

VIII. 2. 5. Projection de glace

VIII. 2. 5. 1. Zone d'effet

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

En ce qui concerne la distance maximale atteinte par ce type de projectiles, il n'existe pas d'information dans l'accidentologie. La référence [15] (cf. Annexe 7) propose une distance d'effet en fonction de la hauteur et du diamètre de l'éolienne, dans les cas où le nombre de jours de glace est important et où l'éolienne n'est pas équipée de système d'arrêt des éoliennes en cas de givre ou de glace :

Distance d'effet = 1,5 x (hauteur de moyeu + diamètre de rotor)
--

Cette distance de projection est jugée conservatrice dans des études postérieures [17] (cf. Annexe 7). À défaut de données fiables, il est proposé de considérer cette formule pour le calcul de la distance d'effet pour les projections de glace, soit une **distance de 392,25 m**.

VIII. 2. 5. 2. Intensité

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

Le tableau ci-après permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de glace dans le cas du parc éolien de La Foye.

Comme précédemment, d est le degré d'exposition, Z_I la zone d'impact, Z_E la zone d'effet, R le demi-diamètre du rayon du rotor (R= 75 m), Hm la hauteur au moyeu (Hm= 111,5 m) et SG la surface majorante d'un morceau de glace.

Tableau 52 : Intensité du scénario « Projection de glace »

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de 1,5 x (Hm +2R), soit 392,25 m autour de l'éolienne)			
Zone d'impact Z _I (m²)	Zone d'effet (Z _E) du phénomène étudié (m²)	Degré d'exposition (d) du phénomène étudié (%)	Intensité
Z _I = SG La zone d'impact est de 1 m².	Z _E = π x (1,5 x (Hm + 2 x R))² La zone d'effet est de 483 365,6 m².	d = Z _I / Z _E d = 0,0002%	Exposition modérée

VIII. 2. 5. 3. Gravité

En fonction de cette intensité, il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection de glace, dans la zone d'effet de ce phénomène :

- Plus de 1 000 personnes exposées : « Désastreux »
- Entre 100 et 1 000 personnes exposées : « Catastrophique »
- Entre 10 et 100 personnes exposées : « Important »
- Moins de 10 personnes exposées : « Sérieux »
- Présence humaine exposée inférieure à « une personne » : « Modéré »

Il a été observé dans la littérature disponible [17] (cf. Annexe 7) qu'en cas de projection, les morceaux de glace se cassent en petits fragments dès qu'ils se détachent de la pale. **La possibilité de l'impact de glace sur des personnes**

abritées par un bâtiment ou un véhicule est donc négligeable et ces personnes ne doivent pas être comptabilisées pour le calcul de la gravité.

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

Tableau 53 : Gravité du scénario « Projection de glace »

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de 1,5 x (Hm +2R), soit 392,25 m autour de l'éolienne)			
Éolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Total (personnes permanentes)	Gravité
E1	0,47 (terrains non aménagés)	0,57	Modérée
	0,1 (terrains aménagés peu fréquentés)		
E2	0,47 (terrains non aménagés)	0,57	Modérée
	0,1 (terrains aménagés peu fréquentés)		
E3	0,88 (terrains non aménagés)	1,08	Sérieuse
	0,05 (terrains aménagés peu fréquentés)		
	0,15 (chemin de randonnée)		

VIII. 2. 5. 4. Probabilité

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

- Les mesures de prévention de projection de glace imposées par **l'arrêté du 26 août 2011 modifié par l'arrêté du 22 juin 2020** ;
- Le recensement d'aucun accident lié à une projection de glace.

Une probabilité forfaitaire « B » : « Évènement probable » est proposé pour cet évènement.

VIII. 2. 5. 5. Acceptabilité

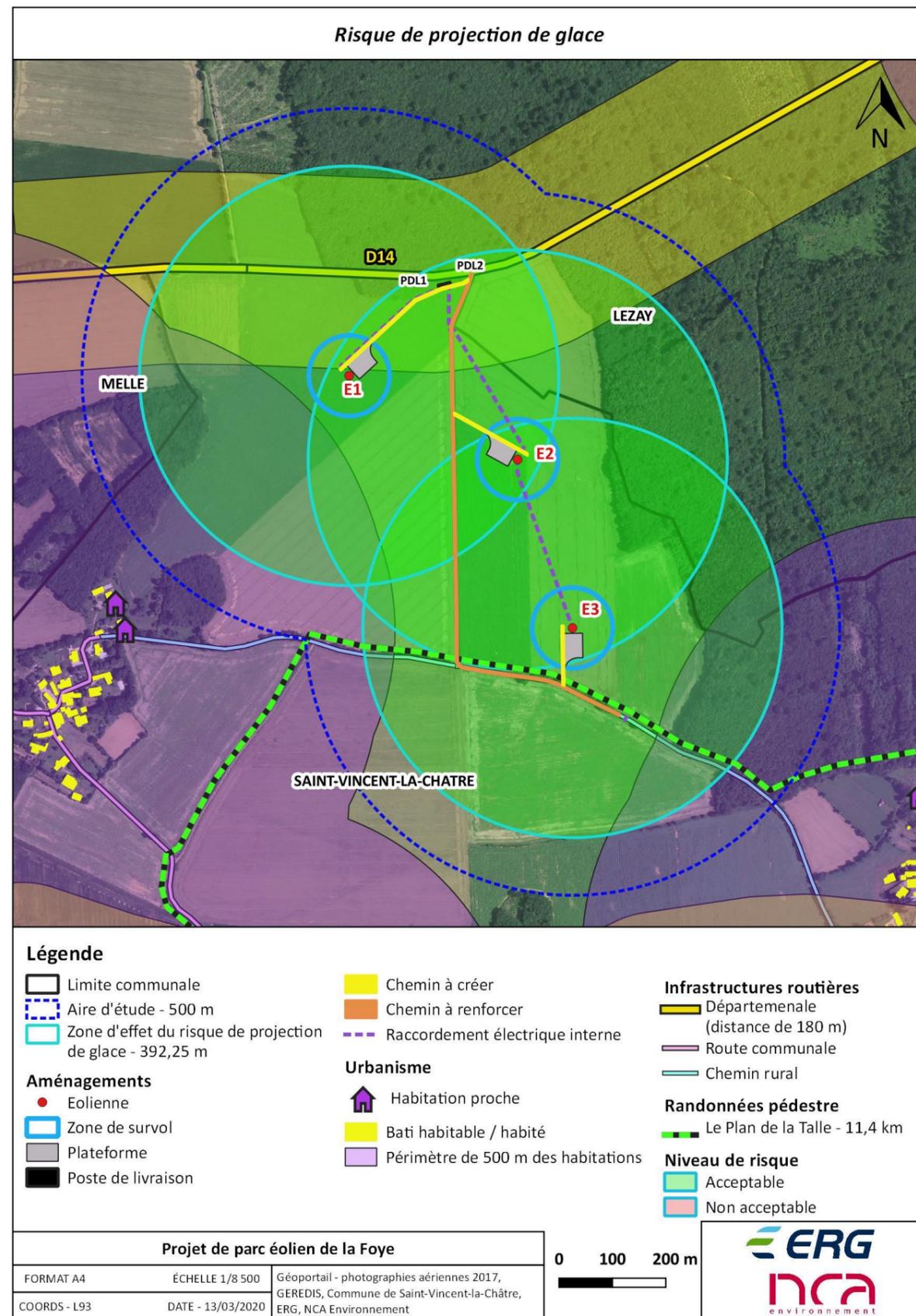
Le risque de projection pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'un niveau de gravité « sérieux ». Cela correspond pour cet événement à un nombre équivalent de personnes permanentes inférieures à 10 dans la zone d'effet.

Le tableau en page suivante rappelle, pour chaque aérogénérateur du projet de parc éolien de La Foye, la gravité associée et le niveau de risque (acceptable/inacceptable).

Tableau 54 : Acceptabilité du scénario « Projection de glace »

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de 1,5 x (Hm +2R), soit 392,25 m autour de l'éolienne)		
Éolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modérée	Acceptable
E2	Modérée	Acceptable
E3	Sérieuse	Acceptable

Le phénomène de projection de glace depuis une éolienne du parc éolien de La Foye constitue un risque acceptable pour les personnes.



VIII. 3. Synthèse de l'étude détaillée des risques

VIII. 3. 1. Tableaux de 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 55 : 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 importante	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

VIII. 3. 2. Synthèse de l'acceptabilité des risques

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

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

Tableau 56 : 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.

Tableau 57 : Matrice de criticité du projet de La Foye

	Effondrement d'une éolienne	Chute de glace	Chute d'éléments d'une éolienne	Projection de pale ou de fragments de pale	Projection de glace
E1	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable
E2	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable
E3	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Sérieux	Sérieux

Au regard de la matrice ainsi complétée, il s'avère que :

- Aucun accident ne possède un niveau de risque important.
- 2 accidents possèdent un risque faible (projection et chute de glace). Pour ces derniers, il convient de souligner que le choix d'aérogénérateurs de technologie récente et les fonctions de sécurité détaillées dans le *paragraphe VII. 6* et notamment la fonction de sécurité n°2 qui consiste à signaler (affichage de panneaux) ce risque sur les chemins d'accès aux éoliennes et éloigner les éoliennes des zones habitées et fréquentées, sont mises en œuvre et suffisent à rendre les risques acceptables.

VIII. 3. 3. Cartographie des risques

Une cartographie de synthèse des risques est proposée pour chaque aérogénérateur. Elle met en évidence les éléments suivants :

- Les enjeux étudiés dans l'étude détaillée des risques ;
- L'intensité des différents phénomènes dangereux dans les zones d'effet de chaque phénomène dangereux ;
- Le nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) exposées par zone d'effet.