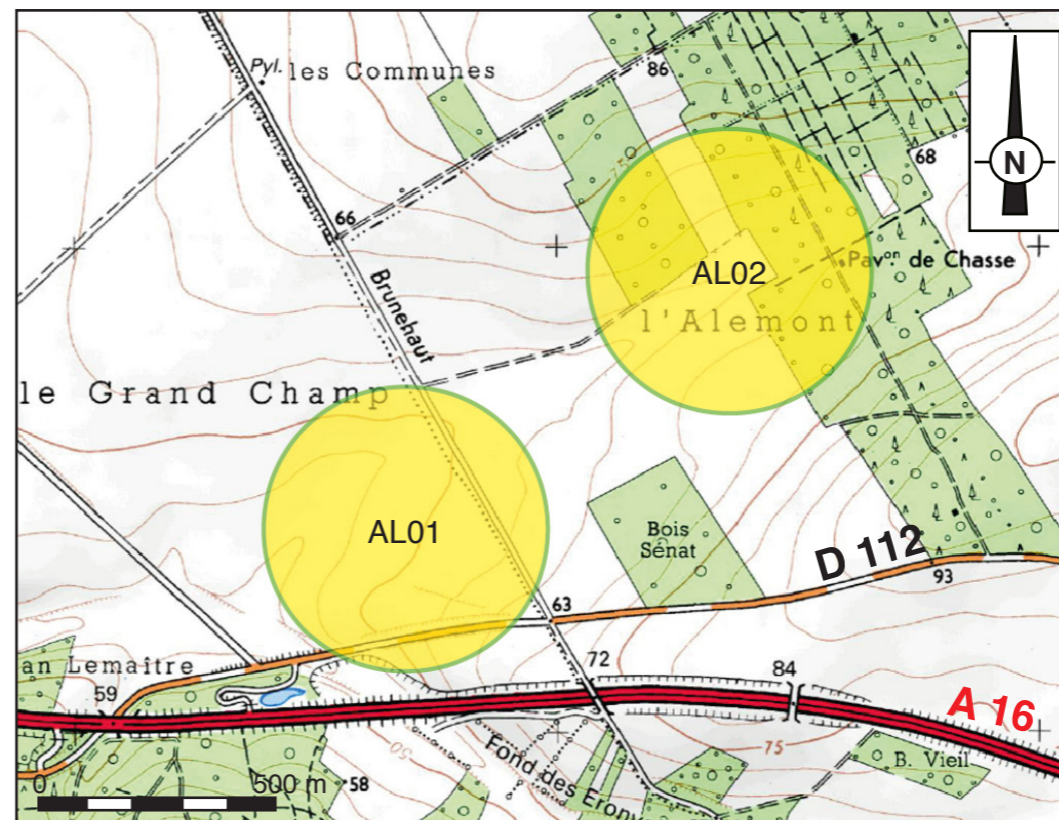
Scénario de chute de glace



Scénario de projection d'éléments de l'éolienne



Scénario de projection de glace



Légende

Intensité du risque

- Exposition très forte
- Exposition forte
- Exposition modérée

Nombre de personnes exposées

- Moins d'une personne
- Entre 1 et 10 personnes
- Entre 10 et 100 personnes
- Entre 100 et 1000 personnes
- Plus de 1000 personnes

Axes routiers

- A 16 Axes routiers structurants (> 2 000 véhicules/jour)
- D 112 Autres axes routiers

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.

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

Evénement redouté central : Événement 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

DGPR : Direction Générale de la Prévention de Risques

Braam H. (2005) – *Handboek Risicozonering Winturbines – 2^e versie. S1.*

Dossier Départemental des Risques Majeurs de l'Aisne (18 février 2014) ;

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 Centre (2012) – Schéma Régional Eolien ;

WECO (déc. 1998) – Wind energy production in cold climate.

Sites internet consultés :

- www.argiles.fr
- www.cartes-topographiques.fr ;
- www.inondationsnappes.fr ;
- www.planseisme.fr
- www.prim.net ;
- www.vestas.com ;
- www.statistiques-locales.insee.fr

Sigles

ABF	: Architecte des Bâtiments de France	NGF	: Niveau Général de la France
ADEME	: Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie	O ₃	: Ozone
ANF	: Agence Nationale des Fréquences	OMS	: Organisation Mondiale de la Santé
APCA	: Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture	PLU	: Plan Local d'Urbanisme, anc. POS
Art.	: Article	POS	: Plan d'Occupation des Sols, dénommé PLU
BRGM	: Bureau de Recherche Géologique et Minière	Ps	: Particules en Suspension
CC	: Communauté de Communes	RAMSAR	: Convention internationale s'étant déroulée à RAMSAR en 1971
CE	: Communauté Européenne	RGA	: Recensement Général Agricole
Chap.	: Chapitre	RGP	: Recensement Général de la Population
CO ₂	: Dioxyde de Carbone	RD	: Route Départementale
dB	: Décibel	RN	: Route Nationale
DDAF	: Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt	RNU	: Règlement National d'Urbanisme
DDASS	: Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales	s	: Seconde
DDE	: Direction Départementale de l'Equipement	SAGE	: Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
DICT	: Déclarations d'Intention de Commencement de Travaux	SAU	: Surface Agricole Utile
DIREN	: ex Direction Régionale de l'Environnement, Cf. DREAL	SCOT	: Schéma de Cohérence et d'Organisation Territoriale syn.Schéma Directeur
DRAC	: Direction Régionale de l'Archéologie	SDAGE	: Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
DREAL	: Direction Régional de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement	SER	: Syndicat des Energies Renouvelables
DRIRE	: ex Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement, Cf. DREAL	SEVESO	: Normes européennes sur les risques industriels majeurs liées à la catastrophe industrielle ayant eu lieu à Seveso en Italie
ENR	: Energies Renouvelables	SFEPM	: Société Française pour l'étude et la Protection des Mammifères
FNSEA	: Fédération Nationale des Syndicats d'Exploitants Agricoles	SIC	: Site d'Intérêt Communautaire
GDF	: Gaz de France	SICAE	: Société d'Intérêt Collectif Agricole d'Electricité
g	: Grammes	SO ₂	: Dioxyde de Soufre
GR	: Grande Randonnée	SRU	: Loi relative à la Solidarité et au Renouvellement Urbain
H	: Heure	STH	: Surface Toujours en Herbe
Ha	: Hectare	t. éq.	: Tonne équivalent
Hab.	: Habitants	TDF	: Télédiffusion de France
HT	: Haute Tension	TGV	: Train Grande Vitesse
ICPE	: Installation Classée pour la Protection de l'Environnement	THT	: Très Haute Tension
IGN	: Institut Géographique National	TP	: Taxe Professionnelle
INSEE	: Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques	UNESCO	: Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture
KWH	: Kilo Watt Heure	UTA	: Unité Travail Agricole
km, km ²	: Kilomètre, kilomètre carré	VTT	: Vélo Tout Terrain
m, m ² , m ³	: mètre, mètre carré, mètre cube	ZDE	: Zone de Développement Eolien
mm	: millimètre	ZICO	: Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux
Leq	: Niveau Acoustique Equivalent	ZNIEFF	: Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Floristique & Faunistique
MEDD	: Ministère de l'Environnement et du Développement Durable	ZSC	: Zone Spéciale de Conservation
MES	: Matière En Suspension	<	: Inférieur
MH	: Monument Historique	/	: Par
MNHN	: Muséum National d'Histoire Naturelle	°C	: Degré Celsius
MW	: Mégawatt		
NO ₂	: Dioxyde d'azote		