

## VIII.2.4 PROJECTION DE PALES OU DE FRAGMENTS DE PALES

## VIII.2.4.1 ZONE D'EFFET

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

L'accidentologie éolienne mondiale manque de fiabilité car la source la plus importante, en termes statistiques, est une base de données tenue par une association écossaise majoritairement opposée à l'énergie éolienne [3] (cf. Annexe 7).

Pour autant, des études de risques déjà réalisées dans le monde ont utilisé une distance de 500 mètres, en particulier les études [5] et [6] (cf. Annexe 7).

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

## VIII.2.4.2 INTENSITE

Pour le phénomène de projection de pale ou de fragment de pale, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un élément (cas majorant d'une pale entière) et la superficie de la zone d'effet du phénomène (500 m).

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne dans le cas du parc éolien de la plaine de Balusson avec :

- d = le degré d'exposition
- $Z_i$  = la zone d'impact
- $Z_e$  = la zone d'effet
- R = la longueur de pale (R = 75 m)
- LB = la largeur de la base de la pale (LB = 4,2 m).

Tableau 42: Intensité du scénario « Projection de pale ou de fragments de pale »

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)			
Zone d'impact en m <sup>2</sup>	Zone d'effet du phénomène étudié en m <sup>2</sup>	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_i = R \cdot LB / 2$ La zone d'impact est de 158 m <sup>2</sup>	$Z_e = \pi \times 500^2$ La zone d'effet est de 785 398 m <sup>2</sup>	$d = Z_i / Z_e$ $d = 0,02 \% (< 1 \%)$	Exposition modérée

## VIII.2.4.3 GRAVITE

En fonction de cette intensité et des définitions issues du paragraphe VIII.1.3., il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection, dans la zone de 500 m autour de l'éolienne :

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

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

Tableau 43 : Gravité du scénario « Projection de pale ou de fragments de pale »

Projection de pale ou de fragments de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)			
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Total (personnes permanentes)	Gravité
E1	0,79 (terrains non aménagés)	0,92	Modéré
	0,14 (terrains aménagés peu fréquentés)		
E2	0,79 (terrains non aménagés)	2,19	Sérieux
	0,12 (terrains aménagés peu fréquentés)		
	1,28 (chemins et voies piétonnes)		
E3	0,79 (terrains non aménagés)	2,74	Sérieux
	0,09 (terrains aménagés peu fréquentés)		
	1,86 (chemins et voies piétonnes)		
E4	0,79 (terrains non aménagés)	0,90	Modéré
	0,11 (terrains aménagés peu fréquentés)		
E5	0,79 (terrains non aménagés)	0,91	Modéré
	0,13 (terrains aménagés peu fréquentés)		
E6	0,79 (terrains non aménagés)	0,98	Modéré
	0,20 (terrains aménagés peu fréquentés)		

## VIII.2.4.4 PROBABILITE

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

Tableau 44 : Valeurs de la littérature pour la probabilité de rupture de tout ou partie de pale

Source	Fréquence	Justification
Évaluation des risques spécifiques à un site pour un projet de parc éolien [4]	$1 \times 10^{-6}$	Respect de l'Eurocode EN 1990 – Basis of structural design
Guide de zonage des éoliennes basé sur les risques [5]	$1,1 \times 10^{-3}$	Retour d'expérience au Danemark (1984-1992) et en Allemagne (1989-2001)
Spécification des distances minimales [6]	$6,1 \times 10^{-4}$	Recherche Internet des accidents entre 1996 et 2003

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

A fin 2011, le retour d'expérience français montre une classe de probabilité « C » (12 événements pour 15 667 années d'expérience, soit  $7,66 \times 10^{-4}$  événement par éolienne et par an).

A fin 2019, il a été recensé 20 ruptures ou chutes de fragment ou de pale pour des éoliennes de technologie récente (installation à partir de 2002 et puissance supérieure à 0,8 MW). Cela correspond à 20 incidents pour 60 000 années d'expérience, soit une probabilité de  $3,3 \times 10^{-4}$  par éolienne et un niveau deux fois plus faible que celui de 2011.

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

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

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

- Les dispositions de la norme IEC 61 400-1

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

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

Trois ruptures ou chutes de pale sont recensées au niveau national pour des éoliennes mises en service après 2011.

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

#### VIII.2.4.5 ACCEPTABILITE

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

Tableau 45 : Acceptabilité du scénario « Projection de pale ou de fragments de pale »

Projection de pale ou de fragment de pale (zone de 500 m autour de chaque éolienne)		
Eolienne	Gravité	Niveau de risque
E1	Modéré	Acceptable
E2	Sérieux	Acceptable
E3	Sérieux	Acceptable
E4	Modéré	Acceptable
E5	Modéré	Acceptable
E6	Modéré	Acceptable

**Ainsi, pour le parc éolien de la plaine de Balusson, le phénomène de projection de tout ou partie de pale des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.**



#### 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] propose une distance d'effet fonction de la hauteur et du diamètre de l'éolienne, dans les cas où le nombre de jours de glace est important et où l'éolienne n'est pas équipée de système d'arrêt des éoliennes en cas de givre ou de glace :

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

Cette distance de projection est jugée conservatrice dans des études postérieures [17]. A défaut de données fiables et bien que les éoliennes du parc de la plaine de Balusson seront équipées de système d'arrêt en cas de givre ou de glace (cf. fonction de sécurité n°1), il est proposé de considérer cette formule pour le calcul de la distance d'effet pour les projections de glace, soit une **distance de 412,5 m pour les aérogénérateurs**.

##### VIII.2.5.2 INTENSITE

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de glace dans le cas du parc éolien de la plaine de Balusson, avec :

- d = le degré d'exposition
- Z<sub>i</sub> = la zone d'impact
- Z<sub>e</sub> = la zone d'effet
- R = la longueur de pale (R= 75 m)

- Hm = la hauteur au moyeu (Hm= 125 m)
- SG la surface majorante d'un morceau de glace.

**Tableau 46 : Intensité du scénario « Projection de glace »**

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de 1,5 x (Hm+2R) autour de l'éolienne)			
Zone d'impact en m <sup>2</sup>	Zone d'effet du phénomène étudié en m <sup>2</sup>	Degré d'exposition du phénomène étudié en %	Intensité
$Z_I = SG$ La zone d'impact est de 1 m <sup>2</sup>	$Z_E = \pi \times (1,5 \times (Hm+2R))^2$ La zone d'effet est de 534 562 m <sup>2</sup>	$d = Z_I / Z_E$ $d = 0,0002 \% (< 1 \%)$	Exposition modérée

## VIII.2.5.3 GRAVITE

En fonction de cette intensité et des définitions issues du paragraphe VIII.1.3., il est possible de définir les différentes classes de gravité pour le phénomène de projection de glace, dans la zone d'effet de ce phénomène :

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

Il a été observé dans la littérature disponible [17] 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 47 : Gravité du scénario « Projection de glace »**

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de 1,5 x (H +2R) autour de l'éolienne)			
Eolienne	Nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes)	Total (personnes permanentes)	Gravité
E1	0,53 (terrains non aménagés)	0,62	Modéré
	0,09 (terrains aménagés peu fréquentés)		
E2	0,53 (terrains non aménagés)	0,97	Modéré
	0,09 (terrains aménagés peu fréquentés) 0,35 (chemins et voies piétonnes)		
E3	0,53 (terrains non aménagés)	2,06	Sérieux
	0,05 (terrains aménagés peu fréquentés) 1,48 (chemins et voies piétonnes)		
E4	0,53 (terrains non aménagés)	0,61	Modéré
	0,08 (terrains aménagés peu fréquentés)		
E5	0,53 (terrains non aménagés)	0,63	Modéré
	0,10 (terrains aménagés peu fréquentés)		
E6	0,53 (terrains non aménagés)	0,66	Modéré
	0,12 (terrains aménagés peu fréquentés)		

## VIII.2.5.4 PROBABILITE

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

- les mesures de prévention de projection de glace imposées par l'arrêté du 26 août 2011 ;
- le recensement d'aucun accident lié à une projection de glace ;

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

## VIII.2.5.5 ACCEPTABILITE

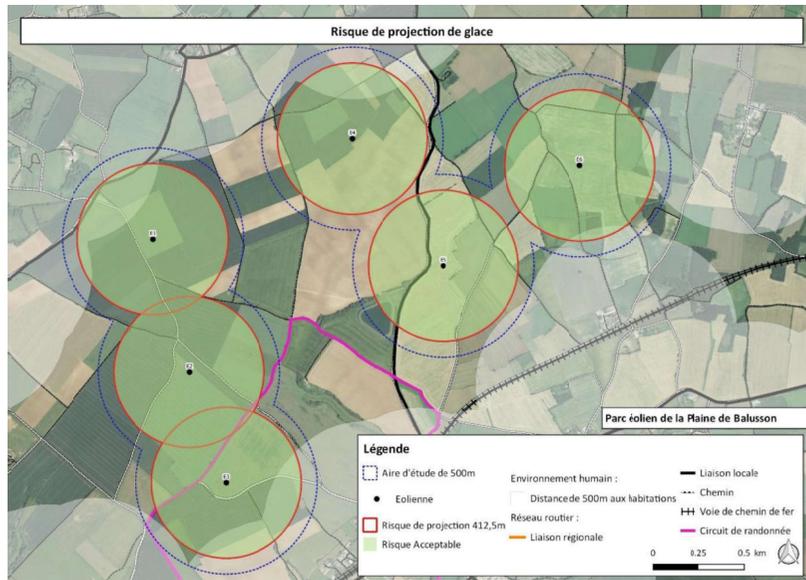
Le risque de projection pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable dans le cas d'un niveau de gravité « sérieux ». Cela correspond pour cet événement à un nombre équivalent de personnes permanentes inférieures à 10 dans la zone d'effet.

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

**Tableau 48 : Acceptabilité du scénario « Projection de glace »**

Projection de morceaux de glace (dans un rayon de 1,5 x (H +2R) autour de l'éolienne)			
Eolienne	Gravité	Présence de système d'arrêt en cas de détection ou déduction de glace et de procédure de redémarrage	Niveau de risque
E1	Modéré	Oui	Acceptable
E2	Modéré	Oui	Acceptable
E3	Sérieux	Oui	Acceptable
E4	Modéré	Oui	Acceptable
E5	Modéré	Oui	Acceptable
E6	Modéré	Oui	Acceptable

**Ainsi, pour le parc éolien de la plaine de Balusson, le phénomène de projection de glace 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 49 : Synthèse des scénarios étudiés

Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale (200 m)	Rapide	Exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes) <sup>3</sup>	Modéré pour toutes les éoliennes
Chute de glace	Zone de survol (75 m)	Rapide	Exposition modérée	A	Modéré pour toutes les éoliennes
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol (75 m)	Rapide	Exposition modérée	C	Modéré pour toutes les éoliennes

<sup>3</sup> Voir paragraphe VIII.2.1.4

Projection de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	D (pour des éoliennes récentes) <sup>4</sup>	Modéré pour les éoliennes E1, E4, E5 et E6 Sérieux pour les éoliennes E2 et E3
Projection de glace	412,5 m autour de l'éolienne	Rapide	Exposition modérée	B	Modéré pour les éoliennes E1, E2, E4, E5 et E6 Sérieux pour l'éolienne E3

Remarque : les événements redoutés centraux étudiés ci-avant ne concernent que la phase d'exploitation du parc. En phase de construction et de remise en état, seul le personnel de chantier intervenant peut-être sous influence d'un effondrement d'éolienne ou d'une chute d'un élément ou d'un morceau de glace. Les riverains ne peuvent être soumis à ces dangers hors phase d'exploitation compte-tenu de la distance des habitations.

#### 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 50 : Matrice de criticité (source : INERIS/SER/FEE, 2012)

Conséquence	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux		Projection des pales ou de fragments de pales pour E2 et E3		Projection de glace pour E3	
Modéré		Effondrement de l'éolienne Projection des pales ou de fragments de pales (sauf E2 et E3)	Chute d'éléments d'une éolienne	Projection de glace pour (sauf E3)	Chute de glace

Légende de la matrice :

Niveau de risque	Couleur	Acceptabilité
Risque très faible		acceptable

<sup>4</sup> Voir paragraphe VIII.2.4.4

Risque faible		acceptable
Risque important		non acceptable

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- Aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice, il y en a donc aucun avec un risque non acceptable
- 2 accidents (chute de glace et projection de glace pour l'éolienne E3) possèdent un risque faible (case jaune). Pour ces accidents, il convient de souligner que le choix d'aérogénérateurs de technologie récente et les fonctions de sécurité détaillées dans le paragraphe VII. 6 sont mises en œuvre et suffisent à rendre le risque acceptable.

L'étude conclut à l'acceptabilité du risque généré par le parc éolien de la plaine de Balusson. En effet, le risque associé à chaque événement redouté central étudié est acceptable, quelle que soit l'éolienne considérée du parc (éoliennes E1 à E6).

### 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

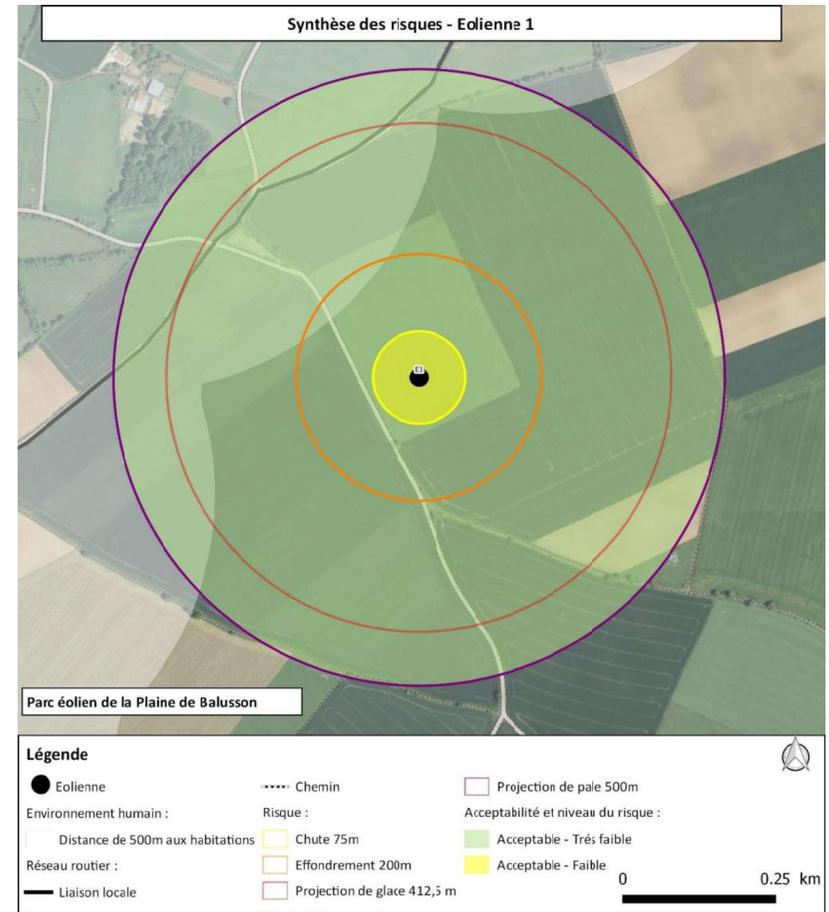


Tableau 51 : Récapitulatif des risques étudiés pour E1

E1	Effondrement	Chute de glace	Chute d'éléments	Projection de pale	Projection de glace
<b>Zone d'effet</b>	200 m	75 m	75 m	500 m	412,5 m
<b>Nombre de personnes permanentes exposées</b>	0,14	0,02	0,02	0,92	0,62
<b>Niveau d'intensité</b>	Exposition modérée	Exposition modérée	Exposition modérée	Exposition modérée	Exposition modérée
<b>Gravité</b>	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré
<b>Acceptabilité et niveau du risque</b>	Acceptable Très faible	Acceptable Faible	Acceptable Très faible	Acceptable Très faible	Acceptable Très faible

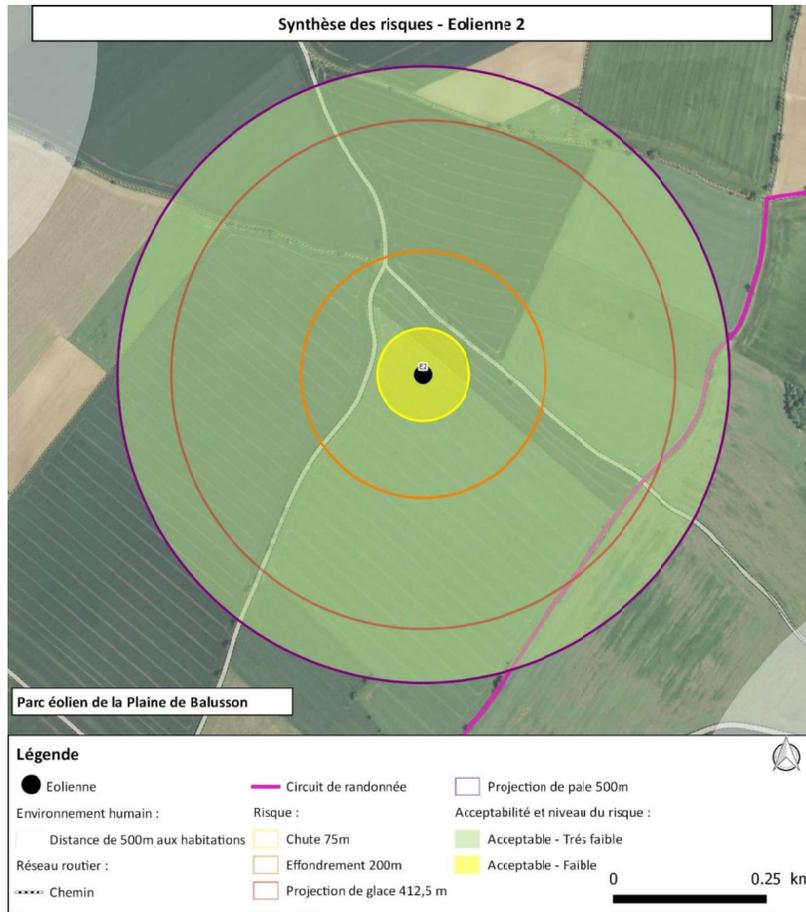


Tableau 52 : Récapitulatif des risques étudiés pour E2

E2	Effondrement	Chute de glace	Chute d'éléments	Projection de pale	Projection de glace
<b>Zone d'effet</b>	200 m	75 m	75 m	500 m	412,5 m
<b>Nombre de personnes permanentes exposées</b>	0,16	0,02	0,02	2,19	0,97
<b>Niveau d'intensité</b>	Exposition modérée	Exposition modérée	Exposition modérée	Exposition modérée	Exposition modérée
<b>Gravité</b>	Modéré	Modéré	Modéré	Sérieux	Modéré
<b>Acceptabilité et niveau du risque</b>	Acceptable Très faible	Acceptable Faible	Acceptable Très faible	Acceptable Très faible	Acceptable Très faible

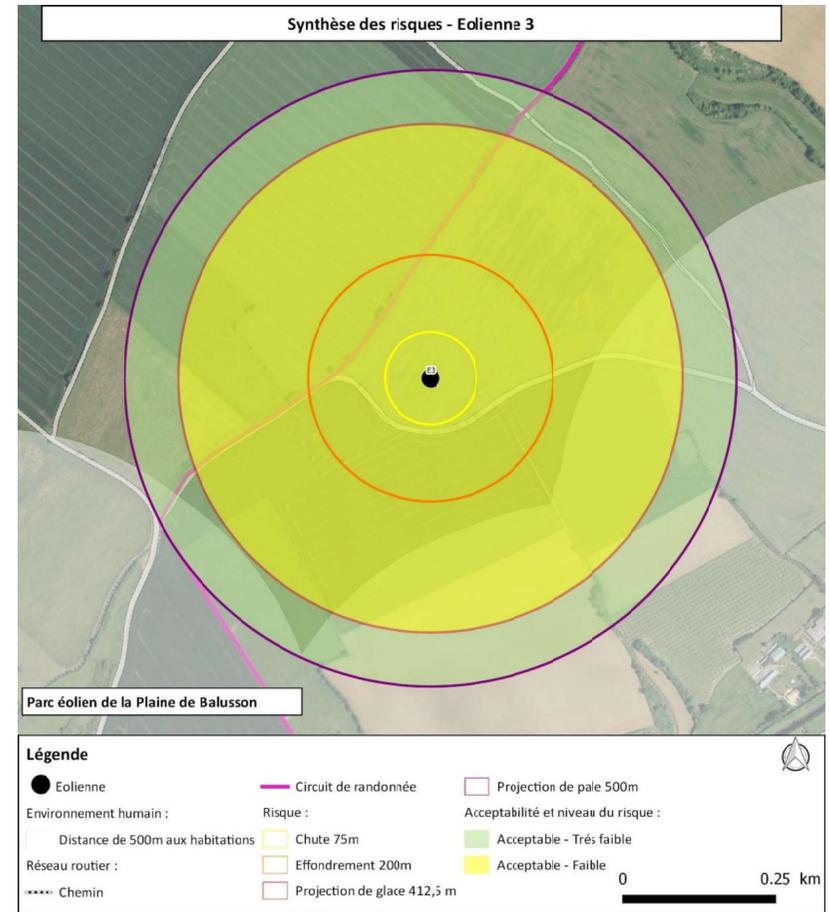


Tableau 53 : Récapitulatif des risques étudiés pour E3

E3	Effondrement	Chute de glace	Chute d'éléments	Projection de pale	Projection de glace
<b>Zone d'effet</b>	200 m	75 m	75 m	500 m	412,5 m
<b>Nombre de personnes permanentes exposées</b>	0,67	0,02	0,02	2,74	2,06
<b>Niveau d'intensité</b>	Exposition modérée	Exposition modérée	Exposition modérée	Exposition modérée	Exposition modérée
<b>Gravité</b>	Modéré	Modéré	Modéré	Sérieux	Sérieux
<b>Acceptabilité et niveau du risque</b>	Acceptable Très faible	Acceptable Faible	Acceptable Très faible	Acceptable Très faible	Acceptable Faible

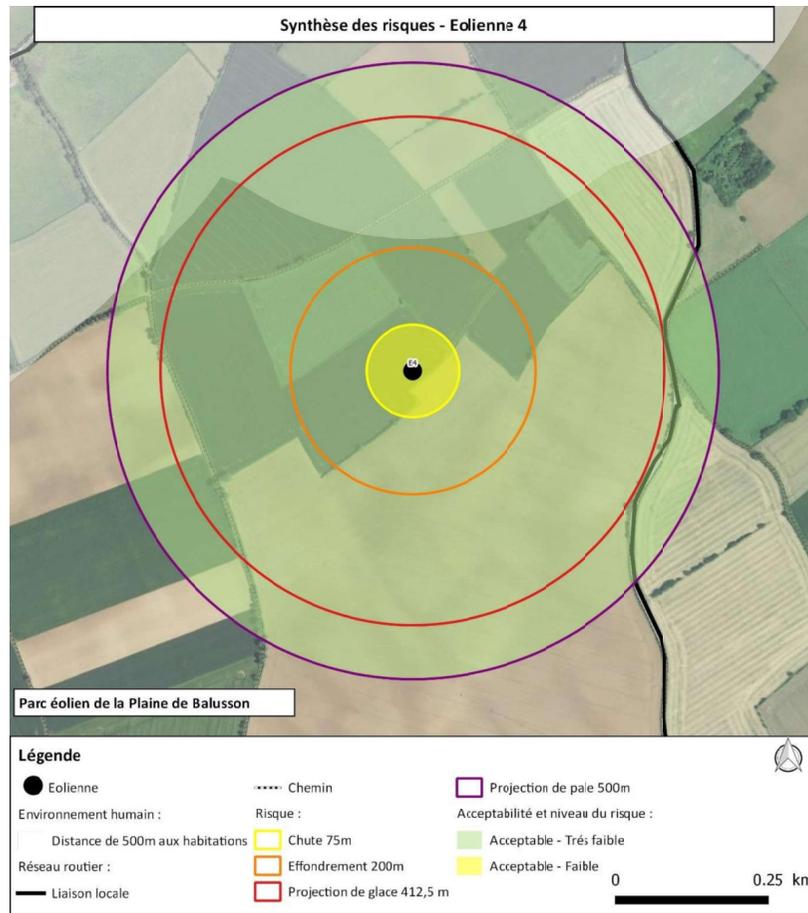


Tableau 54 : Récapitulatif des risques étudiés pour E4

E4	Effondrement	Chute de glace	Chute d'éléments	Projection de pale	Projection de glace
<b>Zone d'effet</b>	200 m	75 m	75 m	500 m	412,5 m
<b>Nombre de personnes permanentes exposées</b>	0,13	0,02	0,02	0,90	0,61
<b>Niveau d'intensité</b>	Exposition modérée	Exposition modérée	Exposition modérée	Exposition modérée	Exposition modérée
<b>Gravité</b>	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré
<b>Acceptabilité et niveau du risque</b>	Acceptable Très faible	Acceptable Faible	Acceptable Très faible	Acceptable Très faible	Acceptable Très faible

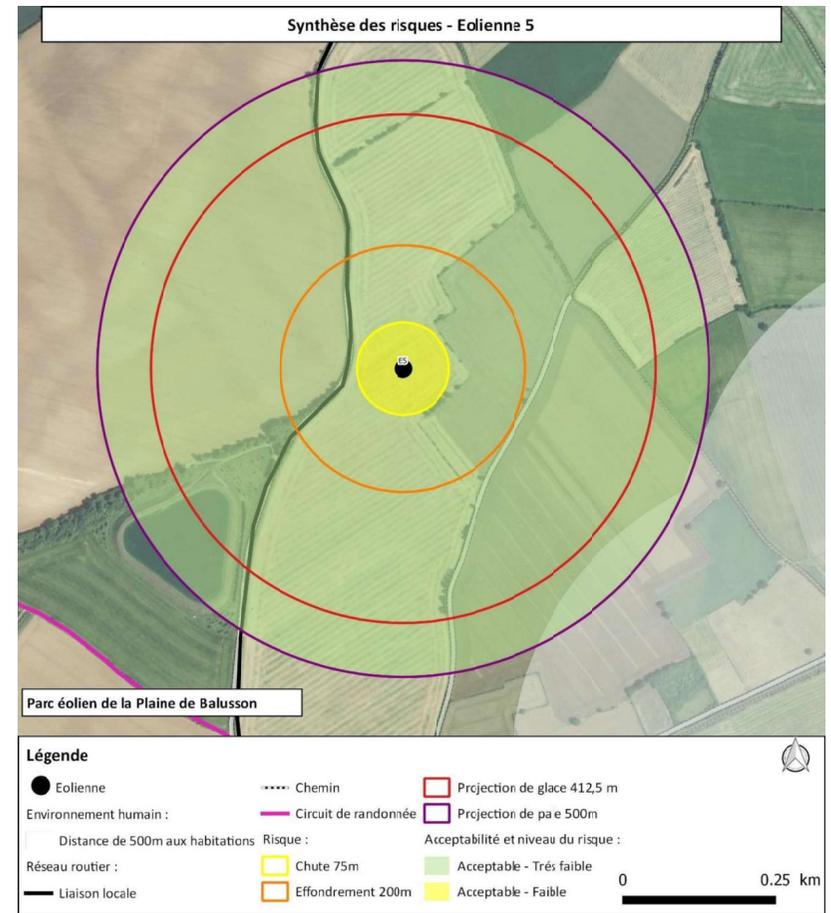


Tableau 55 : Récapitulatif des risques étudiés pour E5

E5	Effondrement	Chute de glace	Chute d'éléments	Projection de pale	Projection de glace
<b>Zone d'effet</b>	200 m	75 m	75 m	500 m	412,5 m
<b>Nombre de personnes permanentes exposées</b>	0,14	0,02	0,02	0,91	0,63
<b>Niveau d'intensité</b>	Exposition modérée	Exposition modérée	Exposition modérée	Exposition modérée	Exposition modérée
<b>Gravité</b>	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré
<b>Acceptabilité et niveau du risque</b>	Acceptable Très faible	Acceptable Faible	Acceptable Très faible	Acceptable Très faible	Acceptable Très faible

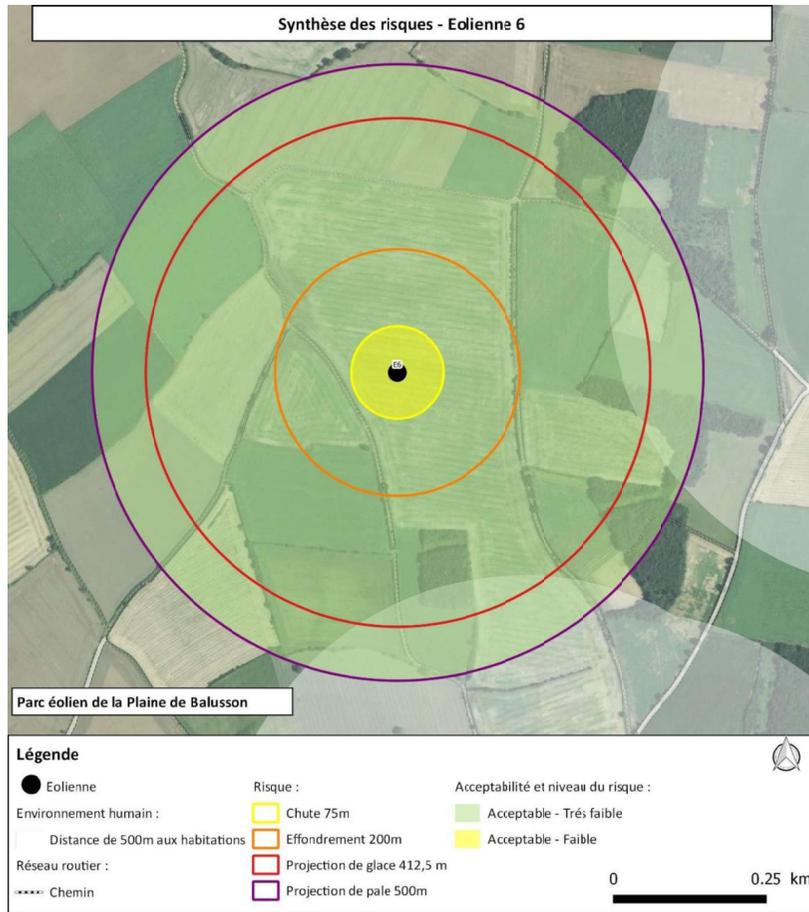
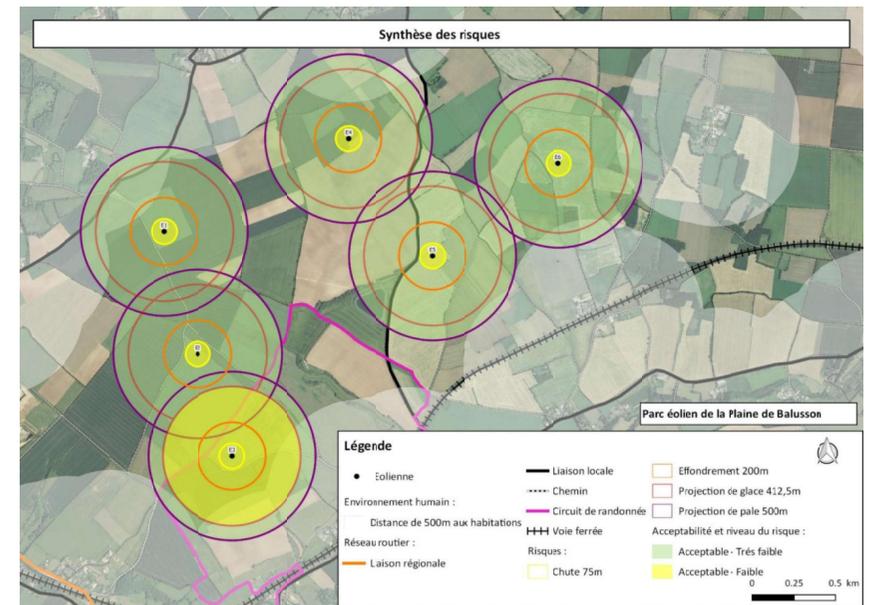


Tableau 56 : Récapitulatif des risques étudiés pour E6

E6	Effondrement	Chute de glace	Chute d'éléments	Projection de pale	Projection de glace
<b>Zone d'effet</b>	200 m	75 m	75 m	500 m	412,5 m
<b>Nombre de personnes permanentes exposées</b>	0,15	0,02	0,02	0,98	0,66
<b>Niveau d'intensité</b>	Exposition modérée	Exposition modérée	Exposition modérée	Exposition modérée	Exposition modérée
<b>Gravité</b>	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré
<b>Acceptabilité et niveau du risque</b>	Acceptable Très faible	Acceptable Faible	Acceptable Très faible	Acceptable Très faible	Acceptable Très faible



## IX. CONCLUSION

L'étude de dangers permet de conclure à l'acceptabilité de l'ensemble des risques générés par le parc éolien de la plaine de Balusson, car le risque associé à chaque événement redouté central étudié, quelle que soit l'éolienne considérée, est acceptable, et ce malgré une approche probabiliste très conservatrice. En effet, l'analyse détaillée des risques s'est portée sur un nombre réduit, compte tenu d'une démarche préventive et proportionnée aux enjeux du site et de l'installation considérée.

Cette démarche tient compte de :

- L'environnement humain, naturel et matériel, qui ici présente des enjeux réduits à l'utilisation des abords de chaque éolienne à des usages agricoles (terrains non aménagés et peu fréquentés) et des voiries secondaires ;
- La mise en place de mesures de sécurité pour répondre aux différents risques examinés (dispositions constructives et d'exploitation de maintenance et de risques notamment, en conformité avec la réglementation ICPE afférente et notamment l'arrêté du 26 août 2011).

L'étude de dangers a ainsi permis de recenser l'ensemble des infrastructures et des activités présentes dans l'aire d'étude, définie dans un rayon de 500 m des éoliennes, ainsi que de rendre compte de la démarche de conception du projet de parc éolien, et d'analyse des différents risques engendrés.

En effet, l'analyse des risques liés aux installations et équipements du site est basée sur un recensement des accidents possibles, sur de l'évaluation de leurs conséquences, de leur probabilité de se réaliser en prenant en compte les moyens de secours et de prévention adaptés notamment à la vitesse d'apparition de l'accident.

Ainsi, parmi les principaux accidents majeurs identifiés, les scénarios retenus pour l'étude détaillée des risques sont :

- L'effondrement d'une éolienne, dont la probabilité d'occurrence est faible et la gravité sérieuse
- La chute de glace, dont la probabilité d'occurrence est fréquente et la gravité modérée
- La chute d'élément d'une éolienne, dont la probabilité d'occurrence et la gravité sont modérées
- La projection de pale ou de fragments de pale, dont la probabilité d'occurrence est faible et la gravité modérée à sérieuse
- La projection de glace, dont la probabilité d'occurrence est importante et la gravité modérée.

Comme le montre la carte précédente, aucun accident ne possède un niveau de risque important. Les résultats obtenus indiquent que les niveaux de risque de tous les scénarios sont très faibles à faibles et considérés « acceptables ». Les zones d'effet sont limitées à un rayon maximal de 500 m (projection de pale). Aucune habitation ou activité n'est impactée.

Un ensemble de mesures de sécurité sera mis en œuvre par l'exploitant du parc éolien de la plaine de Balusson, afin de prévenir, voire limiter les conséquences de ces accidents potentiels :

- Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace
- Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace
- Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques
- Prévenir la survitesse
- Prévenir les courts-circuits
- Prévenir les effets de la foudre
- Protection et intervention incendie
- Prévention et rétention des fuites
- Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction / exploitation)
- Prévenir les erreurs de maintenance
- Prévenir la dégradation de l'état des équipements
- Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort

- Empêcher la perte de contrôle de l'éolienne en cas de défaillance réseau

Ces mesures de sécurité sont suffisantes pour garantir un risque acceptable pour l'ensemble des phénomènes dangereux retenus.

**Cette étude de dangers a donc démontré que l'exploitation du parc éolien de la plaine de Balusson, réalisée dans le respect de la réglementation en vigueur, et notamment l'arrêté du 26 août 2011, présente des risques globalement très faibles, limités et acceptables.**

## ANNEXE 1 – METHODE DE COMPTAGE DES PERSONNES POUR LA DETERMINATION DE LA GRAVITE POTENTIELLE D'UN ACCIDENT A PROXIMITE D'UNE EOLIENNE

La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) présentes dans chacune des zones d'effet se base sur la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers. Cette fiche permet de compter aussi simplement que possible, selon des règles forfaitaires, le nombre de personnes exposées dans chacune des zones d'effet des phénomènes dangereux identifiés.

Dans le cadre de l'étude de dangers des parcs éoliens, cette méthode permet tout d'abord, au stade de la description de l'environnement de l'installation (partie III.4), de comptabiliser les enjeux humains présents dans les ensembles homogènes (terrains non bâtis, voies de circulation, zones habitées, ERP, zones industrielles, commerces...) situés dans l'aire d'étude de l'éolienne considérée.

D'autre part, cette méthode permet ensuite de déterminer la gravité associée à chaque phénomène dangereux retenu dans l'étude détaillée des risques (partie VIII).

### TERRAINS NON BATIS

**Terrains non aménagés et très peu fréquentés** (champs, prairies, forêts, friches, marais...) : **compter 1 personne par tranche de 100 ha.**

**Terrains aménagés mais peu fréquentés** (voies de circulation non structurantes, chemins agricoles, plateformes de stockage, vignes, jardins et zones horticoles, gares de triage...) : **compter 1 personne par tranche de 10 hectares.**

**Terrains aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquentés** (parkings, parcs et jardins publics, zones de baignades surveillées, terrains de sport (sans gradin néanmoins...)) : **compter la capacité du terrain et a minima 10 personnes à l'hectare.**

### VOIES DE CIRCULATION

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

#### VOIES DE CIRCULATION AUTOMOBILES

Dans le cas général, on comptera **0,4 personne permanente par kilomètre exposé par tranche de 100 véhicules/jour.**

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

		Nombre de personnes exposées sur voies de communication structurantes en fonction du linéaire et du trafic									
		Linéaire de route compris dans la zone d'effet (en m)									
		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Trafic (en véhicules/jour)	2 000	0,8	1,6	2,4	3,2	4	4,8	5,6	6,4	7,2	8
	3 000	1,2	2,4	3,6	4,8	6	7,2	8,4	9,6	10,8	12
	4 000	1,6	3,2	4,8	6,4	8	9,6	11,2	12,8	14,4	16
	5 000	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
	7 500	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
	10 000	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
	20 000	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
	30 000	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
	40 000	16	32	48	64	80	96	112	128	144	160
	50 000	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
	60 000	24	48	72	96	120	144	168	192	216	240
70 000	28	56	84	112	140	168	196	224	252	280	
80 000	32	64	96	128	160	192	224	256	288	320	
90 000	36	72	108	144	180	216	252	288	324	360	
100 000	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400	

### VOIES FERROVIAIRES

Train de voyageurs : compter **1 train équivalent à 100 véhicules** (soit 0,4 personne exposée en permanence par kilomètre et par train), en comptant le nombre réel de trains circulant quotidiennement sur la voie.

### VOIES NAVIGABLES

Compter **0,1 personne permanente par kilomètre exposé et par péniche/jour.**

### CHEMINS ET VOIES PIETONNES

Les chemins et voies piétonnes ne sont pas à prendre en compte, sauf pour les chemins de randonnée, car les personnes les fréquentant sont généralement déjà comptées comme habitants ou salariés exposés.

Pour les chemins de promenade, de randonnée : **compter 2 personnes pour 1 km par tranche de 100 promeneurs/jour en moyenne.**

### LOGEMENTS

Pour les logements : **compter la moyenne INSEE par logement** (par défaut : 2,5 personnes), sauf si les données locales indiquent un autre chiffre.

### ETABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC (ERP)

Compter les ERP (bâtiments d'enseignement, de service public, de soins, de loisir, religieux, grands centres commerciaux etc.) en fonction de leur capacité d'accueil (au sens des catégories du code de la construction et de l'habitation), le cas échéant sans compter leurs routes d'accès (cf. paragraphe sur les voies de circulation automobile).

Les commerces et ERP de catégorie 5 dont la capacité n'est pas définie peuvent être traités de la façon suivante :

- **compter 10 personnes par magasin de détail de proximité** (boulangerie et autre alimentation, presse et coiffeur) ;
- **compter 15 personnes pour les tabacs, cafés, restaurants, supérettes et bureaux de poste.**

Les chiffres précédents peuvent être remplacés par des chiffres issus du retour d'expérience local pour peu qu'ils restent représentatifs du maximum de personnes présentes et que la source du chiffre soit soigneusement justifiée.

Une distance d'éloignement de 500 m aux habitations est imposée par la loi. La présence d'habitations ou d'ERP ne se rencontreront peu en pratique.

### ZONES D'ACTIVITE

Zones d'activités (industries et autres activités ne recevant pas habituellement de public) : **prendre le nombre de salariés** (ou le nombre maximal de personnes présentes simultanément dans le cas de travail en équipes), le cas échéant sans compter leurs routes d'accès.

### METHODE DE CALCUL

Les éoliennes se situent sur des terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts...). Dans cette zone, selon les règles méthodologiques applicables aux études de dangers comme vu ci-dessus, le nombre de personnes exposées N dans la zone d'effet est de 1 personne par tranche de 100 ha.

Il existe également une faible surface occupée par les voiries non structurantes. Ici, le nombre de personnes exposées N dans la zone d'effet est de 1 personne par tranche de 10 ha ; on considèrera une largeur moyenne de 5 m pour les voiries afin d'être majorant.

La méthode de calcul est expliquée ci-dessous pour le scénario effondrement uniquement mais qu'elle s'applique de la même manière pour tous les autres scénarios.