





IV. IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION

La description de l'installation est fournie dans le présent document (cf. Chapitre 2 :V en page 42) et ne sera donc pas reprise ici.

Potentils de dangers liés aux produits

La génération électrique à partir de l'énergie du vent ne consomme pas de matières premières et ne génère pas d'émission atmosphérique ni d'effluent dangereux pour l'environnement.

Le bon fonctionnement de l'éolienne nécessite néanmoins la présence de produits dans l'éolienne, tels que graisses et huiles de transmission, huiles hydrauliques pour systèmes de freinage, etc. Une fois usagés, ces produits sont traités en tant que déchets industriels spéciaux.

Les activités de maintenance utilisent également des produits : solvants, dégraissants, nettoyant et produisent des déchets industriels spéciaux (chiffons souillés, ...) ou banals (pièces usagées non souillées, cartons d'emballage...).

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

Par ailleurs, les articles 20 et 21 stipulent que les déchets générés par l'exploitation seront traités et si possible valorisés dans des centres adéquats. Aucun déchet ne sera brûlé à l'air libre.

Le suivi de la traçabilité est assuré grâce à l'émission de bordereaux de suivi de déchets (BSD).

Potentils de dangers liés au fonctionnement de l'installation

Les dangers liés au fonctionnement du parc éolien de la Foye sont de cinq types :

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

Réduction des potentiels de dangers à la source

Afin de réduire les potentiels de dangers et garantir une sécurité optimale de l'installation, des actions préventives ont été menées. Au cours de la conception du projet, l'exploitant a ainsi orienté ses choix techniques selon 2 axes principaux :

- **Choix de l'emplacement des installations** : respect de distances d'implantation vis-à-vis des habitations, des routes départementales et des sentiers de randonnée.
- **Choix des éoliennes** : technologie récente (éolienne dernière génération), équipements de sécurité en série, répondant à des standards et des normes.

De plus, l'analyse des retours d'expérience (accidentologie) a permis d'identifier les principaux phénomènes dangereux et les mesures à mettre en œuvre pour réduire leur probabilité d'occurrence.

V. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES (APR)

L'APR a pour objectif principal d'identifier les scénarios d'accidents majeurs et les mesures de sécurité qui empêchent ces scénarios de se produire ou en limitent les effets. Les scénarios d'accidents identifiés sont hiérarchisés en fonction de leur intensité et de l'étendue possible de leurs conséquences. Cette hiérarchisation permet de « filtrer » les scénarios qui présentent des conséquences limitées et les scénarios d'accidents majeurs ; ces derniers pouvant avoir des conséquences sur les personnes.

V. 1. Scénarios étudiés et mesures de sécurité

Une analyse générique des risques a été menée. Les différents scénarios ont été listés dans un tableau, regroupés par thématique en fonction des typologies d'événement redoutés centraux identifiés grâce aux retours d'expérience :

- 2 scénarios sont relatifs aux risques liés à la **glace**,
- 7 scénarios sont relatifs aux risques d'**incendie**,
- 2 scénarios sont relatifs aux risques de **fuites**,
- 3 scénarios sont relatifs aux risques de **chute d'éléments** de l'éolienne,
- 3 scénarios sont relatifs aux risques de **projection** de pales ou de fragments de pales,
- 10 scénarios sont relatifs aux risques d'**effondrement** de l'éolienne.

Ainsi, les mesures de sécurité (ou MMR – mesure de maîtrise des risques) installées sur les aérogénérateurs, et intervenant dans la prévention et/ou la limitation des phénomènes dangereux listés ont été identifiées :

Tableau 19 : Liste des MMR identifiées

N° MMR	Fonction de sécurité	Mesures de sécurité
1	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	Système de détection ou de déduction de la formation de glace et de mise à l'arrêt de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage.
2	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	Signalisation (affichage de panneaux) sur les chemins d'accès aux éoliennes. Éloignement des zones habitées et fréquentées.
3	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	Capteurs de température sur pièces mécaniques. Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarmes. Suivant ces seuils, la machine peut être bridée ou mise à l'arrêt jusqu'à refroidissement. Systèmes de refroidissement indépendants pour le multiplicateur et la génératrice.
4	Prévenir la survitesse	Détection de survitesse et système de freinage. Eléments du système de protection contre la survitesse conformes aux normes IEC 61508 (SIL 2) et EN 954-1.
5	Prévenir les courts-circuits	Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique.
6	Prévenir les effets de la foudre	Mise à la terre et système de protection contre la foudre des éléments de l'aérogénérateur.
7	Protection et intervention incendie	Capteurs de température sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine. Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle. Intervention des services de secours.
8	Prévention et rétention des fuites	Détecteurs de niveau d'huile. Systèmes d'étanchéité et dispositifs de collecte / récupération. Procédure d'urgence.

N° MMR	Fonction de sécurité	Mesures de sécurité
		Kit antipollution.
9	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction / exploitation)	Surveillance des vibrations. Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblage (ex : brides, joints, etc.). Procédures et contrôle qualité.
10	Prévenir les erreurs de maintenance	Procédure de maintenance.
11	Prévenir la dégradation de l'état des équipements	Inspection et suivi des données mesurées par les capteurs et sondes présentes dans les éoliennes.
12	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	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.
13	Empêcher la perte de contrôle de l'éolienne en cas de défaillance réseau	Détection des défaillances du réseau électrique Batteries pour chaque système pitch Système d'alimentation sans coupure (UPS)

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

V. 2. Effets dominos

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

Le Guide technique de l'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens (Mai 2012) propose de limiter l'évaluation de la probabilité d'impact d'un élément de l'aérogénérateur sur une autre installation ICPE, que lorsque celle-ci se situe dans un rayon de 100 m.

Ainsi, les conséquences des effets dominos ne sont pas traitées dans le cadre de la présente étude.

V. 3. Conclusion de l'analyse préliminaire des risques (APR)

À l'issue de l'APR, seuls les scénarios d'accident dont l'intensité est telle que l'accident peut avoir des effets significatifs sur la vie humaine, sont retenus. Ainsi, 4 catégories de scénarios sont a priori exclues de l'étude détaillée, en raison de leur faible intensité :

Tableau 20 : Scénarios exclus de l'étude détaillée des risques et justifications

Nom du scénario exclu	Justification
Incendie de l'éolienne (effets thermiques)	En cas d'incendie de nacelle, et en raison de sa hauteur, les effets thermiques ressentis au sol seront mineurs. Par exemple, dans le cas d'un incendie de nacelle située à 50 m de hauteur, la valeur seuil de 3 kW/m ² n'est pas atteinte. Dans le cas d'un incendie au niveau du mât, les effets sont également mineurs et l'arrêté du 26 août 2011 encadre déjà largement la sécurité des installations. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques. Néanmoins, il peut être redouté que des chutes d'éléments (ou des projections) interviennent lors d'un incendie. Ces effets sont étudiés avec les projections et les chutes d'éléments.
Incendie du poste de livraison ou du transformateur	En cas d'incendie de ces éléments, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (postes de livraison) seront mineurs ou inexistant, du fait notamment de la structure en béton. De plus, la réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l'arrêté du 26 août 2011 [9]) et impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200.
Chute et projection de glace dans les cas particuliers où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C	Lorsqu'un aérogénérateur est implanté sur un site où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0°C, il peut être considéré que le risque de chute ou de projection de glace est nul. Des éléments de preuves doivent être apportés pour identifier les implantations où de telles conditions climatiques sont applicables.
Infiltration d'huile dans le sol	En cas d'infiltration d'huile dans le sol, les volumes de substances libérés dans le sol restent mineurs. Ce scénario peut ne pas être détaillé dans le chapitre de l'étude détaillée des risques, sauf en cas d'implantation dans un périmètre de protection rapprochée d'une nappe phréatique.

VI. ETUDE DETAILLEE DES RISQUES

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

Suite aux conclusions de l'APR, les cinq catégories de scénarios étudiées dans l'étude détaillée des risques sont les suivantes :

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

VI. 1. Définitions

Pour chacun des scénarios retenus, la cinétique, l'intensité, la gravité et la probabilité ont été étudiées. Ces paramètres sont définis ci-après.

Cinétique

La cinétique d'un accident est la vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle, de l'événement initiateur aux conséquences sur les éléments vulnérables. Selon l'article 8 de l'arrêté du 29 septembre 2005, la cinétique peut être qualifiée de « lente » ou de « rapide ». Dans le cas d'une cinétique lente, les personnes ont le temps d'être mises à l'abri à la suite de l'intervention des services de secours. Dans le cas contraire, la cinétique est considérée comme rapide.

Intensité

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

Elle est ici définie en fonction du degré d'exposition, rapport entre la surface atteinte par un élément chutant ou projeté et la surface de la zone exposée à la chute ou à la projection.

Tableau 21 : Définition du degré d'exposition

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

Gravité

La gravité des conséquences potentielles prévisibles résulte de la combinaison de l'intensité des effets d'un phénomène dangereux et de la vulnérabilité des enjeux potentiellement exposés. Les seuils de gravité sont déterminés en fonction du nombre équivalent de personnes permanentes dans chacune des zones d'effet définies précédemment.

Tableau 22 : Seuils de gravité

Gravité \ Intensité	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition très forte	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition forte	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition modérée
Désastreux	Plus de 10 personnes exposées	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1 000 personnes exposées
Catastrophique	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes	Entre 100 et 1 000 personnes exposées
Important	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
Sérieux	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
Modéré	Pas de zone de létalité hors de l'établissement		Présence humaine exposée inférieure à une personne

Probabilité

La probabilité d'occurrence d'un accident est assimilée à sa fréquence d'occurrence future estimée sur l'installation considérée. L'annexe I de l'arrêté du 29 septembre 2005 définit les classes de probabilité qui doivent être utilisées dans les études de dangers pour caractériser les scénarios d'accident majeur :

Tableau 23 : Classes de probabilité

Niveau de probabilité	Appréciation qualitative		Appréciation quantitative
A	Fréquent	Événement courant : s'est produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie des installations, malgré d'éventuelles mesures correctives.	$> 10^{-2}$ / an
B	Probable	Événement probable : s'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie de l'installation.	De 10^{-3} à 10^{-2} / an
C	Peu probable	Événement improbable : événement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité.	De 10^{-4} à 10^{-3} / an
D	Rare	Événement rare : s'est déjà produit dans ce secteur d'activité, mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité.	De 10^{-5} à 10^{-4} / an
E	Extrêmement rare	Événement extrêmement rare : n'est pas impossible au vu des connaissances actuelles, mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années, d'installations.	$< 10^{-5}$ / an

Dans le cadre de l'étude de dangers des parcs éoliens, la probabilité de chaque événement accidentel identifié pour une éolienne est déterminée en fonction de la bibliographie relative à l'évaluation des risques pour des éoliennes, du retour d'expérience français et des définitions qualitatives de l'arrêté du 29 septembre 2005.

VI. 2. Synthèse des scénarios étudiés

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

Tableau 24 : Synthèse des scénarios étudiés

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement d'une éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale (180 m)	Rapide	Exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes)	Modéré
Chute de glace	Zone de survol (75 m)	Rapide	Exposition modérée	A	Modéré
Chute d'élément d'une éolienne	Zone de survol (75 m)	Rapide	Exposition modérée	C	Modéré

Projection de pale ou de fragments de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes)	Modéré pour E1 et E2 Sérieux pour E3
Projection de glace	392,25 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	B	Modéré pour E1 et E2 Sérieux pour E3

VI. 3. Synthèse de l'acceptabilité des risques

Pour conclure à l'acceptabilité des accidents potentiels, la matrice de criticité ci-dessous, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010 mentionnée ci-dessus sera utilisée. Le classement des 5 scénarios étudiés y a été intégré.

Tableau 25 : Matrice de criticité

Conséquence	Classe de probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux		Projection de pale ou de fragments de pale pour E3		Projection de glace pour E3	
Modéré		Effondrement d'une éolienne Projection de pale ou de fragments de pale excepté E1 et E2	Chute d'élément d'une éolienne	Projection de glace pour E1 et E2	Chute de glace

Légende de la matrice :

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

Le tableau ci-dessous reprend la légende de la matrice susvisée pour l'adapter au projet du parc éolien de la Foye.