

### E2.10.3.8 - Perception de l'éolien depuis les villages environnants

La développement des projets peut engendrer une omniprésence de l'éolien dans les paysages. Un même village peut ainsi être entouré par différents parcs.

Se pose alors la question de l'acceptabilité de la modification de perception du paysage, lorsque, depuis un même lieu, l'ensemble du paysage est marqué par des éoliennes, où que soit porté le regard.

Bien entendu, cet aspect concerne essentiellement les populations locales. Il peut être considéré que la perception de l'éolien n'est pas, en soi, un problème. Pour d'autres, cet aspect est réhébitoraire.

Ce paragraphe traite de cette problématique de la façon la plus objective possible. Pour ce faire, nous étudions, pour chaque village proche, les champs de perception des éoliennes. Nous considérons en deux classes les angles de visibilité des éoliennes : celles distantes de moins de 5 km (éoliennes prégnantes dans le paysage) et celles distantes de 5 à 10 km (éoliennes nettement présentes par temps « normal »).

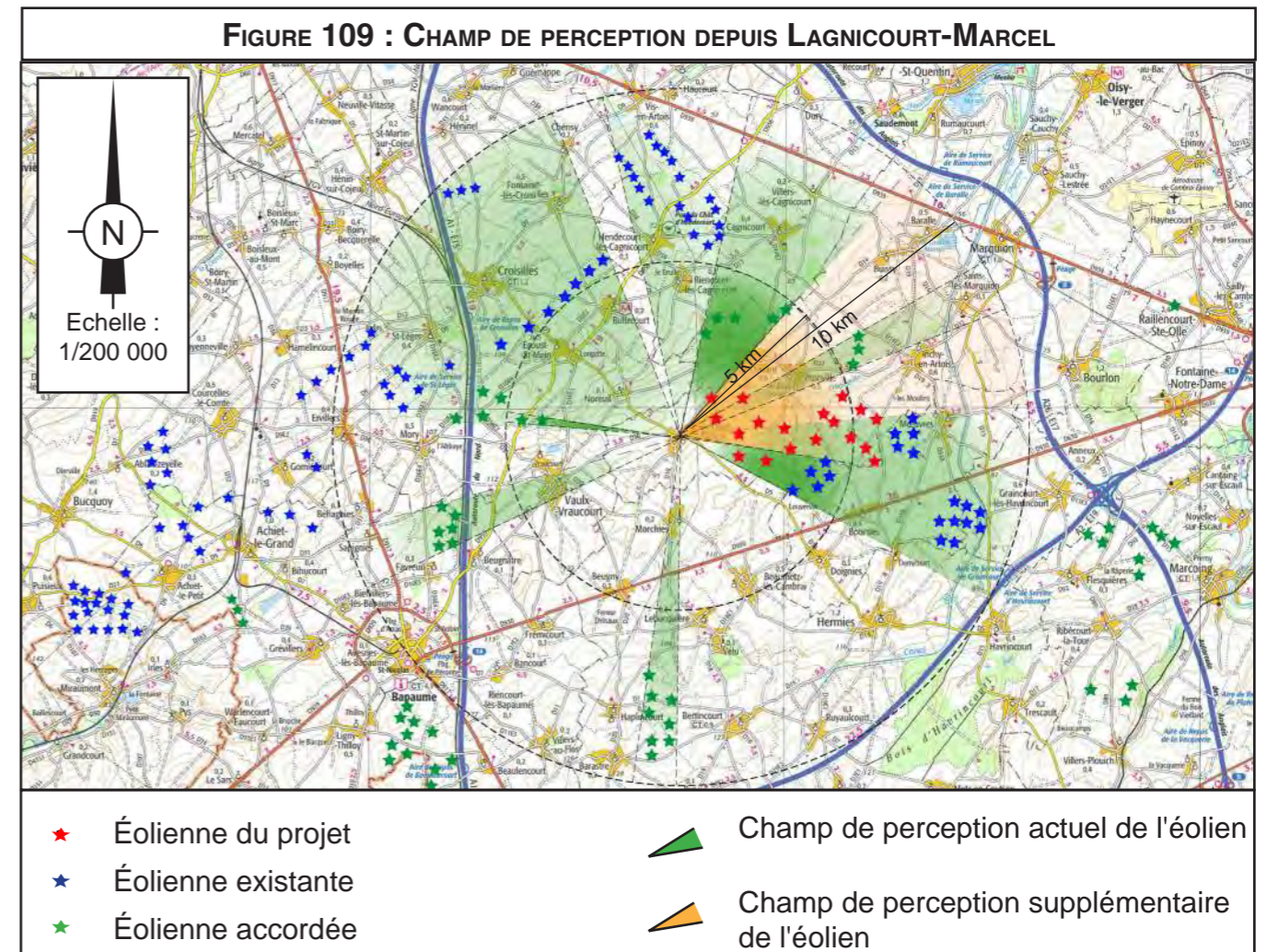
Pour évaluer la perception de l'éolien depuis ces villages (point de vue choisi : centre du village), nous utilisons 3 indices, conformément à une méthodologie proposée par la DIREN Centre : l'occupation de l'horizon (somme des angles interceptés par les parcs éoliens environnants), la densité d'éoliennes sur les horizons occupés (ratio nombre d'éoliennes/angle d'horizon) et l'espace libre d'éoliennes (plus grand angle continu sans éolienne).

On retient en première approche des seuils d'alerte pour l'occupation de l'horizon (seuil dépassé si angle au delà de 120°), la densité d'éoliennes sur les horizons occupés (seuil dépassé si densité supérieure à 0,10) et l'espace libre sans éolienne (seuil dépassé si angle sans éolienne inférieur à 60°).

Comme la DIREN Centre, on considère qu'il y a un effet de « saturation » et « d'encercllement » dès lors que les seuils d'alerte sont atteints pour au moins deux indices. On nuancera toutefois les conclusions au regard du contexte éolien actuel (dans certains cas, l'effet de saturation et/ou d'encercllement existe déjà, sans le projet).

On nuancera aussi l'impact au regard de la situation des villages. En effet, cette étude reste théorique et ne prend pas en compte la présence éventuelle de masques visuels (habitations, relief, végétations ...),

□ Depuis Lagnicourt-Marcel



Trois parcs ou parties de parcs éoliens sont visibles à moins de 5 kilomètres (un des parcs de l'Enclave, le parc de la Crémère et 2 éoliennes du parc du Chemin de Mory). Onze autres sont visibles dans un rayon de 10 km. L'occupation initiale (avec parcs acceptés) de l'horizon par les éoliennes est 73° (175° si on considère 10 km).

Le projet en rajoute 62° à 5 km, soit un total de 135° (et 38° à 10 km soit 213°). La densité d'éoliennes sur les horizons occupés est de 0,19 à 5 km et de 0,48 à 10 km. L'espace libre maximal est de 157° si on considère un rayon de 5 km, 63° pour un rayon de 10 km.

A 5 km comme à 10 km, le seuil d'alerte est dépassé que pour deux indices. On estime donc ici qu'il n'y a saturation et/ou encercllement. On notera toutefois ici que l'effet de saturation et/ou d'encercllement est déjà atteint à 10 km même sans la mise en place du projet.

L'impression de saturation et/ou d'encercllement est et sera donc forte à Lagnicourt-Marcel. Notons toutefois que le village est bâti en fond de vallon et que les vues réelles depuis le village sur les plateaux environnants sont très limitées, comme le montre les photosimulations réalisées précédemment (l'impact visuel est important depuis le plateau agricole mais nettement moins depuis le village et ses abords, marqués par la présence de nombreux masques visuels).

☐ Depuis Quéant

☐ Depuis Pronville

FIGURE 110 : CHAMP DE PERCEPTION DEPUIS QUÉANT

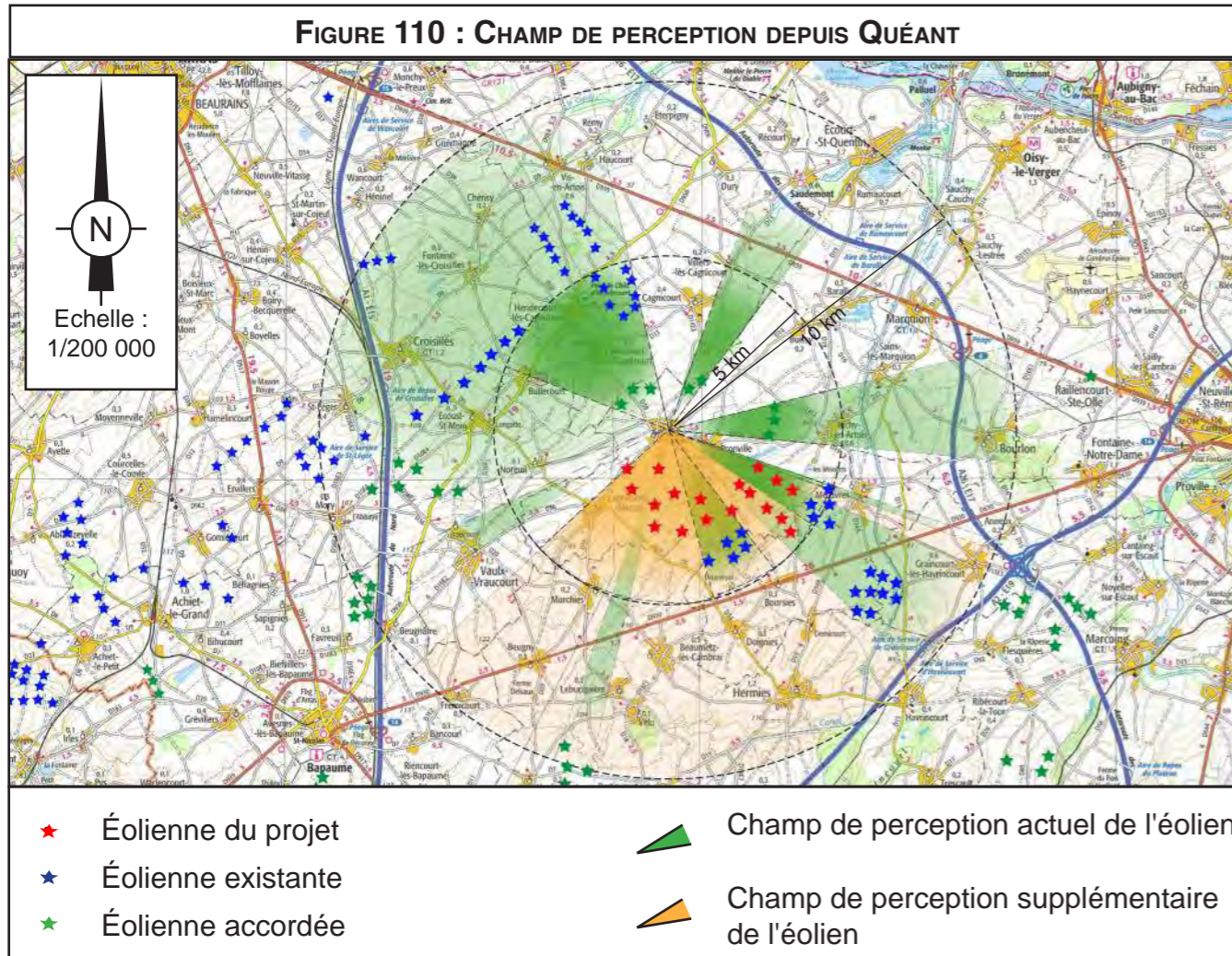
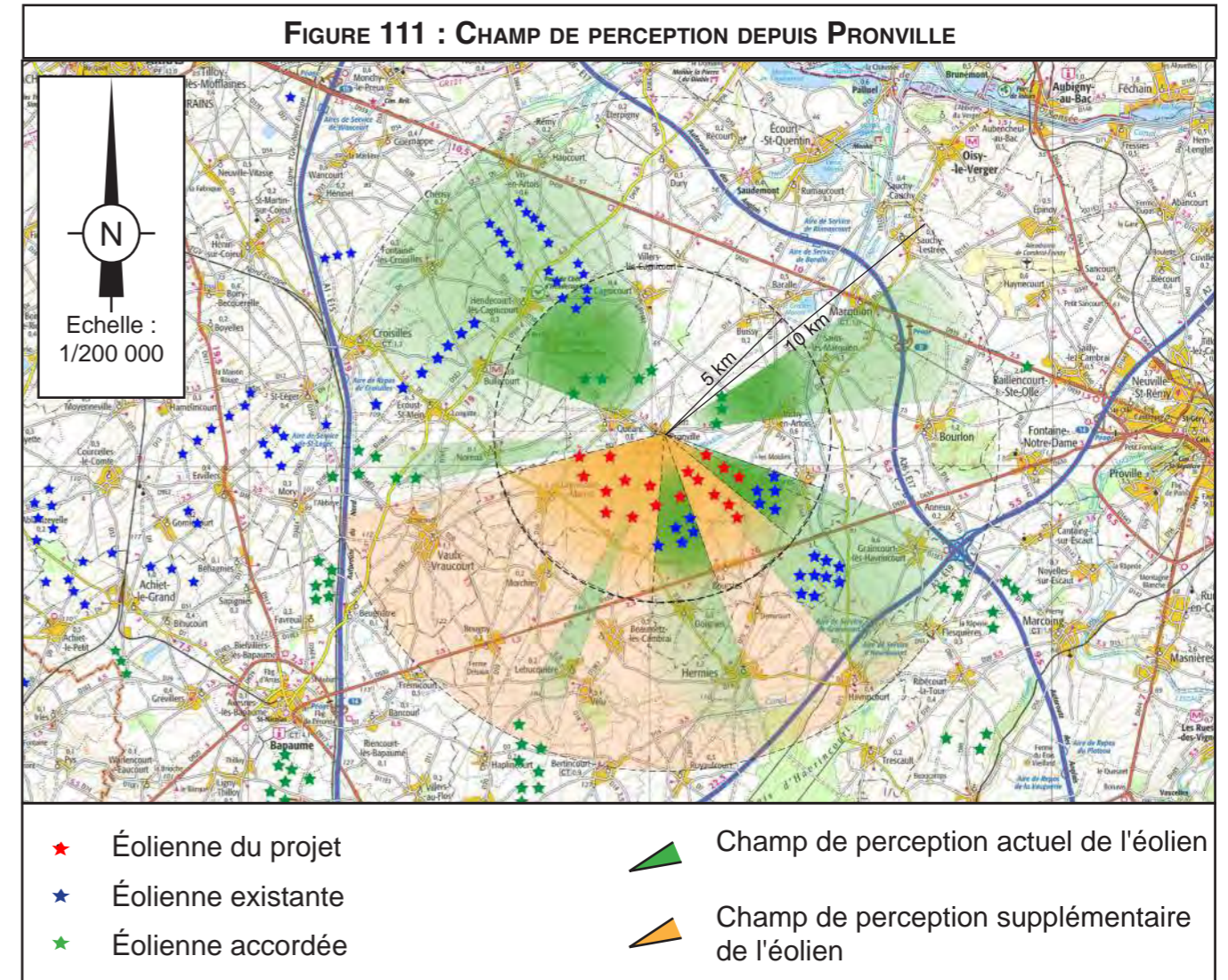


FIGURE 111 : CHAMP DE PERCEPTION DEPUIS PRONVILLE



Cinq parcs éoliens sont présents à moins de 5 kilomètres. Sept de plus sont visibles dans un rayon de 10 km. L'occupation initiale de l'horizon par les éoliennes à 5 km est 126° (181° si on considère 10 km).

Le projet en rajoute 70°, soit un total de 206° (62° à 10 km soit 243° à cette distance). La densité d'éoliennes sur les horizons occupés est de 0,2 à 5 km et de 0,35 à 10 km. L'espace libre maximal est de 64° si on considère un rayon de 5 km, 40° pour un rayon de 10 km.

À 5 km comme à 10 km, au moins deux seuils sont atteints (c'était déjà le cas à 10 km même sans le projet). Il y a donc saturation et/ou encerclement théorique depuis Quéant.

La saturation et/ou l'encerclement sont toutefois très relatifs étant donné que Quéant se situe dans le vallon de l'Hirondelle et que les vues sur le plateau depuis le village sont très limitées (comme le montre les photosimulations réalisées depuis le village et ses abords).

Cinq parcs ou partie de parcs éoliens acceptés ou construits sont présents à moins de 5 kilomètres. Cinq autres sont présents dans un rayon de 10 km.

L'occupation actuelle à 5 km est de 128° (229° avec le projet). Avec ceux présents à 10 km à la ronde, on atteint une occupation de 262° environ.

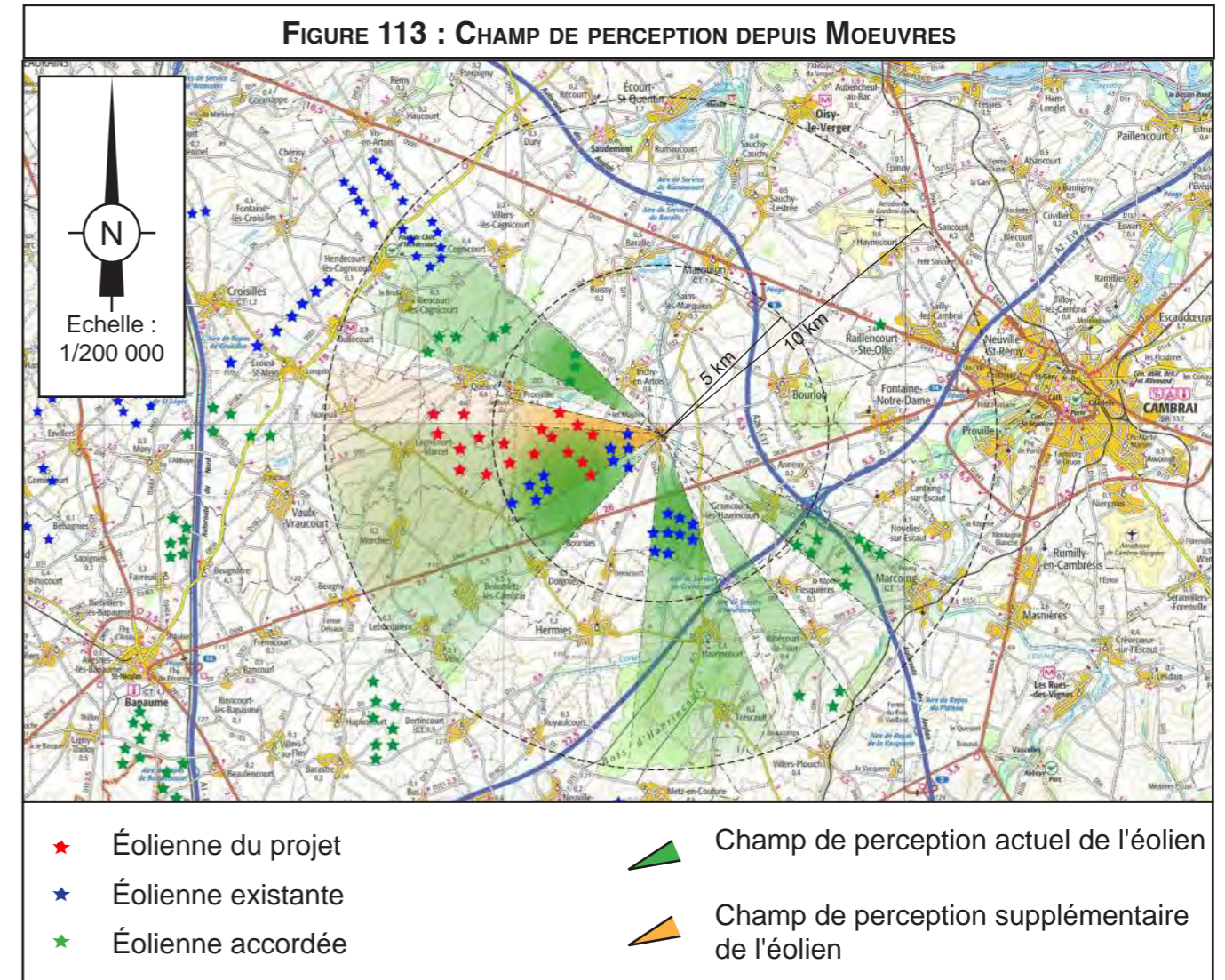
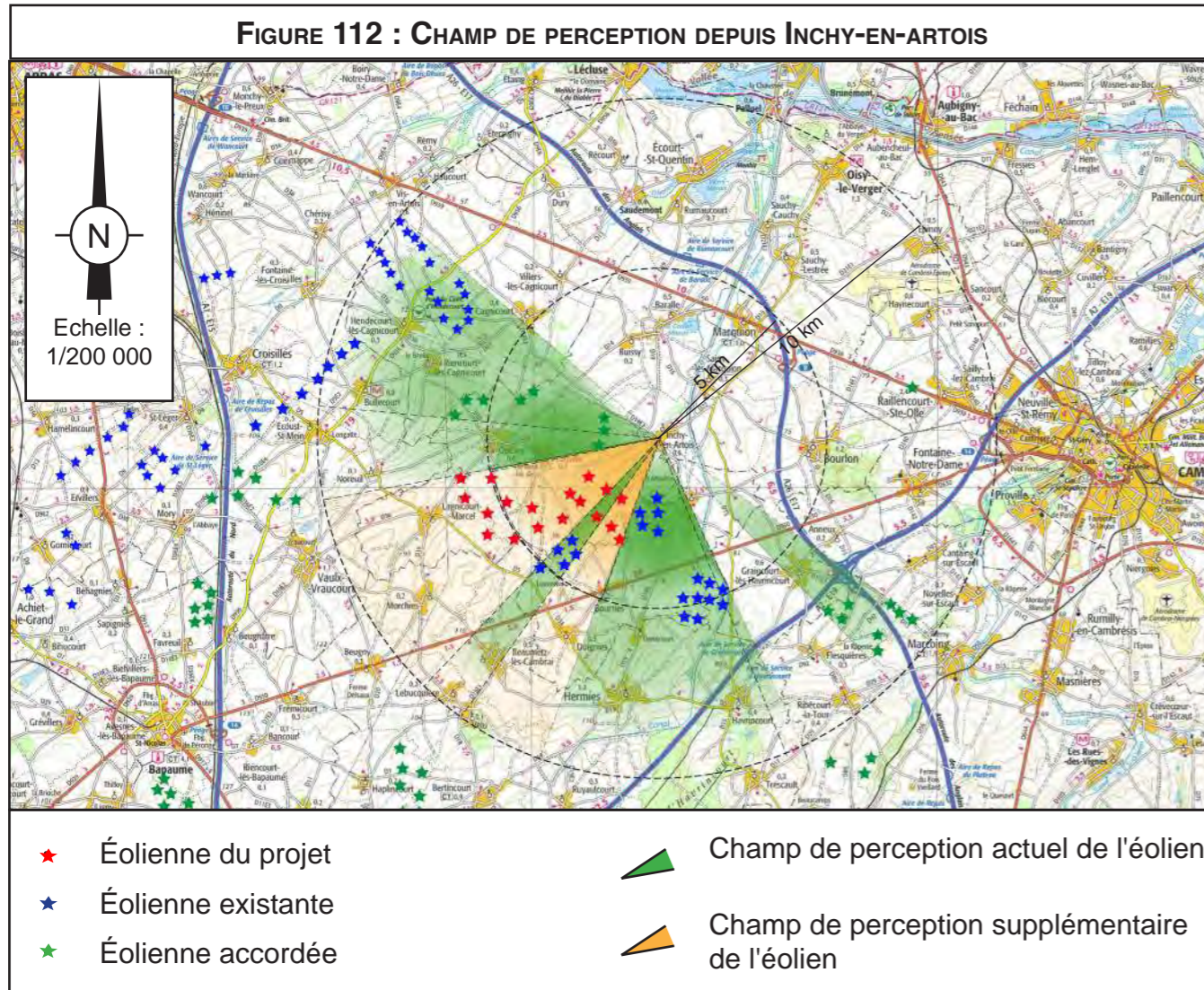
La densité d'éoliennes sur les horizons occupés est de 0,17 à 5 km et de 0,28 à 10 km.

L'espace libre maximal était de 110° à 5 km comme à 10 km. Avec le projet, cet espace se réduit à 61°.

Avec ou sans le projet, le seuil d'alerte est dépassé pour deux indices. Il y a donc saturation et/ou encerclement théorique depuis Pronville. Mais ici encore, cette saturation et/ou cet encerclement sont relatifs car les vues réelles depuis le village et ses abords sur les plateaux environnants sont très limitées.

□ Depuis Inchy-en-Artois

□ Depuis Moeuvres



Cinq parcs éoliens acceptés ou construits sont présents à moins de 5 kilomètres. Quatre autres sont présents dans un rayon de 10 km.

L'occupation actuelle à 5 km est de 92° (144° avec le projet). Avec ceux présents à 10 km à la ronde, on atteint une occupation de 173° environ.

La densité d'éoliennes sur les horizons occupés est de 0,22 à 5 km et de 0,41 à 10 km.

L'espace libre maximal est de 222° si on considère un rayon de 5 km, 173° pour un rayon de 10 km.

A 5 km, le projet engendre le dépassement du seuil d'alerte pour l'occupation du sol et induit une saturation et/ou encerclement théorique. A noter toutefois que même sans le projet, la saturation et/ou l'encerclement théorique est atteint à 10 km (le seuil d'alerte est déjà dépassé pour deux indices). Mais ici encore, cette saturation et/ou cet encerclement sont relatifs car les vues réelles depuis le village sur les plateaux environnants sont très limitées.

Quatre parcs éoliens acceptés ou construits sont présents à moins de 5 kilomètres. Quatre autres sont présents dans un rayon de 10 km.

L'occupation actuelle à 5 km est de 99° (102° avec le projet). Avec ceux présents à 10 km à la ronde, on atteint une occupation de 124° environ.

La densité d'éoliennes sur les horizons occupés est de 0,32 à 5 km et de 0,51 à 10 km.

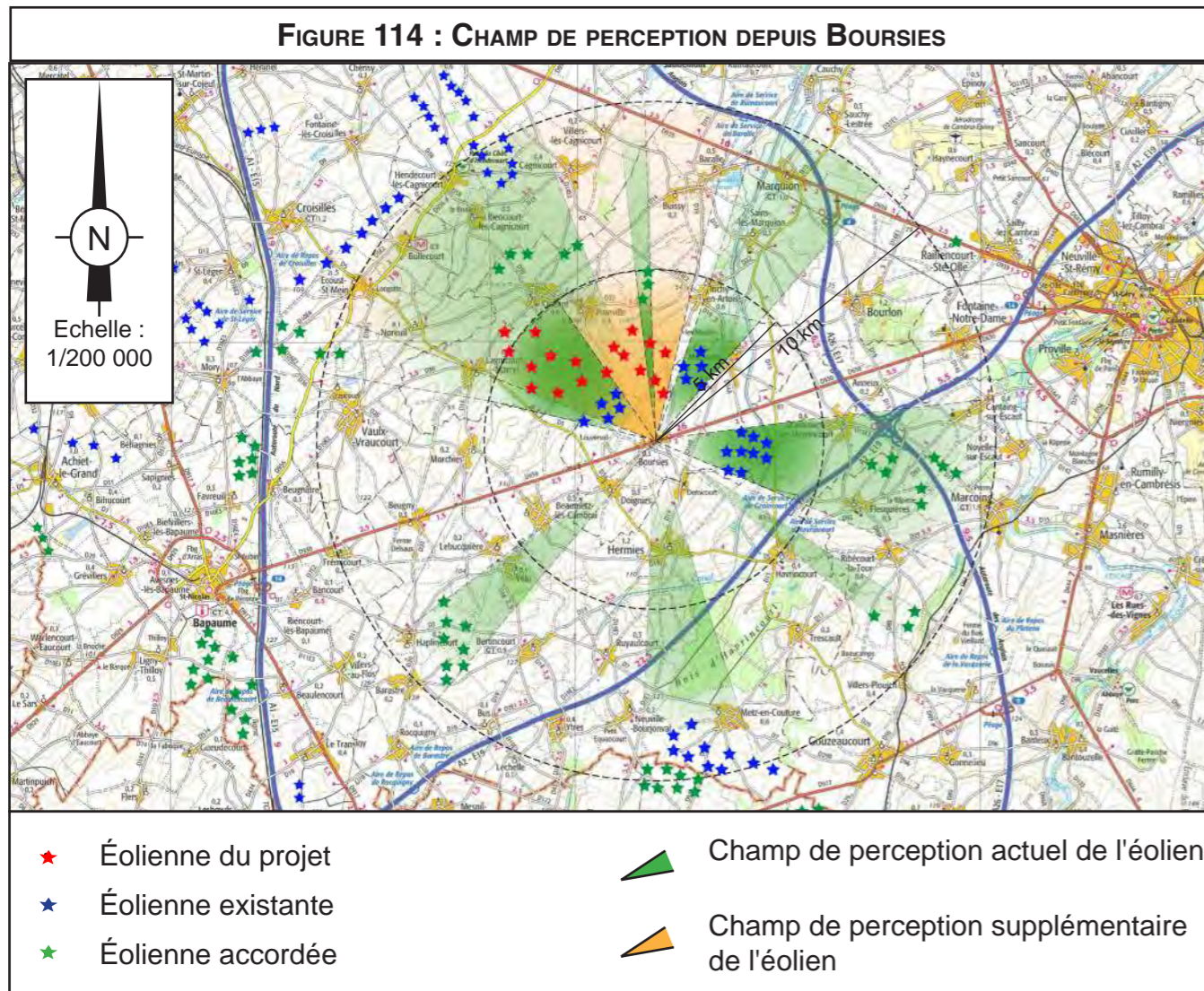
L'espace libre maximal est de 205° si on considère un rayon de 5 km, 162° pour un rayon de 10 km.

Le seuil d'alerte n'est ici dépassé que pour un indice à 5 km. On considère donc qu'il n'y a pas «saturation» et/ou «encerclement». Par contre, le seuil est dépassé pour 2 indices à 10 km.

Les photosimulations réalisées depuis Moeuvres et ses abords relativisent toutefois cet effet de saturation et/ou d'encerclement.

□ Depuis Boursies

□ Depuis Morchies



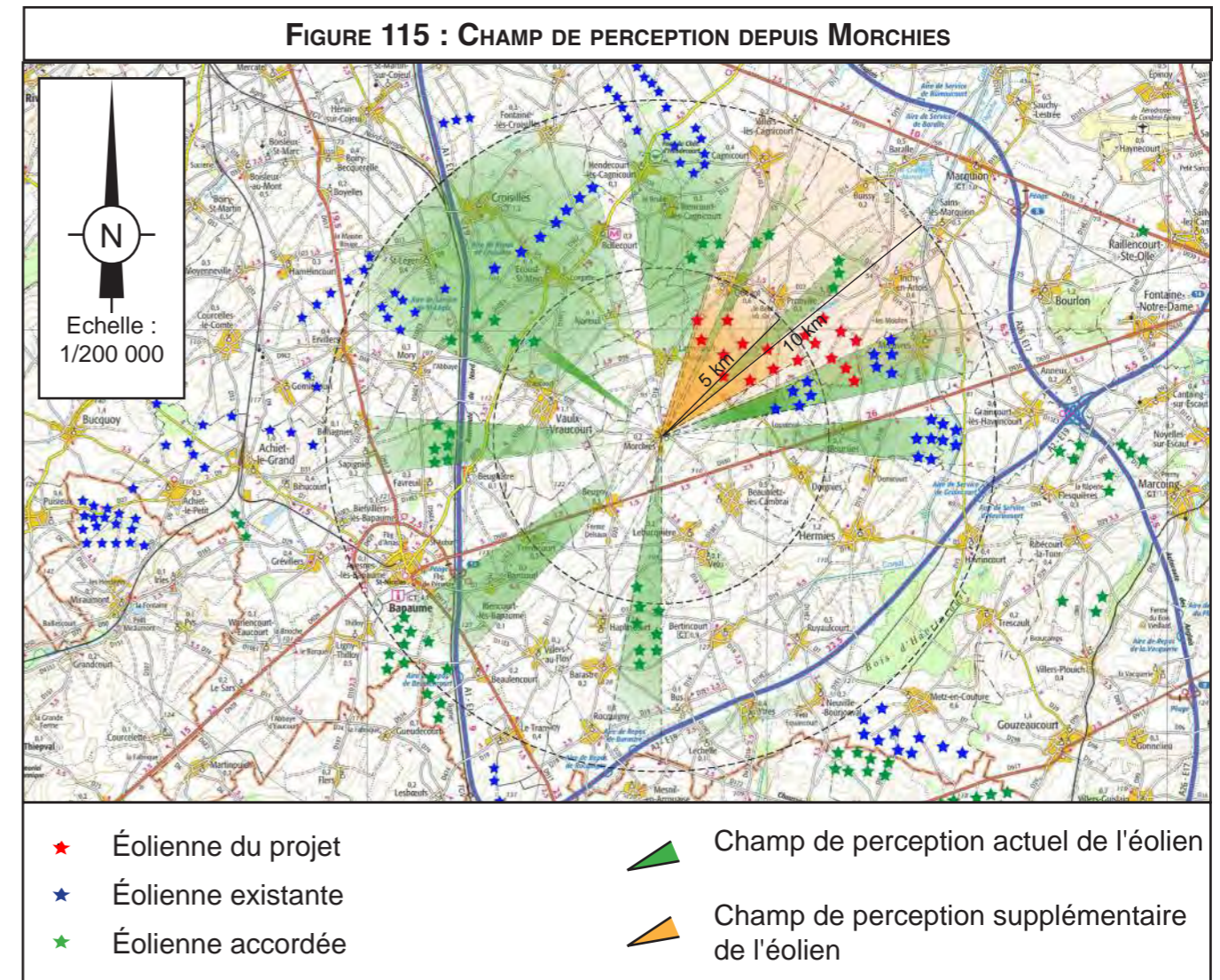
Quatre parcs éoliens acceptés ou construits sont présents à moins de 5 kilomètres. Huit autres sont présents dans un rayon de 10 km.

L'occupation actuelle à 5 km est de 96° (138° avec le projet). Avec ceux présents à 10 km à la ronde, on atteint une occupation de 174° environ.

La densité d'éoliennes sur les horizons occupés est de 0,26 à 5 km et de 0,46 à 10 km.

L'espace libre maximal est de 170° si on considère un rayon de 5 km, 51° pour un rayon de 10 km.

A 5 km, le projet engendre le dépassement du seuil d'alerte pour l'occupation du sol et induit une saturation et/ou encerclement théorique. A noter toutefois que même sans le projet, la saturation et/ou l'encerclement théorique est atteint à 10 km (le seuil d'alerte est déjà dépassé pour deux indices). On considère donc qu'il y a saturation et/ou encerclement théorique. La saturation et/ou l'encerclement sont toutefois très relatifs au vu des photosimulations réalisées au niveau du village et de ses abords.



Trois parcs ou parties de parcs éoliens construits et/ou acceptés sont présent à moins de 5 kilomètres. Neuf autres sont présents dans un rayon de 10 km. L'occupation du parc situé à moins de 5 km est de 21°. Celle du projet en ajoute 42°. On atteint donc 63° à 5 km. Avec ceux présents à 10 km à la ronde, on atteint une occupation de 183° environ.

La densité d'éoliennes sur les horizons occupés est de 0,26 à 5 km et de 0,53 à 10 km.

L'espace de respiration maximal est de 120° si on considère un rayon de 5 km, 87° pour un rayon de 10 km. Le seuil d'alerte n'est ici dépassé que pour un indice à 5 km, même avec le projet. On considère donc qu'il n'y a pas saturation et/ou encerclement.

Par contre, avec ou sans le projet, le seuil est dépassé pour 2 indices à 10 km. On considère donc qu'il y a saturation et/ou encerclement théorique (à relativiser toutefois, au regard des photosimulations réalisées).

#### □ Conclusion sur les champs de perception des éoliennes

Dans la plupart des cas, avec ou sans projet, il existe des phénomènes de saturation et/ou d'encerclement des villages, évalués avec cette méthode théorique de calcul.

Toutefois, comme le montre les photosimulations réalisées depuis ces villages, les vues sur le plateau et les éoliennes environnantes sont souvent très limitées et la saturation et ou l'encerclement ne seront généralement pas perceptibles.

Rappelons de plus que ces aspects de «saturation» et d'«encerclement» sont emprunts d'une grande suggestivité.

Pour avancer dans ce débat et dans l'acceptabilité de tels projets, il faut tenir compte de la nature des paysages concernés (ici des paysages agro-industriels issus de modifications successives liées aux activités humaines) et mettre en balance la modification du paysage avec les effets positifs globaux des éoliennes (production d'énergie propre, renouvelable, qui assure notre indépendance énergétique et permet des retombées économiques locales).

### **E2.10.4 - IMPACT DU TRANSFORMATEUR ET DU POSTE DE LIVRAISON**

Les transformateurs seront intégrés dans les éoliennes et n'auront donc aucun impact visuel.

Les postes de livraison implantés près des éoliennes E9, E15, E20 et E24 n'auront qu'un impact très limité sur le paysage (sans comparaison avec l'impact des éoliennes). Ils seront recouverts d'un bardage bois pour une meilleure intégration paysagère.



*Exemple-type de poste de livraison*

### **E2.10.5 - IMPACT DU TRACÉ DU RACCORDEMENT ÉLECTRIQUE**

L'impact du chantier de pose des câbles d'alimentation jusqu'au poste source sera faible et limité dans le temps (phase travaux). Il sera nul après les travaux (câble enterré).

En outre, les mesures de remise en état des zones concernées par la tranchée seront prises : réfection des voiries, ré-engazonnement des bas-côtés,... (Cf. "H - Mesures d'évitement, réductrices, compensatoires et d'accompagnement des impacts, suivi des mesures", page 459).

### **E2.10.6 - IMPACT DU BALISAGE LUMINEUX**

Les émissions lumineuses de nuit peuvent être source de dérangements minimes, bien que la couleur rouge le soit moins que la couleur blanche.

Néanmoins, les clignotements des balises lumineuses sur les éoliennes sont simultanés et coordonnés entre les éoliennes du parc afin d'éviter un effet de foisonnement.

L'impact de ce balisage depuis les habitations et les routes environnantes peut être qualifié de réduit.

### **E2.10.7 - IMPACT DES TRAVAUX**

La plupart des impacts liés aux travaux sont temporaires.

#### ➔ **Fondations des éoliennes**

Les fondations de chaque éolienne seront constituées d'un massif de béton de 21,5 m de diamètre au maximum, enterré. Seule une surface de 9,5 m de diamètre émergera du sol.

Au cours des travaux de terrassement, les terres seront temporairement stockées, pendant environ deux mois. Les terres excédentaires, remplacées par le béton des fondations, seront évacuées et le terrain reconstitué dans sa topographie d'origine.

On veillera à ce que les terres végétales et les terres issues du terrassement en profondeur soient stockées séparément. Les terres végétales inutilisées, en dehors des terres de surface et de remblai des fossés, seront utilisées sur site par les exploitants, notamment pour compenser les pertes liées à l'érosion.

### ➔ Aires de montage et chemins d'accès

Les aires de montage sont destinées à recevoir les grues de levage des modules d'éoliennes : sections de pylône, nacelle, rotor et pales.

Légèrement inclinée de façon à évacuer les eaux de pluie vers la rive, cette aire permettra de circuler aux abords de chaque éolienne.

Comme les chemins d'accès, les aires de montage demeureront après les travaux de façon à pouvoir à nouveau intervenir, le cas échéant, pour des opérations de maintenance.

### E2.10.8 - CONCLUSION

On ne peut nier l'impact visuel engendré par un projet éolien. Dans le cas présent, l'absence de relief et de masques végétaux significatifs rendent bien perceptibles le projet depuis ses abords.

Toutefois, les micro-vallonements locaux permettent, bien souvent, de limiter la perception visuelle. De même, les visibilitées depuis les agglomérations environnantes sont très limitées (présence d'écrans, position topographique basse, ...), ce qui limitera l'effet de saturation.

En ce qui concerne les vues plus lointaines, le projet confirme bien le rôle du secteur comme un pôle éolien important dans le paysage.

## E2.11 - IMPACT SUR LA SANTÉ (VOLET SANITAIRE)

L'analyse des effets du projet sur la santé constitue un prolongement de l'étude d'impact, consacrée aux effets du projet sur l'environnement qu'elle traduit en risque pour la santé humaine.

L'évaluation du risque sanitaire induit par le projet peut être définie comme la détermination :

- des dangers intrinsèques inhérents aux substances produites ou utilisées, du taux de nuisances émises par l'activité envisagée (toxicité, effets cancérigènes ou mutagènes, ...),
- du degré d'exposition à ces substances et nuisances auxquelles l'homme peut être soumis,
- de la caractérisation du risque qui en découle.

### E2.11.1 - ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES VOIES D'EXPOSITION ET DES SOURCES DE DOMMAGE POUR LA SANTÉ

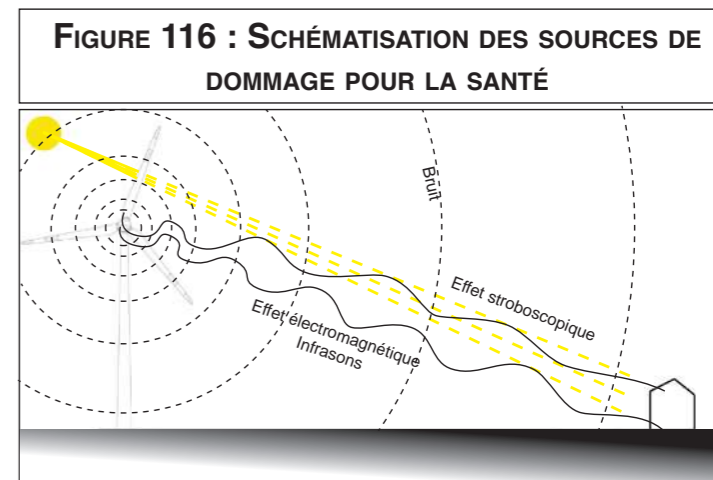
Les éoliennes ne rejettent aucune matière polluante (pas de rejet aqueux, pas de rejet gazeux).

Les seuls aspects pouvant engendrer une incidence négative sur la santé sont :

- le bruit émis, • l'effet stroboscopique, • l'effet électromagnétique, • les infrasons, • le dérangement visuel

Par contre, les éoliennes participent globalement à la réduction des gaz à effet de serre et autres polluants. Elles contribuent donc à l'amélioration de la qualité de l'air.

L'aspect visuel ayant déjà été traité dans les chapitres précédents, les trois autres points font l'objet d'un développement particulier.



### E2.11.2 - ACOUSTIQUE

L'étude acoustique complète est jointe dans le dossier "Annexes". En voici les principaux points.

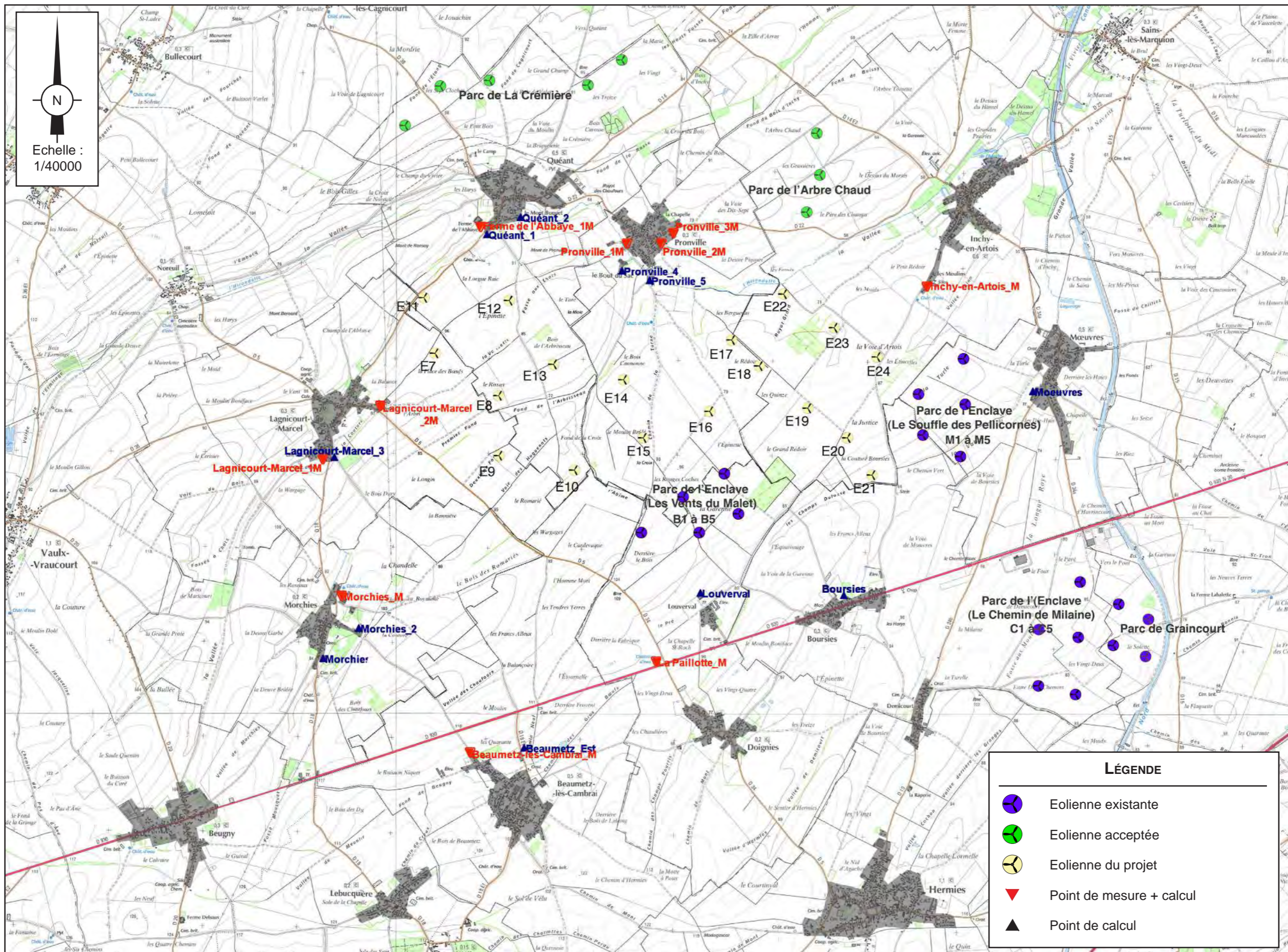
#### E2.11.2.1 - Récepteurs et paramètres de calculs

Les calculs prévisionnels effectués par le biais de la modélisation sont exploités sous forme de tableaux de calculs pour des points récepteurs précis.

Ces points sont répartis autour du projet sur les habitations situées au plus près des machines. Ils sont ici au nombre de 21 (Figure 117). Les points de calculs sont plus nombreux que les points de mesures (voir "D13.2.2 - Résultats des mesures", page 224), ils permettent ainsi d'apporter une évaluation plus exhaustive des situations d'impact qui seront rencontrées.

Afin d'évaluer l'impact sonore du parc éolien, la turbine utilisée est le modèle ENERCON E115 de 3 MW. Les niveaux sonores utilisés dans le présent dossier sont ceux mesurés sur cette machine via le protocole de mesure IEC61-400.

FIGURE 117 : POINTS DE CALCUL ACOUSTIQUE



## E2.11.2.2 - Évaluation des impacts acoustiques, seuils réglementaires

### E2.11.2.2.1 - Résultats des émergences globales

Dans des conditions normales de fonctionnement, le parc apportera une contribution sonore comprise entre 17.0 et 37.3 dB(A) auprès des positions les plus exposées. Ces niveaux sont faibles à modérés.

Les tableaux ci-après présentent le bruit ambiant et les émergences ainsi obtenus.

#### ➔ Bruits ambiants calculés (Figure 118) :

Il s'agit de la somme logarithmique du bruit résiduel mesuré et du bruit particulier émis au point de calcul par l'ensemble des machines.

**FIGURE 118 : BRUITS AMBIANTS CALCULÉS AVEC LE PROJET**

Position d'étude	Bruits ambiants calculés - période <b>DIURNE</b> - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
<b>Fme de l'Abbaye_1M</b>	42,2	43,5	43,3	42,7	45,5	47,2	52,0	54,9
<b>Pronville_1M</b>	38,7	38,0	38,4	38,8	41,2	43,3	45,3	49,8
<b>Pronville_2M</b>	35,8	34,9	35,4	36,4	38,1	38,7	40,0	41,9
<b>Pronville_3M</b>	36,7	37,6	38,2	37,8	39,3	39,3	42,2	43,4
<b>Inchy-en-Artois_M</b>	38,5	36,5	37,2	38,6	40,6	42,4	44,3	48,2
<b>La Pailote_M</b>	46,7	47,9	50,1	47,9	47,0	48,0	51,1	53,1
<b>Morchies_M</b>	39,6	40,1	39,3	39,9	41,2	42,5	47,8	49,6
<b>Lagnicourt-Marcel_1M</b>	38,3	39,2	39,9	40,4	42,7	45,6	49,9	52,3
<b>Lagnicourt-Marcel_2M</b>	40,7	41,2	40,8	41,7	42,8	44,6	46,8	49,4
<b>Quéant_1</b>	42,2	43,5	43,3	42,9	45,6	47,3	52,0	54,9
<b>Quéant_2</b>	42,2	43,5	43,2	42,6	45,3	47,2	52,0	54,8
<b>Pronville_4</b>	36,8	37,8	38,5	38,5	40,0	39,9	42,5	43,7
<b>Pronville_5</b>	36,8	37,9	38,7	39,0	40,5	40,4	42,8	43,9
<b>Moeuvres</b>	38,4	35,9	36,0	36,7	39,1	41,4	43,7	48,0
<b>Boursies</b>	46,7	47,9	50,1	48,0	47,1	48,1	51,1	53,1
<b>Louverval</b>	46,7	47,9	50,1	47,9	47,1	48,1	51,1	53,1
<b>Morchies_2</b>	39,6	40,1	39,3	39,9	41,2	42,5	47,8	49,6
<b>Morchies_3</b>	38,3	39,1	39,7	40,0	42,4	45,5	49,9	52,3
<b>Lagnicourt-Marcel_3</b>	38,3	39,2	39,9	40,4	42,7	45,6	50,0	52,3
<b>Beaumetz_Est</b>	35,2	36,3	37,3	38,4	41,3	43,7	46,8	48,5
<b>Beaumetz_Ouest</b>	35,2	36,3	37,3	38,4	41,3	43,7	46,8	48,5

Position d'étude	Bruits ambiants calculés - période <b>NOCTURNE</b> - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
<b>Fme de l'Abbaye_1M</b>	24,9	30,1	34,2	37,4	39,3	43,2	46,5	47,1
<b>Pronville_1M</b>	32,6	34,0	35,1	37,4	40,0	42,0	44,9	48,9
<b>Pronville_2M</b>	24,1	28,3	31,7	34,5	36,1	36,7	38,0	41,1
<b>Pronville_3M</b>	26,6	29,5	32,3	35,0	36,4	38,0	39,6	43,9
<b>Inchy-en-Artois_M</b>	25,4	30,5	34,1	36,5	39,0	40,2	43,9	47,1
<b>La Pailote_M</b>	27,5	32,6	37,6	37,0	39,8	42,4	46,2	50,5
<b>Morchies_M</b>	27,7	31,6	36,0	37,8	38,7	41,8	45,0	47,7
<b>Lagnicourt-Marcel_1M</b>	23,4	29,6	35,7	37,9	39,8	40,8	43,2	46,1
<b>Lagnicourt-Marcel_2M</b>	32,7	35,0	37,2	39,2	40,9	43,1	44,8	45,2
<b>Quéant_1</b>	25,5	30,7	34,7	37,9	39,7	43,4	46,6	47,2
<b>Quéant_2</b>	24,3	29,5	33,5	36,8	38,7	43,0	46,4	47,0
<b>Pronville_4</b>	27,1	30,4	33,4	36,2	37,6	38,8	40,2	44,1
<b>Pronville_5</b>	27,5	31,0	34,2	37,0	38,4	39,4	40,7	44,3
<b>Moeuvres</b>	23,3	27,9	31,0	32,7	36,5	38,5	43,2	46,8
<b>Boursies</b>	27,5	32,8	37,9	37,6	40,2	42,6	46,3	50,5
<b>Louverval</b>	27,5	32,7	37,8	37,5	40,2	42,6	46,3	50,5
<b>Morchies_2</b>	27,7	31,6	36,0	37,8	38,7	41,8	45,0	47,7
<b>Morchies_3</b>	23,4	29,0	35,3	37,2	39,2	40,4	43,0	46,0
<b>Lagnicourt-Marcel_3</b>	23,4	29,7	35,8	37,9	39,8	40,8	43,3	46,1
<b>Beaumetz_Est</b>	27,7	29,1	30,2	34,7	39,3	41,9	42,5	43,0
<b>Beaumetz_Ouest</b>	27,7	29,1	30,2	34,7	39,3	41,9	42,5	43,0

En bleu : bruit ambiant inférieur à 35 dB(A).



➔ **Calculs des émergences (Figure 119) :**

Il s'agit de la différence arithmétique entre le bruit ambiant calculé et le bruit résiduel mesuré, pour chaque vitesse de vent, pour l'ensemble des machines.

**FIGURE 119 : ÉMERGENCES SONORES CALCULÉES DU PROJET**

Position d'étude	Émergences calculées - période DIURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
<b>Fme de l'Abbaye_1M</b>	0,0	0,1	0,3	0,6	0,5	0,3	0,1	0,1
<b>Pronville_1M</b>	0,0	0,2	0,5	1,0	0,7	0,4	0,3	0,1
<b>Pronville_2M</b>	0,2	Lamb<35	1,9	3,6	3,1	2,5	1,7	1,1
<b>Pronville_3M</b>	0,1	0,3	0,8	1,8	1,7	1,7	0,8	0,6
<b>Inchy-en-Artois_M</b>	0,1	0,7	1,6	2,5	2,0	1,2	0,8	0,3
<b>La Paillote_M</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Morchies_M</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Lagnicourt-Marcel_1M</b>	0,0	0,1	0,2	0,4	0,3	0,1	0,0	0,0
<b>Lagnicourt-Marcel_2M</b>	0,1	0,2	0,7	1,3	1,3	0,8	0,5	0,3
<b>Quéant_1</b>	0,0	0,1	0,3	0,8	0,6	0,4	0,1	0,1
<b>Quéant_2</b>	0,0	0,1	0,2	0,5	0,3	0,2	0,1	0,0
<b>Pronville_4</b>	0,2	0,5	1,1	2,5	2,4	2,3	1,1	0,9
<b>Pronville_5</b>	0,2	0,6	1,3	3,0	2,9	2,8	1,4	1,1
<b>Moeuvres</b>	0,0	0,1	0,4	0,6	0,5	0,3	0,2	0,1
<b>Boursies</b>	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
<b>Louverval</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
<b>Morchies_2</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Morchies_3</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Lagnicourt-Marcel_3</b>	0,0	0,1	0,2	0,4	0,3	0,1	0,1	0,0
<b>Beaumetz_Est</b>	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Beaumetz_Ouest</b>	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Position d'étude	Émergences calculées - période NOCTURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
<b>Fme de l'Abbaye_1M</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,7	2,3	0,8	0,3	0,3
<b>Pronville_1M</b>	Lamb<35	Lamb<35	1,2	1,5	1,0	0,6	0,3	0,1
<b>Pronville_2M</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	7,4	5,0	3,1	1,3
<b>Pronville_3M</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	4,5	2,5	1,6	0,5
<b>Inchy-en-Artois_M</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	5,6	3,5	2,2	0,9	0,4
<b>La Paillote_M</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Morchies_M</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Lagnicourt-Marcel_1M</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,5	0,7	0,6	0,4	0,2	0,1
<b>Lagnicourt-Marcel_2M</b>	Lamb<35	1,1	2,0	2,6	2,2	1,2	0,8	0,7
<b>Quéant_1</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	3,2	2,7	1,0	0,4	0,4
<b>Quéant_2</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,1	1,7	0,6	0,2	0,2
<b>Pronville_4</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	5,9	5,6	3,3	2,2	0,8
<b>Pronville_5</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	6,8	6,5	3,9	2,7	1,0
<b>Moeuvres</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	1,0	0,5	0,2	0,1
<b>Boursies</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,3	0,6	0,4	0,2	0,1	0,0
<b>Louverval</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,2	0,5	0,4	0,2	0,1	0,0
<b>Morchies_2</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Morchies_3</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Lagnicourt-Marcel_3</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,6	0,7	0,6	0,4	0,3	0,1
<b>Beaumetz_Est</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Beaumetz_Ouest</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	0,0	0,0	0,0	0,0

« Lamb<35 » : Suivant l'arrêté d'Août 2011, l'émergence n'est calculée que pour les situations présentant un bruit ambiant supérieur à 35 dB(A).

L'émergence maximale tolérée en Zones à Emergences Réglementées en période diurne est de 5 dB(A), en période nocturne elle est de 3 dB(A). Le fonctionnement considéré est continu.

Selon nos mesures sur site et via les outils méthodologiques disponibles les résultats obtenus sont :

Pour la période diurne, avec un fonctionnement « normal » :

- Il n'y a pas de dépassements prévisionnels d'émergences.

Pour la période nocturne, avec un fonctionnement « normal » :

- Il y a risque de dépassements prévisionnels d'émergences sur la commune de Pronville entre 6 et 9 m/s, sur Inchy-en-Artois entre 6 et 7 m/s et marginalement sur Quéant à 6 m/s.

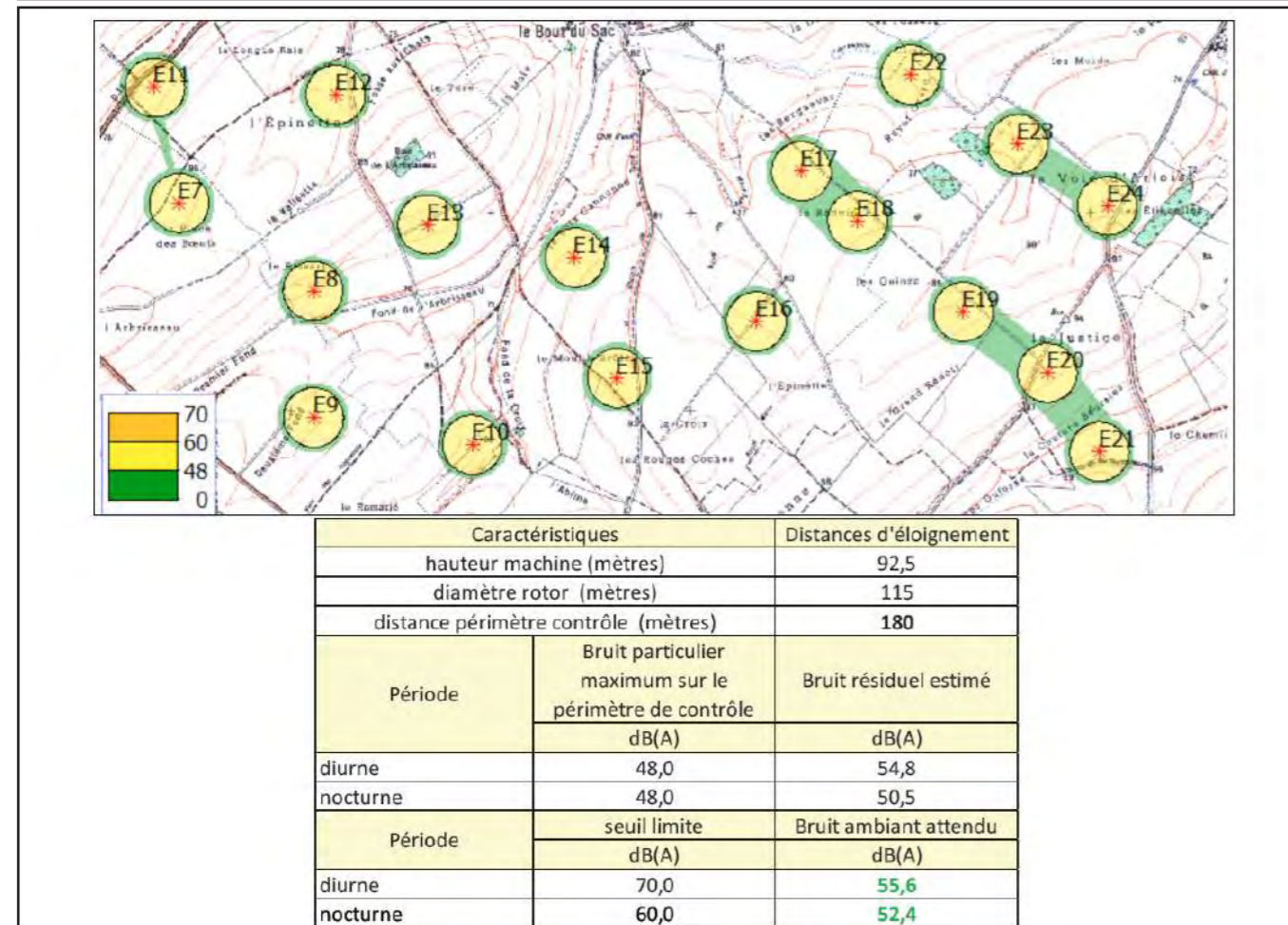
Afin de se conformer à la législation, un bridage sera effectué (voir chapitre "H - Mesures d'évitement, réductrices, compensatoires et d'accompagnement des impacts, suivi des mesures", page 459).

### E2.11.2.2.2 - Résultats des seuils en limite de périmètre

L'arrêté du 26 Août 2011 spécifie un périmètre de contrôle autour des machines. Ce périmètre correspond au plus petit polygone dans lequel sont inscrits les disques de centre chaque aérogénérateur et de rayon R. Ce rayon R est égal à  $1,2 \times$  (hauteur de moyeu + longueur d'un demi-rotor), soit de 180 mètres.

- Ces cercles sont tracés pour chaque éolienne.
- Les bruits maximum mesurés auprès des habitations sont pris comme hypothèses de bruits résiduels sur le périmètre de contrôle.
- Les résultats des calculs sont additionnés avec les bruits résiduels estimés sur les périmètres de contrôle.
- Les bruits ambiants estimés sur le périmètre de contrôle sont comparés aux seuils limites de 70 dB(A) en période diurne et 60 dB(A) en période nocturne.

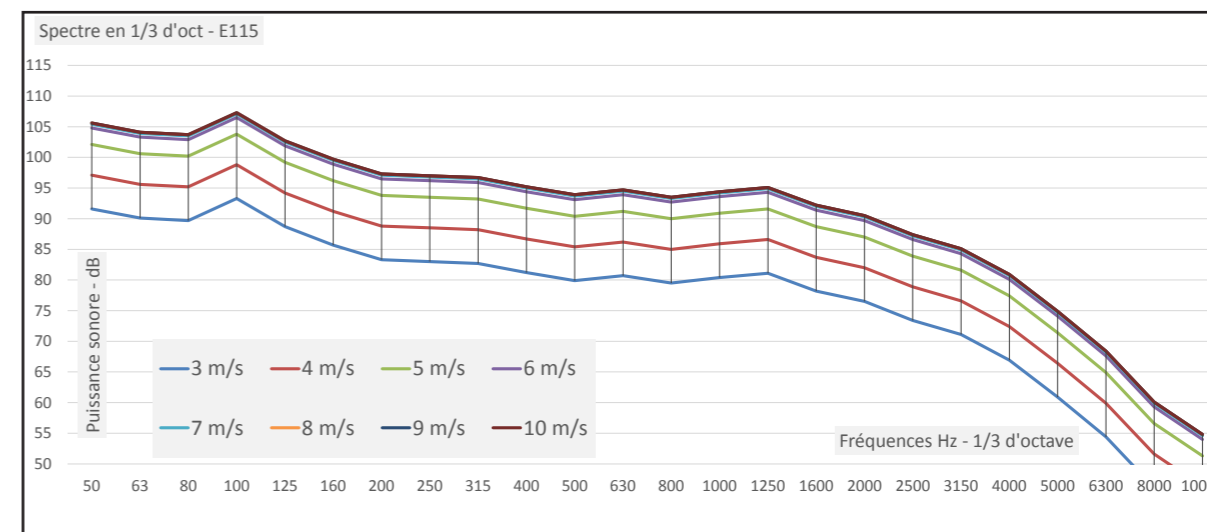
**FIGURE 120 : CALCULS DU BRUIT EN LIMITE DE PÉRIMÈTRE DE CONTRÔLE**



### E2.11.2.2.3 - Tonalités marquées

L'installation ne doit pas être à l'origine de tonalités marquées sur plus de 30% de son temps de fonctionnement.

Nous observons les fiches du constructeur en bandes de tiers d'octave, en dB. Ces données ne présentent pas de tonalités marquées.



Le spectre sonore ne comporte pas de tonalités marquées.

L'analyse des tonalités marquées est conforme avec les seuils limites fixés par l'Arrêté du 26 Août 2011.

L'analyse des impacts est conforme avec les seuils limites fixés par l'Arrêté du 26 Août 2011.

### E2.11.2.3 - Impacts associés avec les parcs acceptés environnants

Il s'agit en particulier d'étudier les risques d'impact acoustiques liés au projet, associés à ceux environnants, en particulier ceux de l'Enclave et de l'Arbre Chaud (Cf. Figure 117).

Notons toutefois que la société Ferme Eolienne de la voie de Cambrai n'a aucun lien avec les exploitants responsables de ces sites, nous sommes donc en présence d'exploitants différents au sens ICPE du terme. La notion d'émergence cumulée ne s'applique donc pas réglementairement.

#### ➔ Impacts du projet associés avec celui des éoliennes de l'Enclave

Les groupes d'éoliennes concernées sont des groupes de 5 éoliennes V112

Nous ne disposons pas des informations concernant les modalités de fonctionnement précises de ces éoliennes, nous savons cependant que les documents émis lors de l'instruction signalent le recours à un plan de bridage sur la période nocturne. Nous avons cependant pris en hypothèse pour le calcul initial un fonctionnement nominal des éoliennes.

Les résultats ci-après présentent les calculs de bruits Ambiants puis d'Emergences obtenues avec la prise en compte du projet de la Voie de Cambrai et des parcs voisins de l'Enclave.

Ces calculs confirment le recours à un bridage nocturne pour les éoliennes au Sud de Moeuvres, et révèlent également qu'il faudra recourir à une adaptation du plan de bridage prévu pour le parc de la Voie de Cambrai (voir chapitre "H - Mesures d'évitement, réductrices, compensatoires et d'accompagnement des impacts, suivi des mesures", page 459).

#### • Bruits Ambiants calculés :

Il s'agit de la somme logarithmique du bruit résiduel mesuré et du bruit particulier émis au point de calcul par l'ensemble des machines.

Position d'étude	Bruits ambients calculés - période <b>DIURNE</b> - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
<b>Fme de l'Abbaye_1M</b>	42,2	43,4	43,3	42,5	45,3	47,2	52,0	54,9
<b>Pronville_1M</b>	38,7	37,8	38,4	38,1	40,7	43,1	45,3	49,8
<b>Pronville_2M</b>	35,6	34,2	35,4	34,6	36,0	37,7	39,9	41,9
<b>Pronville_3M</b>	36,6	37,3	38,2	36,7	38,2	38,6	42,1	43,4
<b>Inchy-en-Artois_M</b>	38,2	35,4	38,3	39,6	41,7	43,2	44,6	48,1
<b>La Paillote_M</b>	46,7	47,9	50,1	47,9	47,1	48,1	51,1	53,1
<b>Morchies_M</b>	39,6	40,1	39,8	40,7	42,0	43,1	48,0	49,7
<b>Lagnicourt-Marcel_1M</b>	38,3	39,1	40,1	40,6	42,9	45,7	50,0	52,4
<b>Lagnicourt-Marcel_2M</b>	40,6	41,0	41,2	41,7	43,2	44,9	47,0	49,5
<b>Quéant_1</b>	42,2	43,4	43,3	42,6	45,4	47,2	52,0	54,9
<b>Quéant_2</b>	42,2	43,4	43,2	42,4	45,2	47,1	52,0	54,8
<b>Pronville_4</b>	36,6	37,3	38,5	37,2	38,5	39,0	42,5	43,7
<b>Pronville_5</b>	36,6	37,3	38,7	37,5	38,6	39,3	42,7	43,9
<b>Moeuvres</b>	46,7	47,9	50,3	48,4	47,8	48,6	51,3	53,2
<b>Boursies</b>	46,7	47,9	50,1	47,9	47,1	48,2	51,1	53,1
<b>Louverval</b>	39,6	40,1	40,9	42,6	43,7	44,3	48,0	49,9
<b>Morchies_2</b>	39,6	40,1	39,9	40,9	42,2	43,3	48,0	49,7
<b>Morchies_3</b>	39,6	40,1	39,7	40,6	41,9	43,0	47,9	49,7
<b>Lagnicourt-Marcel_3</b>	46,7	47,9	50,1	47,9	47,1	48,2	51,2	53,1
<b>Beaumetz_Est</b>	35,1	36,5	38,2	39,5	42,3	45,1	48,0	48,6
<b>Beaumetz_Ouest</b>	35,1	36,5	38,5	40,0	42,7	45,3	48,1	48,8

Position d'étude	Bruits ambients calculés - période <b>NOCTURNE</b> - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
<b>Fme de l'Abbaye_1M</b>	22,3	27,3	34,2	36,7	38,8	43,0	46,4	47,3
<b>Pronville_1M</b>	32,4	33,5	35,1	36,2	39,2	41,6	44,9	48,9
<b>Pronville_2M</b>	20,9	23,0	31,7	31,3	32,0	35,0	37,9	41,1
<b>Pronville_3M</b>	25,3	26,9	32,3	32,7	33,8	37,0	39,5	43,1
<b>Inchy-en-Artois_M</b>	22,2	26,9	36,0	37,9	40,3	41,4	44,1	47,3
<b>La Paillote_M</b>	24,4	32,5	37,4	38,2	40,7	42,9	46,3	50,5
<b>Morchies_M</b>	27,3	31,5	37,0	39,1	40,1	42,5	45,3	47,9
<b>Lagnicourt-Marcel_1M</b>	22,3	28,7	36,2	38,2	40,3	41,2	43,4	46,2
<b>Lagnicourt-Marcel_2M</b>	30,8	31,2	37,7	39,2	41,4	43,4	45,1	45,6
<b>Quéant_1</b>	22,3	27,3	34,7	37,1	39,2	43,2	46,5	47,4
<b>Quéant_2</b>	22,3	27,3	33,5	36,1	38,2	42,8	46,3	47,2
<b>Pronville_4</b>	25,3	26,9	33,4	33,7	34,5	37,5	40,1	43,4
<b>Pronville_5</b>	25,3	26,9	34,2	34,4	34,9	38,0	40,5	43,7
<b>Moeuvres</b>	24,4	32,5	39,3	41,2	43,1	44,3	46,7	50,7
<b>Boursies</b>	24,4	32,5	37,6	38,5	40,9	42,9	46,3	50,5
<b>Louverval</b>	27,3	31,5	38,8	41,6	42,5	43,8	45,5	48,2
<b>Morchies_2</b>	27,3	31,5	37,2	39,3	40,4	42,7	45,4	47,9
<b>Morchies_3</b>	27,3	31,5	36,8	38,9	39,9	42,4	45,3	47,8
<b>Lagnicourt-Marcel_3</b>	24,4	32,5	37,6	38,2	40,9	43,0	46,4	50,5
<b>Beaumetz_Est</b>	27,6	29,6	33,4	36,3	41,9	42,4	43,0	43,5
<b>Beaumetz_Ouest</b>	27,6	29,6	34,4	37,3	42,3	42,7	43,5	43,9

• Calculs des émergences :

Il s'agit de la différence arithmétique entre le bruit ambiant calculé et le bruit résiduel mesuré, pour chaque vitesse de vent, pour l'ensemble des machines.

Position d'étude	Émergences calculées - période DIURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
<b>Fme de l'Abbaye_1M</b>	0,0	0,0	0,3	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1
<b>Pronville_1M</b>	0,0	0,0	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
<b>Pronville_2M</b>	0,0	Lamb<35	1,9	Lamb<35	1,0	1,5	1,6	1,1
<b>Pronville_3M</b>	0,0	0,0	0,8	0,8	0,6	1,0	0,7	0,6
<b>Inchy-en-Artois_M</b>	0,0	0,0	2,7	3,4	2,8	2,0	1,0	0,5
<b>La Paillote_M</b>	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0
<b>Morchies_M</b>	0,0	0,0	0,5	0,8	0,8	0,6	0,2	0,1
<b>Lagnicourt-Marcel_1M</b>	0,0	0,0	0,4	0,6	0,5	0,3	0,1	0,1
<b>Lagnicourt-Marcel_2M</b>	0,0	0,0	1,1	1,3	1,7	1,1	0,7	0,4
<b>Quéant_1</b>	0,0	0,0	0,3	0,5	0,4	0,3	0,1	0,1
<b>Quéant_2</b>	0,0	0,0	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,0
<b>Pronville_4</b>	0,0	0,0	1,1	1,2	0,9	1,4	1,1	0,9
<b>Pronville_5</b>	0,0	0,0	1,3	1,6	1,0	1,7	1,3	1,1
<b>Moeuvres</b>	0,0	0,0	0,2	0,6	0,9	0,6	0,2	0,1
<b>Boursies</b>	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,0	0,0
<b>Louveral</b>	0,0	0,0	1,6	2,7	2,5	1,8	0,2	0,3
<b>Morchies_2</b>	0,0	0,0	0,6	1,0	1,0	0,8	0,2	0,1
<b>Morchies_3</b>	0,0	0,0	0,4	0,7	0,7	0,5	0,1	0,1
<b>Lagnicourt-Marcel_3</b>	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1
<b>Beaumetz_Est</b>	0,0	0,0	0,5	0,7	0,5	0,2	0,2	0,1
<b>Beaumetz_Ouest</b>	0,0	0,0	0,8	1,2	0,9	0,4	0,3	0,3

Position d'étude	Émergences calculées - période NOCTURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
<b>Fme de l'Abbaye_1M</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,0	1,8	0,6	0,4	0,3
<b>Pronville_1M</b>	Lamb<35	Lamb<35	1,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,1
<b>Pronville_2M</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	3,0	1,3
<b>Pronville_3M</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	1,5	1,5	0,6
<b>Inchy-en-Artois_M</b>	Lamb<35	Lamb<35	6,3	7,0	4,8	3,4	1,1	0,6
<b>La Paillote_M</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,6	1,2	0,9	0,5	0,1	0,1
<b>Morchies_M</b>	Lamb<35	Lamb<35	1,0	1,3	1,4	0,7	0,3	0,2
<b>Lagnicourt-Marcel_1M</b>	Lamb<35	Lamb<35	1,0	1,0	1,1	0,8	0,4	0,2
<b>Lagnicourt-Marcel_2M</b>	Lamb<35	Lamb<35	2,8	2,8	3,0	1,7	1,1	0,9
<b>Quéant_1</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,3	2,2	0,8	0,5	0,4
<b>Quéant_2</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	1,3	1,2	0,4	0,3	0,2
<b>Pronville_4</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,0	2,1	0,9
<b>Pronville_5</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,5	2,5	1,2
<b>Moeuvres</b>	Lamb<35	Lamb<35	2,5	4,2	3,3	1,9	0,5	0,3
<b>Boursies</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,8	1,5	1,1	0,5	0,1	0,1
<b>Louveral</b>	Lamb<35	Lamb<35	2,9	3,8	3,8	2,0	0,5	0,5
<b>Morchies_2</b>	Lamb<35	Lamb<35	1,3	1,5	1,7	0,9	0,4	0,2
<b>Morchies_3</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,9	1,1	1,2	0,6	0,3	0,1
<b>Lagnicourt-Marcel_3</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,8	1,2	1,1	0,6	0,2	0,1
<b>Beaumetz_Est</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	1,7	0,6	0,5	0,5	0,5
<b>Beaumetz_Ouest</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,6	1,0	0,8	1,0	0,9

Comme on peut le voir, des émergences supérieures au cadre réglementaire apparaissent de nuit à Inchy-en-Artois, Mœuvres et Louveral.

Un bridage adapté complémentaire sera donc nécessaire (Cf. chapitre "H - Mesures d'évitement, réductrices, compensatoires et d'accompagnement des impacts, suivi des mesures", page 459).

## ➔ Impacts du projet associés avec celui des éoliennes accordées de l'Arbre Chaud

Il s'agit d'un groupe de trois éoliennes du type REPOWER 3,4M104.

La zone d'impact cumulée concerne la commune de Pronville. Nous ne connaissons pas les modes de fonctionnement prévus sur ce parc, nous avons donc pris l'hypothèse initiale d'un fonctionnement standard.

Ces calculs confirment le recours probable de cet exploitant à un bridage nocturne et révèlent également qu'il faudra recourir à une adaptation du plan de bridage prévu pour le parc de la Voie de Cambrai.

### • Bruits Ambiants calculés :

Il s'agit de la somme logarithmique du bruit résiduel mesuré et du bruit particulier émis au point de calcul par l'ensemble des machines.

Position d'étude	Bruits résiduels mesurés - période DIURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
<b>Fme de l'Abbaye_1M</b>	42,2	43,4	43,0	42,1	45,0	47,0	51,9	54,8
<b>Pronville_1M</b>	38,7	37,8	37,9	37,9	40,5	42,9	45,1	49,7
<b>Pronville_2M</b>	35,6	34,2	33,5	32,8	35,0	36,2	38,3	40,8
<b>Pronville_3M</b>	36,6	37,3	37,4	36,0	37,6	37,6	41,4	42,9
<b>Inchy-en-Artois_M</b>	38,2	35,4	35,6	36,2	38,9	41,2	43,6	47,6
<b>La Paillote_M</b>	46,7	47,9	50,1	47,8	46,9	48,0	51,1	53,1
<b>Morchies_M</b>	39,6	40,1	39,3	39,9	41,2	42,5	47,8	49,6
<b>Lagnicourt-Marcel_1M</b>	38,3	39,1	39,7	40,0	42,4	45,5	49,9	52,3
<b>Lagnicourt-Marcel_2M</b>	40,6	41,0	40,1	40,4	41,5	43,8	46,4	49,2
<b>Quéant_1</b>	42,2	43,4	43,0	42,1	45,0	47,0	51,9	54,8
<b>Quéant_2</b>	42,2	43,4	43,0	42,1	45,0	47,0	51,9	54,8
<b>Pronville_4</b>	36,6	37,3	37,4	36,0	37,6	37,6	41,4	42,9
<b>Pronville_5</b>	36,6	37,3	37,4	36,0	37,6	37,6	41,4	42,9
<b>Moeuvres</b>	46,7	47,9	50,1	47,8	46,9	48,0	51,1	53,1
<b>Boursies</b>	46,7	47,9	50,1	47,8	46,9	48,0	51,1	53,1
<b>Louverval</b>	39,6	40,1	39,3	39,9	41,2	42,5	47,8	49,6
<b>Morchies_2</b>	39,6	40,1	39,3	39,9	41,2	42,5	47,8	49,6
<b>Morchies_3</b>	39,6	40,1	39,3	39,9	41,2	42,5	47,8	49,6
<b>Lagnicourt-Marcel_3</b>	46,7	47,9	50,1	47,8	46,9	48,0	51,1	53,1
<b>Beaumetz_Est</b>	35,1	36,5	37,7	38,8	41,8	44,9	47,8	48,5
<b>Beaumetz_Ouest</b>	35,1	36,5	37,7	38,8	41,8	44,9	47,8	48,5

Position d'étude	Bruits résiduels mesurés - période NOCTURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
<b>Fme de l'Abbaye_1M</b>	22,3	27,3	31,2	34,8	37,0	42,4	46,0	47,0
<b>Pronville_1M</b>	32,4	33,5	33,9	35,9	39,0	41,4	44,7	48,8
<b>Pronville_2M</b>	20,8	23,0	24,2	25,9	28,7	31,7	34,9	39,8
<b>Pronville_3M</b>	25,3	26,9	28,1	30,3	32,0	35,5	38,0	42,5
<b>Inchy-en-Artois_M</b>	22,2	26,9	29,7	30,9	35,5	38,0	43,0	46,7
<b>La Paillote_M</b>	24,4	32,5	36,8	37,0	39,8	42,4	46,2	50,5
<b>Morchies_M</b>	27,3	31,5	36,0	37,8	38,7	41,8	45,0	47,7
<b>Lagnicourt-Marcel_1M</b>	22,3	28,7	35,2	37,2	39,2	40,4	43,0	46,0
<b>Lagnicourt-Marcel_2M</b>	30,8	31,2	34,9	36,4	38,4	41,8	44,0	44,7
<b>Quéant_1</b>	22,3	27,3	31,2	34,8	37,0	42,4	46,0	47,0
<b>Quéant_2</b>	22,3	27,3	31,2	34,8	37,0	42,4	46,0	47,0
<b>Pronville_4</b>	25,3	26,9	28,1	30,3	32,0	35,5	38,0	42,5
<b>Pronville_5</b>	25,3	26,9	28,1	30,3	32,0	35,5	38,0	42,5
<b>Moeuvres</b>	24,4	32,5	36,8	37,0	39,8	42,4	46,2	50,5
<b>Boursies</b>	24,4	32,5	36,8	37,0	39,8	42,4	46,2	50,5
<b>Louverval</b>	27,3	31,5	36,0	37,8	38,7	41,8	45,0	47,7
<b>Morchies_2</b>	27,3	31,5	36,0	37,8	38,7	41,8	45,0	47,7
<b>Morchies_3</b>	27,3	31,5	36,0	37,8	38,7	41,8	45,0	47,7
<b>Lagnicourt-Marcel_3</b>	24,4	32,5	36,8	37,0	39,8	42,4	46,2	50,5
<b>Beaumetz_Est</b>	27,6	29,6	31,8	34,7	41,3	41,9	42,5	43,0
<b>Beaumetz_Ouest</b>	27,6	29,6	31,8	34,7	41,3	41,9	42,5	43,0

• Calculs des émergences :

Il s'agit de la différence arithmétique entre le bruit ambiant calculé et le bruit résiduel mesuré, pour chaque vitesse de vent, pour l'ensemble des machines.

Position d'étude	Émergences calculées - période DIURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
<b>Fme de l'Abbaye_1M</b>	0,0	0,1	0,3	0,6	0,5	0,3	0,1	0,1
<b>Pronville_1M</b>	0,1	0,3	0,6	1,1	0,8	0,5	0,3	0,1
<b>Pronville_2M</b>	0,2	Lamb<35	2,0	3,8	3,3	2,7	1,8	1,1
<b>Pronville_3M</b>	0,2	0,5	1,0	2,3	2,2	2,5	1,2	0,9
<b>Inchy-en-Artois_M</b>	0,2	0,9	1,8	2,8	2,1	1,5	0,9	0,4
<b>La Paillote_M</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
<b>Morchies_M</b>	0,1	0,2	0,5	0,9	0,8	0,6	0,2	0,1
<b>Lagnicourt-Marcel_1M</b>	0,1	0,2	0,4	0,7	0,6	0,3	0,1	0,1
<b>Lagnicourt-Marcel_2M</b>	0,1	0,4	1,1	1,8	1,8	1,2	0,7	0,4
<b>Quéant_1</b>	0,0	0,1	0,3	0,8	0,6	0,4	0,1	0,1
<b>Quéant_2</b>	0,0	0,1	0,2	0,5	0,3	0,2	0,1	0,0
<b>Pronville_4</b>	0,2	0,5	1,1	2,6	2,4	2,4	1,2	0,9
<b>Pronville_5</b>	0,2	0,6	1,4	3,1	3,0	3,0	1,5	1,1
<b>Moeuvres</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
<b>Boursies</b>	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
<b>Louveral</b>	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,2	0,1	0,1
<b>Morchies_2</b>	0,1	0,2	0,6	1,1	1,0	0,8	0,2	0,1
<b>Morchies_3</b>	0,0	0,1	0,4	0,7	0,7	0,5	0,1	0,1
<b>Lagnicourt-Marcel_3</b>	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1
<b>Beaumetz_Est</b>	0,1	0,3	0,5	0,7	0,5	0,2	0,2	0,1
<b>Beaumetz_Ouest</b>	0,2	0,5	0,8	1,2	0,9	0,4	0,3	0,3

Position d'étude	Émergences calculées - période NOCTURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
<b>Fme de l'Abbaye_1M</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,0	1,8	0,6	0,4	0,3
<b>Pronville_1M</b>	Lamb<35	Lamb<35	1,3	0,5	0,4	0,3	0,3	0,1
<b>Pronville_2M</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	3,8	3,2	1,4
<b>Pronville_3M</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	3,2	2,8	2,1	0,9
<b>Inchy-en-Artois_M</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	4,4	3,0	2,6	1,0	0,5
<b>La Paillote_M</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1	0,0
<b>Morchies_M</b>	Lamb<35	Lamb<35	1,0	1,3	1,4	0,7	0,3	0,2
<b>Lagnicourt-Marcel_1M</b>	Lamb<35	Lamb<35	1,0	1,0	1,1	0,8	0,4	0,2
<b>Lagnicourt-Marcel_2M</b>	Lamb<35	Lamb<35	2,8	2,8	3,0	1,7	1,1	0,9
<b>Quéant_1</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,3	2,2	0,8	0,5	0,4
<b>Quéant_2</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	1,3	1,2	0,4	0,3	0,2
<b>Pronville_4</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,3	2,2	1,0
<b>Pronville_5</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	3,2	2,8	2,7	1,2
<b>Moeuvres</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,3	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0
<b>Boursies</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,3	0,6	0,4	0,2	0,1	0,0
<b>Louveral</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,4	0,5	0,4	0,3	0,1	0,1
<b>Morchies_2</b>	Lamb<35	Lamb<35	1,3	1,5	1,7	0,9	0,4	0,2
<b>Morchies_3</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,9	1,1	1,2	0,6	0,3	0,1
<b>Lagnicourt-Marcel_3</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,8	1,2	1,1	0,6	0,2	0,1
<b>Beaumetz_Est</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	1,7	0,6	0,5	0,5	0,5
<b>Beaumetz_Ouest</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,6	1,0	0,8	1,0	0,9

Comme on peut le voir, des émergences supérieures au cadre réglementaire apparaissent de nuit à Pronville et à Inchy-en-Artois.

Un bridage adapté complémentaire sera donc nécessaire (Cf. chapitre "H - Mesures d'évitement, réductrices, compensatoires et d'accompagnement des impacts, suivi des mesures", page 459).

#### E2.11.2.4 - Conclusions sur l'acoustique

A partir de nos mesures sur site, et des outils et hypothèses prise en compte pour notre dossier, pour les différents aspects comportant des limites fixées par l'arrêté ministériel d'août 2011, nos résultats sont les suivants :

- Les seuils maximum en limite de propriété sont respectés, pour la période diurne et pour la période nocturne ;
- Les machines ne présentent pas de tonalités marquées ;
- Les émergences sonores sont respectées en fonctionnement normal la journée ;
- Les émergences sonores ne sont pas respectées en fonctionnement normal la nuit sur Inchy-en-Artois, Pronville et Quéant, mais des mesures de bridage peuvent permettre de limiter ces émergences dans le respect de la réglementation (voir chapitre "H - Mesures d'évitement, réductrices, compensatoires et d'accompagnement des impacts, suivi des mesures", page 459)..

Le calcul des effets associés avec les parcs éoliens environnants acceptés montre que le plan de bridage devra aussi être adapté en d'autres points.

## E2.11.3 - CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

Les effets des champs électromagnétiques sur la santé sont étudiés depuis plusieurs années par des organisations comme l'Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (INSERM), l'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS), ou l'Académie Nationale de Médecine.

Les liens de causalité entre la présence de ces champs et un risque sanitaire sont particulièrement difficiles à établir.

Néanmoins, afin de garantir une certaine sécurité, l'article 6 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié, qui traite des champs magnétiques, indique que les habitations ne doivent pas être exposées à un champ magnétique émanant des aérogénérateurs supérieur à 100 microteslas à 50-60 Hz.

Des champs électriques et magnétiques sont présents :

- au niveau des aérogénérateurs,
- au niveau des câbles électriques permettant d'évacuer l'électricité produite.

En ce qui concerne les éoliennes, les quelques mesures qui ont été réalisées sur des parcs existants montrent que, même au pied des éoliennes, les valeurs sont très en dessous de la valeur seuil recommandée.

Les éoliennes étant situées à plus de 500 m des zones urbanisables et urbanisées (700 m au plus proche dans le cas présent) et le champ magnétique décroissant avec la distance, les habitations ne subiront donc pas de champ magnétique lié à l'installation éolienne.

En ce qui concerne les câbles électriques :

- d'après RTE\*\*, une ligne aérienne de 400 000 V produit au maximum un champ magnétique de 30 microteslas à l'aplomb de la ligne, de 12 microteslas à 30 m et de 1,2 microteslas à 100 m de la ligne électrique.

De plus, pour des lignes enterrées, le champ magnétique est inférieur à 30 microteslas et devient quasi-nul à 20 m de la ligne. Rappelons que la réglementation impose une valeur maximale de 100 microteslas.

Les lignes électriques assurant le raccordement des éoliennes sont des lignes basse-tensions et sont souterraines, le risque qu'elles émettent un champ magnétique supérieur à 100 microteslas est négligeable.

- Le transformateur des éoliennes produit une tension située entre 6 et 35 KV, ce qui est inférieur aux données ci-dessus, celui-ci émettra donc également un champ magnétique inférieur à 100 microteslas.

Le projet respectera donc la valeur seuil fixée par l'arrêté du 26 août 2011 modifié (100 microteslas).

\* : Source : "Rapport de mesures sur site - Parc éolien La Motelle" - Janvier 2014. Les mesures effectuées par le bureau d'études EMITECH Groupe pour Vestas en Janvier 2014 sur le site éolien de La Motelle (08) étaient comprises entre 0,093 et 0,003  $\mu$ T soit plus de 1000 fois en dessous du seuil.

\*\* : Rencontre débat du 27 octobre 2008 - relevé des conclusions - organisation du transport de l'électricité - Gaétan DESGUILBET

## E2.11.4 - INFRASONS

En ce qui concerne les infrasons, peu d'études scientifiques traitant de la production des infrasons par l'éolien et de leurs effets ont été réalisées jusqu'alors. L'office franco-allemand pour les énergies renouvelables a toutefois publié en 2014 (Windenergieanlagen – beeinträchtigt Infraschall die Gesundheit ? - Éoliennes : les infrasons portent-ils atteinte à notre santé ? - novembre 2014) une synthèse sur le sujet qui indique globalement que les éoliennes génèrent effectivement des infrasons aux alentours des installations, mais que ceux-ci se limitent à des niveaux nettement inférieurs aux seuils d'audition et de perception.

Or, si des effets sur la santé (céphalées, hypertension, acouphènes, ...) ont déjà été démontrés dans les cas où les seuils d'audition et de perception sont dépassés, il n'existe à ce jour aucune preuve en ce qui concerne les infrasons inférieurs à ces seuils. La distance réglementaire de 500 m permet donc de s'affranchir de tout risque (de plus rappelons que le projet est au minimum à 700 m des habitations).

## E2.11.5 - OMBRE ET EFFET STROBOSCOPIQUE

Cette étude constitue le volet "ombre" de l'étude d'impact sur l'environnement associé à la demande de permis de construire et à la demande d'autorisation d'exploiter un parc éolien. La zone d'implantation de cette ferme se situe sur les communes de Inchy-en-Artois, Lagnicourt-Marcel, Pronville et Quéant. La réglementation française relative aux ombres liées à la construction d'éoliennes se limite aux bâtiments à usage de bureaux, mais le risque d'une gêne pour le voisinage recommande cette étude.

### E2.11.5.1 - Généralités

#### → Ombre

Lorsque le soleil brille, une éolienne projette, comme toute autre structure, une ombre sur le terrain qui l'entoure. Étant donnée la taille de ces génératrices (jusqu'à plus de 150 m en sommet de pale), l'ombre est parfois conséquente.

Cette ombre dépend :

- du site (topographie),
- de la durée du jour (variant au cours de l'année),
- de la durée d'ensoleillement,
- de la position des éoliennes et de leur orientation par rapport au soleil, donc de la direction du vent.

Rappelons ici qu'une éolienne se positionne toujours en face du vent et non du soleil, ce qui a pour effet de limiter l'étendue réelle de la zone de projection des ombres.

## → Effet stroboscopique

Une éolienne présente aussi la particularité d'être constituée d'une partie fixe, le mât, et d'une partie mobile, les pales. On constate donc, lorsqu'une éolienne est animée, que les pales coupent de façon répétitive la lumière du soleil. Bien que la fréquence de rotation du rotor soit relativement faible à observer, ces interruptions répétées de lumière provoquent un effet stroboscopique.

Il est important de préciser que l'effet stroboscopique, seule source de gêne provoquée par l'ombre pour les riverains, n'est perceptible que dans la zone d'ombre des éoliennes due aux pales en mouvement.

En conclusion, sous réserve qu'il y ait assez de vent pour animer l'éolienne et que le soleil brille, l'effet stroboscopique est ressenti si l'on est placé dans la zone de projection des ombres, dont l'étendue varie en fonction des directions du vent et des rayons lumineux.

## → Impact

Bien qu'il n'y ait pas encore eu d'étude médicale sérieuse sur ce sujet, on sait que cette transformation des rayons solaires en lumière stroboscopique peut être ressentie par des personnes qui y sont très régulièrement soumises. En effet, une exposition répétée et surtout prolongée sur un lieu où l'on réside longtemps, telle une habitation, peut provoquer des troubles légers du comportement tels qu'énerverment ou fatigue.

On s'intéressera donc à l'apparition de cet effet stroboscopique uniquement dans les zones d'habitation. Il est également admis qu'au delà de 250 m l'impact de l'effet stroboscopique est négligeable (réglementations allemande et wallonne).

## → Législation

La réglementation française impose un minimum de 500 m d'éloignement des éoliennes vis-à-vis des habitations. A cette distance, il est admis que l'impact ombre est négligeable sur ces bâtiments.

L'article 5 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié, impose donc des prescriptions pour les ombres seulement dans le cas de l'implantation d'éoliennes à moins de 250 mètres **d'un bâtiment à usage de bureaux**. Dans un tel cas de figure, l'exploitant est tenu de réaliser une étude démontrant que l'ombre projetée de l'aérogénérateur n'impacte pas plus de trente heures par an et une demi-heure par jour le bâtiment.





### E2.11.5.2 - Ombres projetées du parc éolien

Compte tenu de la distance réglementaire de recul de 500 m entre les éoliennes et les habitations, la législation française n'a pas prévu de règles particulières sur les bâtiments **à usage d'habitation** en matière d'exposition à l'ombre (voir Législation). De ce fait, il n'existe pas, en France, de norme de calcul pour cet aspect.

#### → Présentation du calcul

Pour évaluer les temps d'exposition aux ombres projetées des éoliennes, on utilise le logiciel Windpro. Après avoir intégré les cartes, la topographie, les éoliennes (type et dimensions) ainsi que leurs références géographiques, nous pouvons calculer et visualiser sur la carte les zones exposées à ces ombres en fonction de la durée annuelle de cette exposition.

Le calcul a été réalisé avec les paramètres suivants :

- Taux d'ensoleillement annuel (statistiques météorologiques moyennes d'insolation),
- Position des machines par rapport au soleil (en fonction de la direction du vent),
- Fonctionnement : les éoliennes ne sont pas toujours animées (maintenance, vitesse du vent insuffisante...).

On ne prend pas en compte le soleil rasant pour des angles inférieurs à 3°. Ce choix, défini aussi dans la norme allemande, s'explique par la présence d'obstacles tels que la végétation ou les constructions même lointaines qui arrêtent les rayons solaires et surtout par les différentes couches de l'atmosphère qui dispersent les rayons lumineux quand le soleil est bas dans le ciel. Les constructions existantes et les arbres à proximité des habitations ne sont pas pris en compte dans les calculs.

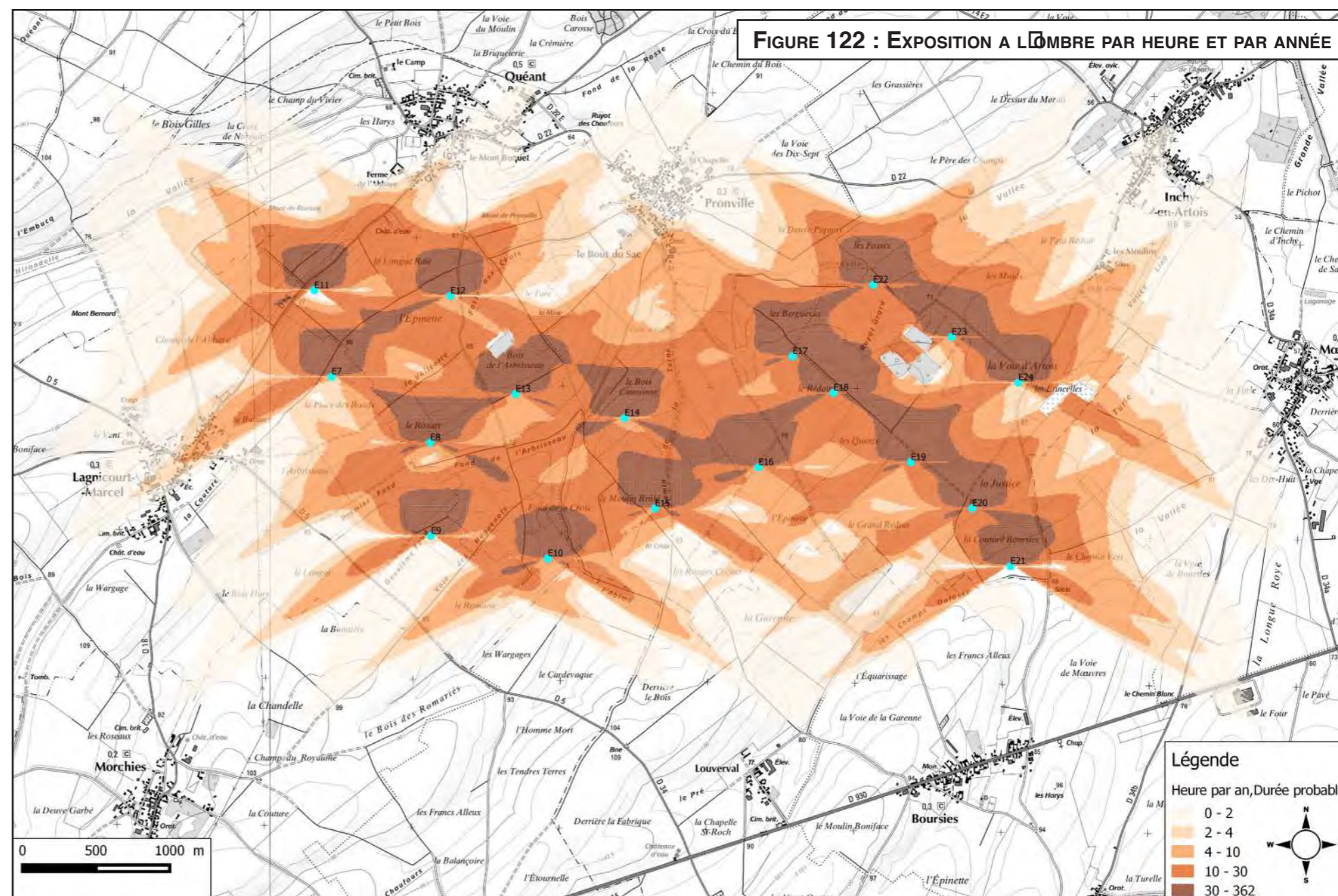


FIGURE 122 : EXPOSITION A L'OMBRE PAR HEURE ET PAR ANNÉE

#### → Résultats et conclusion

Les habitations les plus proches du projet sont situées très largement au-delà de 500 m (700 m dans le cas présent). Cela limite fortement les effets liés à l'ombre.

Comme on peut le constater, les secteurs habités les plus touchés par le phénomène sont, au plus, exposés 8 h chaque année (au Nord-Est de Lagnicourt-Marcel ; au Sud de Quéant - au Sud-Ouest de Pronville, au Sud d'Inchy-en-Artois - les Moulins).

La création du parc éolien n'entraînera donc pas de problèmes en matière de projections d'ombre.

## E2.11.6 - BALISAGE LUMINEUX

Afin de sécuriser les activités dont notamment le transport aérien, les aérogénérateurs sont équipés de dispositifs de balisage conformément à l'article 11 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié (voir "B4 - Bilan de conformité à l'arrêté du 26 août 2011 modifié", page 38).

Le clignotement permanent de ces balises, notamment pendant la nuit, est susceptible d'occasionner une gêne pour certaines personnes.

Afin de l'atténuer le balisage s'adapte en fonction de la périodicité. En effet, en fonction du moment de la journée le balisage nocturne rouge et le balisage diurne blanc se relayent. Les éoliennes sont par ailleurs éloignées des habitations ce qui contribue à limiter le ressenti de ces clignotements. De plus, le clignotement des balises des différentes éoliennes se fera de manière synchrone pour éviter un effet de foisonnement.

## E2.11.7 - EFFETS BÉNÉFIQUES

Rappelons que les principaux avantages sont les suivants :

- pas de pollution de l'air (absence d'émission de gaz à effet de serre, de poussières, de fumées, d'odeurs, de gaz favorisant les pluies acides),
- pas de pollution des eaux (absence de rejet dans le milieu aquatique),
- pas de pollution des sols (absence de production de suies, de cendres, de déchets),
- peu d'effets indirects (absence par exemple de risques d'accidents ou de pollutions liés à l'approvisionnement des combustibles).

Ces effets positifs sont plus facilement quantifiables à l'échelle nationale qu'à l'échelle locale.

### → Exemple du gaz carbonique

La température de notre planète résulte de l'équilibre entre le flux de rayonnement lui parvenant du soleil et le flux de rayonnement infrarouge renvoyé vers l'espace. La vapeur d'eau, le gaz carbonique, et d'autres gaz de l'atmosphère vont absorber ce rayonnement infrarouge, empêchant la terre de se refroidir. Sans ces gaz à effet de serre, la température moyenne de la terre serait de -18 °C.

Mais l'activité humaine augmente la concentration de ces gaz dans l'atmosphère. La concentration en CO<sub>2</sub> a ainsi augmenté de 30 % depuis l'ère préindustrielle et celle de CH<sub>4</sub> de 150 %. Il en résulte un réchauffement de notre planète : 0,3 ° à 0,6 ° C en un siècle, avec pour corollaire une montée du niveau des océans (10 à 25 cm). Si rien n'est fait, le prochain siècle devrait voir un réchauffement de 1 à 3,5 °C et une montée des océans de 15 à 95 cm.

L'étude des climats du passé, ou "paléoclimatologie" montre qu'une variation de quelques degrés seulement de la température moyenne de notre planète transforme profondément sa physionomie. Ainsi, cette hausse des températures devrait provoquer des cycles de l'eau plus vigoureux, c'est-à-dire des sécheresses et des inondations plus sévères.

L'objectif des programmes de lutte contre l'effet de serre est de limiter les émissions concernées, notamment celles des principaux gaz à effet de serre :

- le gaz carbonique ou dioxyde de carbone CO<sub>2</sub>,
- le méthane CH<sub>4</sub>,
- le protoxyde d'azote N<sub>20</sub>,
- les gaz fluorés, substitués des CFC : HFC, PFC, SF<sub>6</sub>.

En prenant l'exemple du gaz carbonique, le tableau ci-dessous indique les ratios d'émissions de gaz produits par les différentes sources d'énergie par rapport au kWh\*.

<b>Centrale à charbon</b>	950 g CO <sub>2</sub> /kWh
<b>Centrale à fioul</b>	800 g CO <sub>2</sub> /kWh
<b>Centrale à gaz</b>	470 g CO <sub>2</sub> /kWh
<b>Centrale nucléaire</b>	0 g CO <sub>2</sub> /kWh
<b>Centrale hydraulique</b>	0 g CO <sub>2</sub> /kWh
<b>Parc éolien</b>	0 g CO <sub>2</sub> /kWh

Grâce à l'interconnexion des réseaux électriques au niveau européen, les parcs éoliens viennent aujourd'hui principalement en substitution de centrales à combustibles fossiles, le gaz carbonique évité est d'environ 300 g\*\* de CO<sub>2</sub>/kWh en hiver comme en été.

Le parc éolien a une capacité de production de 159 GWh. L'économie de CO<sub>2</sub> permise par le parc sera par conséquent de l'ordre de 47 700 tonnes chaque année, soit 954 000 tonnes sur une durée d'exploitation de 20 ans.

Par le jeu des multiples interactions environnement/santé, cet intérêt environnemental se traduit indéniablement par un bénéfice pour la santé humaine\*.

## E2.11.8 - CONCLUSION DES IMPACTS SUR LA SANTÉ

Le projet n'induit pas de risque pour la santé ; il contribue au contraire globalement à l'amélioration de la qualité de l'air.

\* : Le bilan électrique de RTE en 2014 confirme ce point : "Plus structurellement, la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> tient à l'évolution du parc de production qui intègre une part toujours croissante d'énergies renouvelables. [...] le développement de l'éolien et du photovoltaïque s'améliore avec près de 1 900 MW supplémentaires installés en 2014. La France comprend maintenant plus de 9 100 MW d'éolien et près de 5 300 MW de photovoltaïque.

Combinés au retrait de 1 300 MW de production thermique fossile, la composition du mix énergétique français confirme ainsi son évolution dans le sens d'une transition énergétique permettant de réduire les émissions de carbone.

Ainsi, pour la première fois en 2014, l'énergie électrique produite par les énergies renouvelables autres qu'hydraulique (27,9 TWh) dépasse en niveau celle produite par le parc thermique à combustible fossile. Plus de la moitié est issue de la production éolienne, le reste se répartit entre photovoltaïque, bois-énergie et autres biocombustibles solides."

## E2.12 - DÉCHETS PRODUITS

En fonctionnement normal, les éoliennes ne génèrent aucun déchet. Seules les opérations de maintenance sont susceptibles de produire quelques déchets. Les principaux types de déchets rencontrés sont décrits dans le tableau ci-dessous.

Catégorie	Nature	Code CED (Catalogue Européen des Déchets)	Descriptif	Niveau de traitement des déchets (Code D/R)	Déchets produits par éolienne par an (kg)	Déchets produits par le parc par (Kg)
DID	Batteries	16 06 04	Piles et accumulateurs visés aux rubriques 16 06 01, 16 06 02 ou 16 06 03 et piles et accumulateurs non triés contenant ces piles	R4 - Recyclage métallique	2,2	39,6
DID	Néons	16 02 13	Tubes fluorescents et autres déchets contenant du mercure	R5 - Recyclage inorganique	< 1	< 18
DID	Aérosol	16 05 04	Gaz en récipients à pression (y compris les halons) contenant des substances dangereuses	R1 - Utilisé comme combustible	< 1	< 18
DID	Emballages et matériels souillés	15 02 02	Absorbants, matériaux filtrants (y compris les filtres à huile non spécifiés ailleurs), chiffons d'essuyage et vêtements de protection contaminés par des substances dangereuses	R1 - Utilisé comme combustible	39,6	712,8
DID	Déchets d'équipements électriques et électroniques	16 02 14	Déchets provenant d'équipements électriques ou électroniques	R5 - Recyclage inorganique	3	54
DID	Huile usagée	13 01 13	Autres huiles hydrauliques	R1 - Utilisé comme combustible R9 - Régénération des huiles	-	-
DIND	Déchets non dangereux en mélange	20 01 99	Autres fractions non spécifiées ailleurs (exemple : emballages, bois, câbles, métaux...)	R1 - Utilisé comme combustible R3 - Recyclage organique R4 - Recyclage métallique	108	1 944

*DID : Déchet Industriel Dangereux, DIND : Déchet Industriel Non Dangereux*

En fonction du modèle considéré, la quantité d'huile nécessaire au fonctionnement de l'éolienne varie d'une cinquantaine de litres à environ 1000 L\*. Sur la base d'un remplacement tous les 4 ans, la quantité annuelle d'huiles usagées générée est comprise entre 12 et 250 L par éolienne, soit de 216 à 4 500 L pour l'ensemble du projet. Celles-ci sont valorisées comme combustibles (R1) ou par régénération (R9).

Les constructeurs obligent leurs techniciens de maintenance à repartir avec tous les déchets après intervention. Aucun stockage de déchets n'est réalisé sur le site.

\* : Cette différence (importante) s'explique principalement par la présence/absence de la boîte de vitesse.

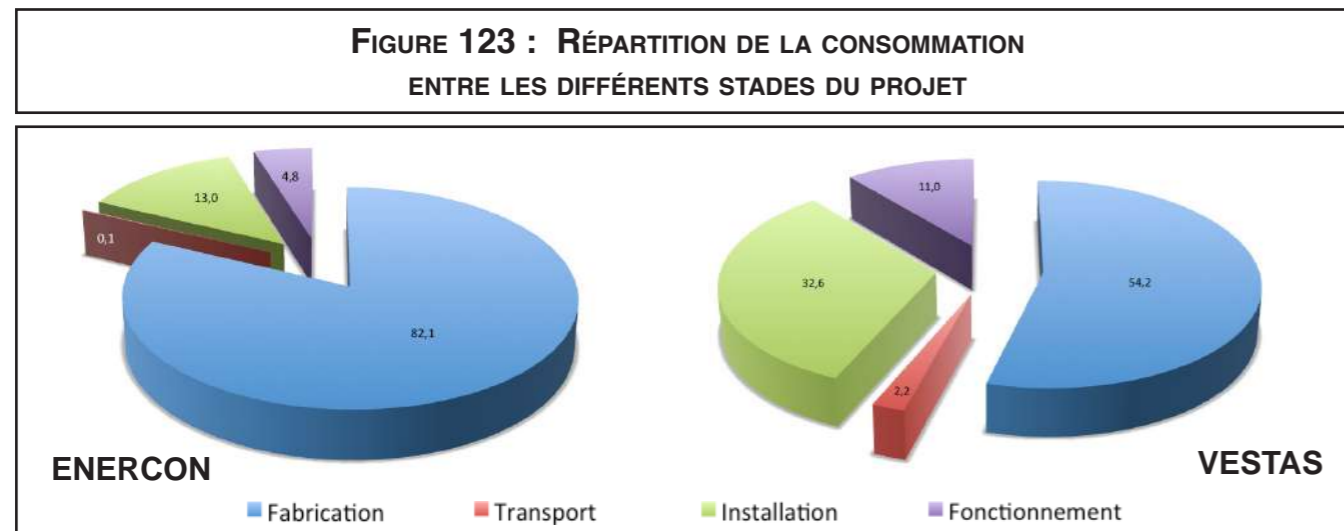
## E2.13 - BILAN D'ÉNERGIE ET BILAN CARBONE

Les éoliennes produisent de l'énergie lors de leur phase de fonctionnement. Une dépense d'énergie est nécessaire pour certaines fonctions (orientation du rotor par exemple) mais elle est insignifiante par rapport à la production.

L'approche afin d'estimer la consommation d'énergie est variable d'un constructeur à l'autre : VESTAS dresse un bilan carbone\*, tandis qu'ENERCON a recours à l'Analyse du Cycle de Vie\*\* (ACV). Les différents stades du projet (fabrication des éoliennes, transport, raccordement et aménagements routiers liés au transport, montage...) sont étudiés quelque soit la méthode employée.

### ↳ La répartition de la consommation énergétique

Les graphiques ci-dessous indiquent les répartitions des consommations énergétiques par stade du projet. Ils ont été établis à partir des estimations des constructeurs. Des variations existent d'un modèle d'éolienne à l'autre mais les conclusions restent globalement valables. Deux exemples sont donc présentés (ENERCON et VESTAS).



Les principales consommations d'énergie ont lieu lors des phases de fabrication et, dans une moindre mesure, de montage. La tour représente la part la plus importante de la fabrication (> 50 % chez VESTAS).

Des écarts parfois importants peuvent s'observer au niveau de l'installation, car celle-ci dépend du contexte propre à chaque projet (distance du site, aménagements routiers nécessaires...). La part transport fluctue également pour ces mêmes raisons.

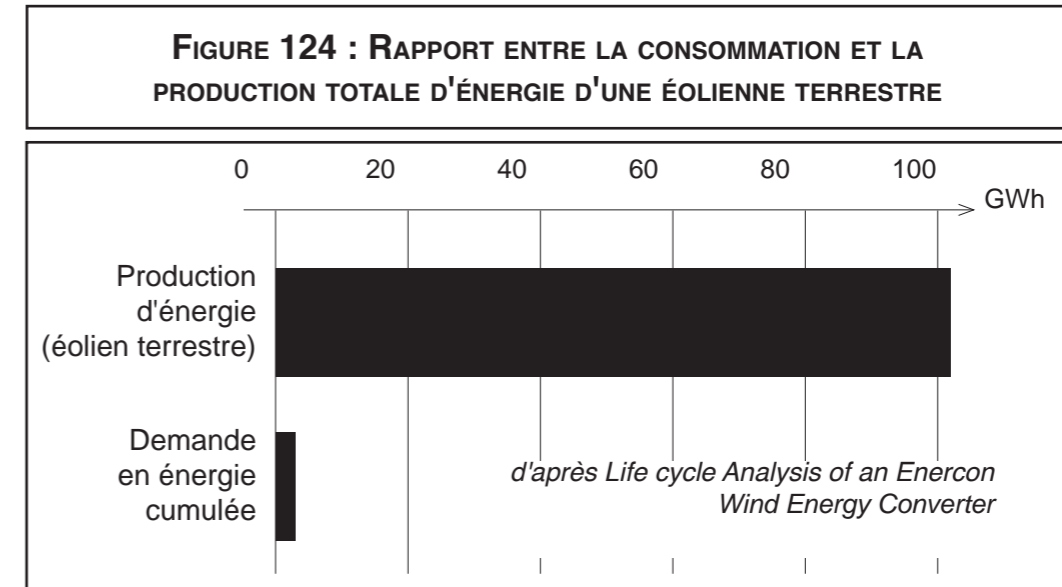
\* : Le bilan carbone est une méthode de comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre pour parvenir à une évaluation des émissions directes et indirectes.

\*\* : L'estimation du cycle de vie d'un produit est une méthode standardisée répondant aux besoins d'estimer les impacts environnementaux d'un produit sur l'environnement.

### ↳ Bilan

Le tableau suivant donne les consommations unitaires évaluées par les deux constructeurs sus-cités\*\*\* ainsi que la consommation générée par le parc La Voie de Cambrai.

Constructeur	Demande en énergie cumulée unitaire (MWh)	Tonnes équivalent CO <sub>2</sub> unitaires	Tonnes équivalent CO <sub>2</sub> projet
ENERCON	2685	1 235	22 230
VESTAS	-	1 291	23 238



Enfin, la mise en parallèle de la production d'énergie et de la demande en énergie cumulée est sans équivoque. En effet, on constate, à travers l'exemple ENERCON suivant, qu'une éolienne produit près de 40 fois plus d'énergie qu'elle n'en consomme.

**D'après tous les constructeurs, le bilan énergétique d'une éolienne est positif à l'issue de la première année d'exploitation. Pour certains modèles, le passage au positif intervient dès 6 mois de fonctionnement. On estime que, par un effet d'économie d'échelle, les éoliennes de ce projet auront un retour positif encore plus rapide, peu de consommation de matériaux supplémentaires pour une quantité d'énergie beaucoup plus importante.**

\*\*\* : Estimation basée sur les 110 éoliennes installées en 2008 pour VESTAS et basée principalement sur les données des années 2009 et 2010 qui ont été collectées sur les sites de production pour la fabrication des éoliennes pour ENERCON.



# F - EFFETS CUMULÉS

---

## F1 - GÉNÉRALITÉS

La réforme des études d'impact du 29 décembre 2011 impose l'analyse des effets cumulés du projet avec les autres projets comme le définit l'article 4 du R. 122-5 du Code de l'Environnement :

"Une analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus. Ces projets sont ceux qui, lors du dépôt de l'étude d'impact :

- ont fait l'objet d'un document d'incidence au titre de l'article R. 214-6 et d'une enquête publique ;
- ont fait l'objet d'une étude d'impact au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité administrative de l'État compétente en matière d'environnement a été rendu public.

Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté au titre des articles R. 214-6 à R. 214-31 mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont la décision d'autorisation, d'approbation ou d'exécution est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage".

Afin de répondre à cette exigence, nous avons étudié :

- les dossiers d'autorisation au titre de la loi sur l'eau, ayant fait l'objet d'une enquête publique sur le site de la préfecture du Pas-de-Calais et du Nord, ces dernières années (2015, 2016 et 2017),
- les études d'impact ayant fait l'objet d'un avis de l'autorité environnementale sur le site de la préfecture du Pas-de-Calais et du Nord, ces dernières années (2015, 2016 et 2017).
- les dossiers de demande d'autorisation d'exploiter (éolien en particulier), ayant fait l'objet d'un avis de l'autorité environnementale sur le site de la préfecture du Pas-de-Calais, du Nord, de la Somme et de l'Aisne ces dernières années (2015, 2016 et 2017).

Dans ce cadre, nous avons sélectionné :

- **tous les projets** localisés dans le périmètre d'étude rapproché, car l'essentiel des risques d'impact d'un projet est circonscrit à ses abords, les effets cumulés ne peuvent donc être effectifs que dans cette zone rapprochée,
- **les projets éoliens présents dans le périmètre éloigné**, car pour ces installations particulières, les aspects pouvant se cumuler concernent la faune volante (avifaune et chiroptères) et le paysage, ces derniers étant potentiellement sensibles sur une grande distance.

## F2 - EFFETS CUMULÉS AVEC LES PROJETS HORS ÉOLIENS

Parmi, les projets (hors éoliens) ayant fait l'objet d'un document d'incidence ou impact dans le périmètre rapproché, on note uniquement celui de Voies Navigables de France (VNF) concernant le Plan de Gestion Pluriannuel des Opérations de Dragage (PGOD) du canal du Nord (secteur UHC n° 12). Ce projet soumis à autorisation au titre de la loi sur l'eau a fait l'objet d'une enquête publique du 14 décembre au 18 janvier 2016. Les opérations de dragage visent à nettoyer par curage le canal du Nord situé, au plus proche, à environ 3 km à l'Est du projet éolien.

Les principales incidences attendues concernent surtout le milieu aquatique (curage de la partie centrale du canal engendrant une perturbation temporaire de l'écosystème aquatique), mais aussi, pendant la réalisation du chantier, le milieu humain (nuisances sonores liées à l'action des pelleteuses et au transport des matériaux, nuisances olfactives et visuelles).

Le projet éolien n'aura, quant à lui, aucune incidence notable sur les milieux aquatiques. Il n'y a donc aucun effet cumulé à attendre à ce sujet.

Quant aux effets sur le milieu humain liés au chantier, ceux-ci ne sont pas cumulables car, bien que relativement proches (rappelons que les deux projets sont distants au plus proche d'environ 3 km), ils n'auront pas lieu en même temps (les travaux de VNF auront lieu alors que le projet éolien sera encore en phase d'instruction).

## F3 - EFFETS CUMULÉS AVEC LES PROJETS ÉOLIENS

Il s'agit ici de prendre en compte les projets éoliens environnants afin d'évaluer les effets cumulés du projet avec ceux-ci. A noter que les parcs existants ou acceptés ne sont plus des projets mais doivent être considérés dans l'état initial du territoire. A ce titre, ils ne sont pas considérés dans l'analyse des effets cumulés, mais dans l'analyse des effets (Cf. chapitre "E - Effets potentiels sur l'environnement", page 229) dans la mesure où l'on analyse l'impact complémentaire du projet par rapport à l'état initial (effet complémentaire). La carte en Figure 125 localise les projets actuellement en instruction dans l'aire d'étude du projet.

Dans ce cadre, on recense trois projets éoliens dans l'aire d'étude rapprochée :

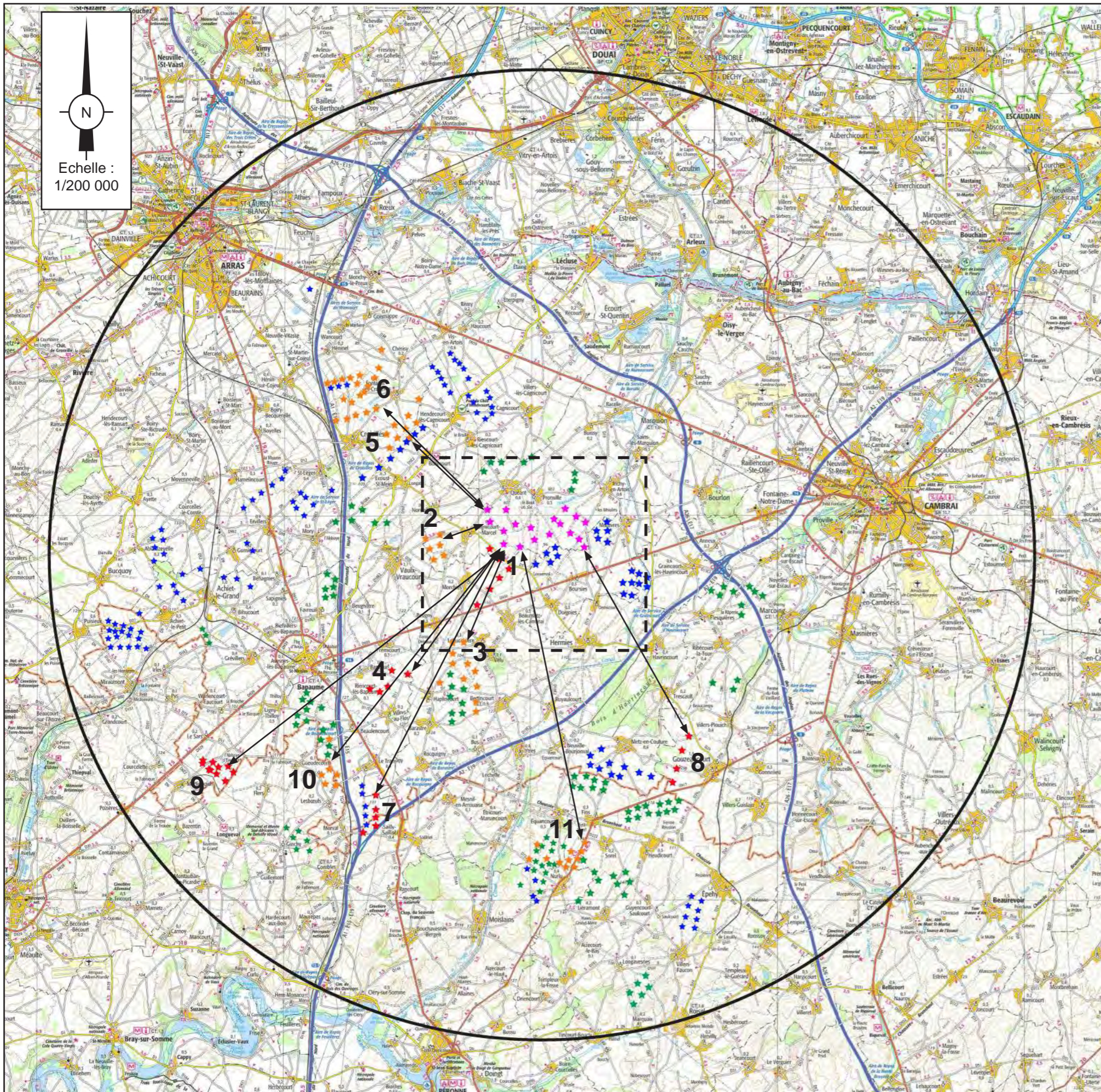
- La Voie d'Artois, (projet d'ENERGIETEAM complémentaire à la Voie de Cambrai et implanté à proximité Ouest de celui-ci sur Lagnicourt-Marcel et Morchies
- Le Sentier des Hirondelles, projet de 6 éoliennes, à 2 km à l'Ouest à Lagnicourt-Marcel et Noreuil. Bien que n'ayant pas encore fait l'objet d'un avis de l'autorité environnementale, ce projet sera pris en compte dans cette étude, étant donné sa proximité,
- Sud-Artois : projet de 11 éoliennes, à 4,4 km au Sud, à Bertincourt, Haplincourt, Lebuquière et Vélou. Bien que n'ayant pas encore fait l'objet d'un avis de l'autorité environnementale, ce projet sera pris en compte dans cette étude, étant donné sa proximité.

On recense aussi 8 autres projets dans l'aire d'étude éloignée :








- Capy, projet de 5 éoliennes à 7,5 km au Sud-Ouest à Bancourt et Riencourt-les-Bapaume,
- La Voie des prêtres, projet de 9 éoliennes à 5,5 km au Nord-Oest, à Croisilles, Fontaines-les Croisilles. Bien que n'ayant pas encore fait l'objet d'un avis de l'autorité environnementale, ce projet sera pris en compte dans cette étude, étant donné sa relative proximité,
- L'extension des Crêtes de l'Artois, projet de 19 éoliennes à 7 km au Nord-Ouest à Chérisy, Héninel et Fontaines-les Croisilles, Ce projet n'a pas encore fait l'objet d'un avis de l'autorité environnementale et ne sera donc pris en compte dans cette étude,
- Le Seuil de Bapaume (extension), projet de 5 éoliennes à 13 km au Sud-Ouest à Le Transloy et Saily-Saillisel,
- Nordex VII, projet de 10 éoliennes à 17 km au Sud-Ouest à Martinpuich et Le Sars,
- La Croix Dorée : projet de 6 éoliennes à 13 km au Sud-Ouest, à Gueudécourt et Le Transloy. Ce projet n'a pas encore fait l'objet d'un avis de l'autorité environnementale et ne sera donc pris en compte dans cette étude,
- Eole de la Tortille : projet de 12 éoliennes à 14 km au Sud, à Equancourt, Etricourt-Manancourt, Fins, Moislains et Sorel. Ce projet n'a pas encore fait l'objet d'un avis de l'autorité environnementale et ne sera donc pris en compte dans cette étude.



**FIGURE 125 : PROJETS EOLIENS EN INSTRUCTION AU 01/01/2018**



**LÉGENDE**

-  Aire d'étude rapprochée
-  Aire d'étude éloignée
-  Eolienne du projet
-  Eolienne édifïée
-  Eolienne acceptée
-  Eolienne en instruction avec avis de l'autorité environnementale
-  Eolienne en instruction sans avis de l'autorité environnementale

Liste des projets en instruction :

- 1 - Voie d'Artois : projet de 6 éoliennes à Lagnicourt-Marcel et Morchies (62)
- 2 - Sentier des Hirondelles : projet de 6 éoliennes à Lagnicourt-Marcel et Noreuil (62)
- 3 - Sud-Artois : projet de 11 éoliennes à Bertincourt, Haplincourt, Lebuquière et Vélou (62)
- 4 - Capy : projet de 5 éoliennes à Bancourt et Rencourt-les-Bapaume (62)
- 5 - La Voie des prêtres : projet de 9 éoliennes à Croisilles, Fontaines-les Croisilles (62)
- 6 - Extension des crêtes de l'Artois : projet de 19 éoliennes à Chérisy, Héninel et Fontaines-les Croisilles (62)
- 7 - Seuil de Bapaume (extension) : projet de 5 éoliennes à Le Transloy (62) et Saily-Saillisel (80)
- 8 - Gouzeaucourt : projet de 4 éoliennes à Gouzeaucourt (59)
- 9 - Nordex VII : projet de 10 éoliennes à Martinpuich et Le Sars (62)
- 10 - La Croix Dorée : projet de 6 éoliennes à Gueudécourt (80) et Le Transloy (62)
- 11 - Eole de la Tortille : projet de 12 éoliennes à Equancourt, Etricourt-Manancourt, Fins, Moislains et Sorel (80)

## F3.1 - EFFETS CUMULÉS SUR L'AVIFAUNE

Etudier les effets cumulés de la zone d'implantation potentielle et des projets éoliens voisins est particulièrement justifié lorsque plusieurs éoliennes en instruction se situent dans un même secteur géographique.

On peut étudier cette problématique sous deux angles différents :

- concernant les espèces sédentaires qui fréquentent la zone d'implantation potentielle régulièrement. Pour cet aspect, on s'intéresse aux parcs dans un périmètre de l'ordre de 10 km car cette distance correspond au maximum de l'avifaune locale.
- concernant les espèces migratrices subissant l'effet barrière par la traversée de parcs éoliens lors de leur migration. Pour cet aspect, on retient le périmètre éloigné

Les projets éoliens susceptibles d'entrer dans cette problématique sont localisés sur la figure en page suivante.

### ➔ Concernant les espèces sédentaires qui fréquentent la zone d'implantation potentielle

Parmi les espèces fréquentant le site, seul le Busard Saint-Martin (*Circus cyaneus*) possède un rayon d'action et de déplacement important. Ce rayon est estimé à environ 5 km en moyenne autour du nid, notamment pour le mâle. Quatre projets en instruction sont situés dans un rayon de 5 km du projet : la Voie d'Artois, le Sentier des Hirondelles, Sud Artois et Capy.

En ce qui concerne le risque d'effet cumulé sur les espèces sédentaires, on notera les points suivants :

- les projets en instruction situés dans un rayon de 5 km n'empiètent pas sur la zone de nidification observée du Busard-Saint-Martin. Ils n'entraînent donc pas de risque supplémentaire lié à la nidification. Par contre, un risque supplémentaire de collision existe si on considère que l'espèce fréquente les différents sites éoliens.
- le projet de la Voie de Cambrai, comme celui de la Voie d'Artois et d'autres projets en instruction alentours, n'empiètent pas sur la zone de nidification observée du Vanneau huppé. Il n'existe donc pas d'impact complémentaire à déplorer pour cette espèce.

### ➔ Concernant les espèces migratrices qui fréquentent la zone d'implantation potentielle

Pour les groupes de passereaux évoluant à faibles altitudes, la présence des différents parcs acceptés et en instruction du secteur ne sera pas de nature à perturber leur flux migratoire.

La présence des parcs actuels et celle des parcs en instruction alentours seront de nature, par contre, à inciter parfois les grands groupes d'oiseaux à modifier ponctuellement leur trajectoire. Les espaces existants entre les parcs devraient toutefois être suffisants pour permettre le maintien de ces passages à travers les parcs (Figure 126).

## F3.2 - EFFETS CUMULÉS SUR LES CHIROPTÈRES

La problématique des effets cumulés des parcs concerne également les chiroptères.

### ➔ Concernant les espèces sédentaires qui fréquentent la zone d'implantation potentielle :

Étant donné la distance séparant les différents projets éoliens en instruction (hormis celui de la Voie d'Artois), il n'existe pas de risque d'effets cumulés pour les espèces sédentaires fréquentant le site.







En ce qui concerne le projet de la Voie d'Artois, l'étude chiroptérologique réalisée au sein de la zone d'implantation potentielle n'a pas mise en évidence de déplacement particulier entre le secteur situé au Nord de la RD5 (secteur du projet de la Voie de Cambrai) et le secteur situé au Sud (secteur du projet de la Voie de Cambrai). Il n'existe donc non plus pas de risque particulier d'effets cumulés.

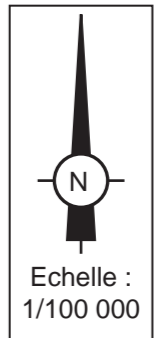
### ➔ Concernant les espèces migratrices qui fréquentent la zone d'implantation potentielle :

Malgré quelques contacts de Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus Nathusii*) sur la zone du projet, aucun déplacement migratoire notable n'a été observé. Il n'existe donc aucun risque d'effets cumulés vis-à-vis des migrations.

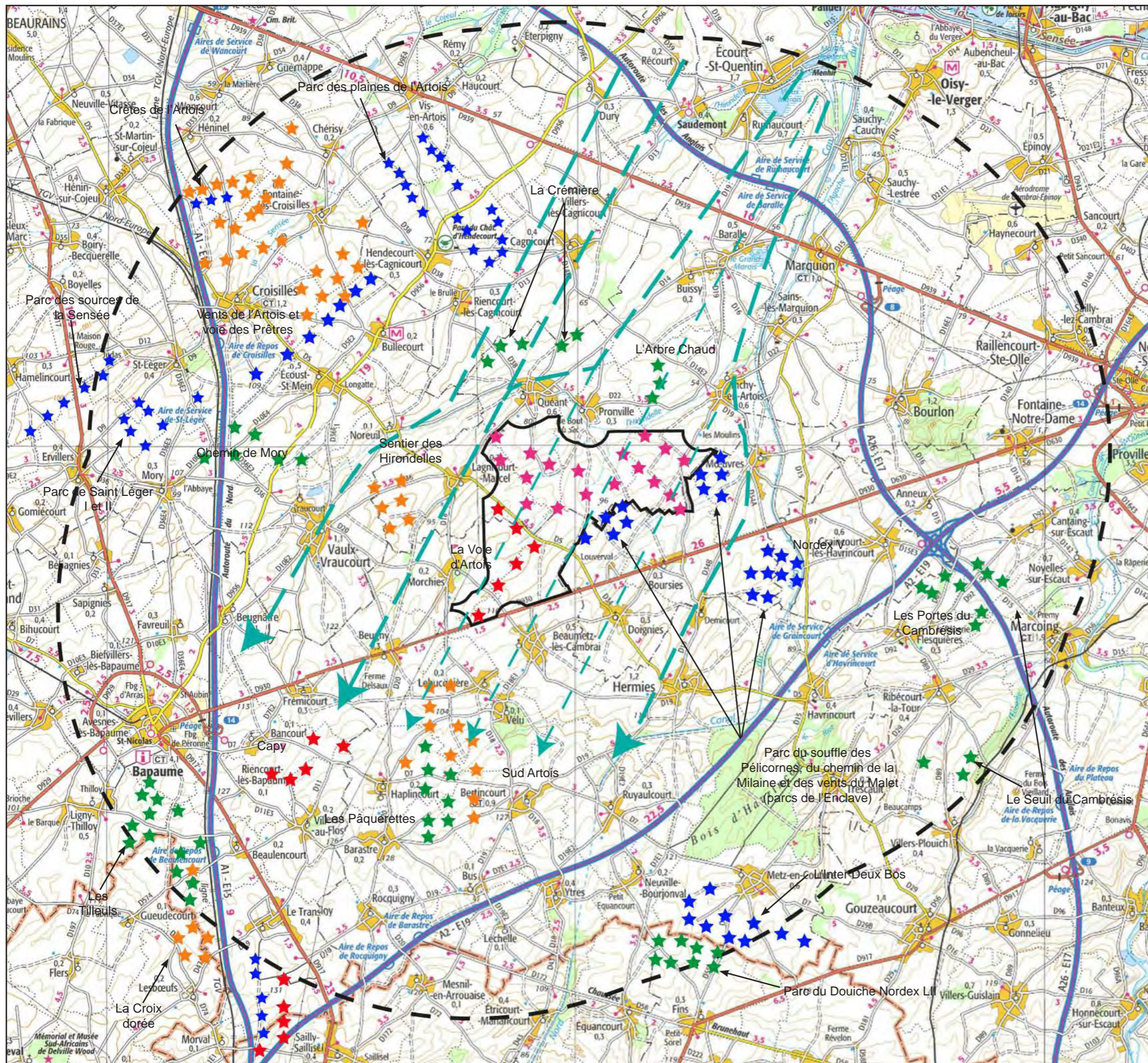
**FIGURE 126 : EFFETS CUMULÉS SUR L'AVIFAUNE MIGRATRICE**

**LÉGENDE**

-  Zone d'implantation potentielle
-  Aire d'étude étendue à 10 km
-  Eolienne du projet
-  Eolienne existante
-  Eolienne accordée
-  Eolienne en instruction sans avis de l'autorité environnementale
-  Eolienne en instruction avec avis de l'autorité environnementale
-  Maintien potentiel de flux migratoire pour les groupes de passereaux passant à faible altitude
-  Contournement potentiel des groupes d'oiseaux plus importants évoluant à plus haute altitude



Echelle :  
1/100 000



## F3.3 - EFFETS CUMULÉS SUR LE PAYSAGE

### F3.3.1 - PHOTOMONTAGES

Nous allons présenter ci-après un reportage photographique permettant d'estimer les effets cumulés du parc en projet avec les projets de parcs éoliens environnants.

L'organisation des photosimulations est la même que celle présentée dans le chapitre "E2.10 - Paysage", page 270.

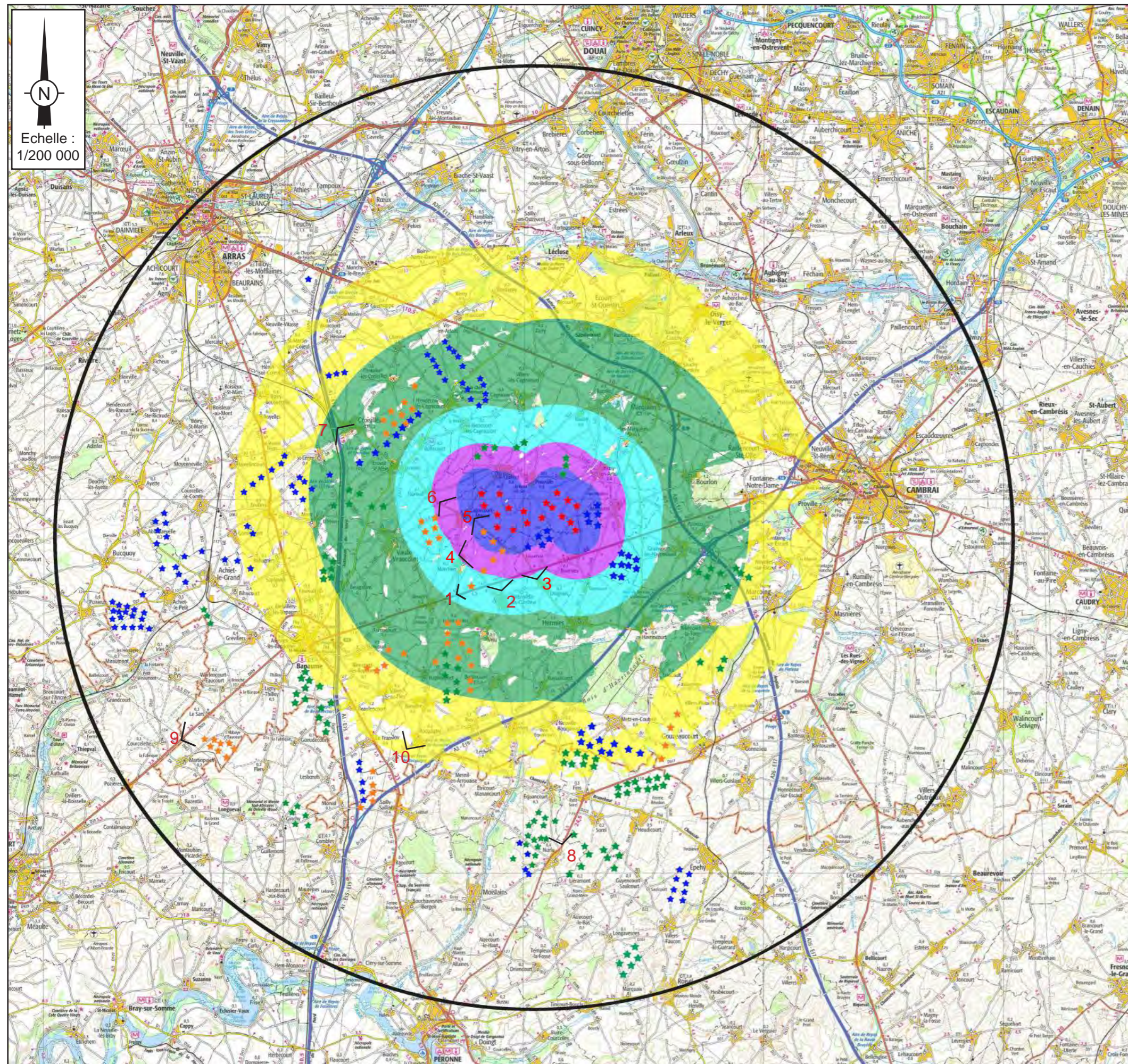
A chaque point de vue seront généralement montrés :

- le panorama (grand angle) du paysage de l'état initial, qui inclut les parcs existants ainsi que les projets accordés, pour montrer dans quel paysage le projet s'inscrit,
- le panorama précédent incluant la simulation du projet et des parcs en instruction. Ce panorama montre l'impact du projet et des parcs en instruction dans le grand paysage,
- le "zoom", qui correspond en fait à l'impact réel des éoliennes pour l'oeil humain.

Les vues sélectionnées sont les photosimulations n° 1,2, 3, 15, 17, 23, 30, 39, 41 et 42. Elles sont localisées sur la Figure 127 qui représente également l'influence visuelle du projet à l'aplomb de ces parcs en instruction.

Le tableau suivant liste ces photosimulations et indique les co-visibilités constatées avec les parcs existants ou acceptés et avec les parcs en instruction.

N° de la photosimulation	N° de correspondance avec le chapitre E	Distance au projet (km)	Axes de déplacement majeurs	Co-visibilités avec parcs éoliens existants ou acceptés	Co-visibilités avec parcs en instruction
1	1	3,85	RD930	Ensembles éoliens de l'Enclave / Graincourt, parcs de La Crémière et de l'Arbre Chaud	Parcs de La Voie d'Artois et du sentier de l'Hirondelle
2	2	3,12		Ensembles éoliens de l'Enclave / Graincourt / Arbre Chaud	Parcs de La Voie d'Artois et du sentier de l'Hirondelle
3	3	2,55	RD5	Ensemble éolien de l'Enclave / La Crémière	Parcs de La Voie d'Artois et du sentier de l'Hirondelle
4	15	2,25	RD18	Ensembles éoliens de l'Enclave / Graincourt	Parc de La Voie d'Artois
5	17	0,86	RD5	Ensembles éoliens de l'Enclave / Graincourt et de Metz-en-Couture, Equancourt, Gouzeaucourt	Parc de La Voie d'Artois
6	23	1,9	RD5	Ensembles éoliens de l'Enclave / Graincourt, parcs des Pâquerettes, parcs des Portes et du Seuil du Cambrasis et de Metz-en-Couture, Equancourt, Gouzeaucourt	Parcs de La Voie d'Artois et du Sud-Artois
7	30	8	A1/route de Croisilles	Parc éolien des vents d'Artois, parc du chemin de Mory, ensemble éolien de l'Enclave / La Crémière/ Les Pâquerettes	Parcs de La Voie des Prêtres, de la Voie d'Artois et du sentier de l'Hirondelle, parc du Sud-Artois
8	39	15,5	RD917	Parc de Nurlu, parc des Pâquerettes, ensembles éoliens de Douiche et de l'Inter-Deux Bos, ensembles éoliens de l'Enclave et Graincourt, parc du Maïssel	Parcs de La Voie d'Artois et du sentier de l'Hirondelle, parcs de Cappy et du Sud Artois
9	41	18,8	RD929	Parcs éoliens de l'Enclave / Graincourt / Arbre chaud / Crémière / Les Pâquetettes, Parc des Tilleuls, parc du Rio, Parc du Transloy et parc des Hauts de Combles	Extension du Seuil de Bapaume et Nordex VII, parcs du Sud Artois et de la Voie d'Artois



N  
Echelle :  
1/200 000

**FIGURE 127 : INFLUENCE VISUELLE DU PARC ÉOLIEN AU REGARD DES PARCS EN INSTRUCTION ENVIRONNANTS**

Cette carte localise les parcs éoliens environnants y compris ceux en instruction.

La carte donne aussi l'influence visuelle du parc éolien projetée à l'emplacement de ces parcs.

Les photosimulations présentées ci-après, et dont la localisation est précisée sur cette figure, permettent de aussi de se rendre compte de l'influence visuelle cumulée de l'ensemble de ces parcs.

**LÉGENDE**

- Aire d'étude éloignée
- Eolienne du projet
- Eolienne existante
- Eolienne accordée
- Eolienne en instruction étudiée
- Perception forte
- Perception assez forte
- Perception modérée à assez forte
- Perception faible à modérée
- Perception faible
- Perception très faible à nulle (ou effet de masque)

**Localisation des photosimulations :**

- Angle de vue et numéro des photosimulations présentées dans le chapitre E

• **Photosimulation 1 : Depuis la RD930 au carrefour avec la RD18 - route de Lebuquière à Morchies (Projet à 3 850 m ; photosimulation 1 du chapitre E)**

Nous sommes ici sur la RD 930 (axe Bapaume-Cambrai) au Sud-Ouest du projet entre Beugny et Beaumetz-lès-Cambrai et plus exactement après l'habitation située au carrefour avec la RD18. Depuis ce point, nous découvrons le haut de quelques éoliennes de La Crémière et de l'Arbre Chaud ainsi que des éoliennes des parcs de l'Enclave et de Graincourt.

La simulation du projet et des parcs en instruction montre le parc de la Voie d'Artois en premier plan (la première éolienne se trouve à 770 m). Les éoliennes du projet se trouvent en arrière de ce parc, devant celles de l'Enclave, La Crémière et l'Arbre Chaud, le tout formant un ensemble éolien notable dans le paysage, affirmant ainsi le positionnement du site comme pôle éolien prépondérant.

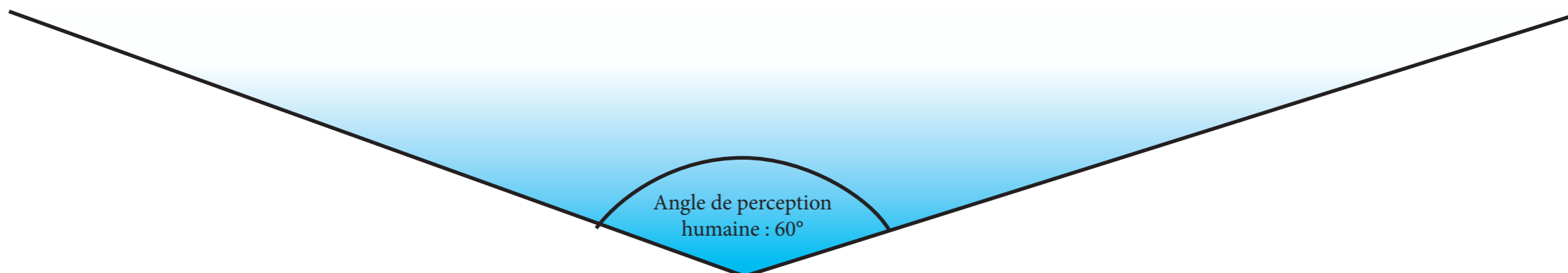
Le parc du sentier de l'Hirondelle apparaît également sur le côté gauche complétant encore cet agencement.

**État initial - Vue panoramique**

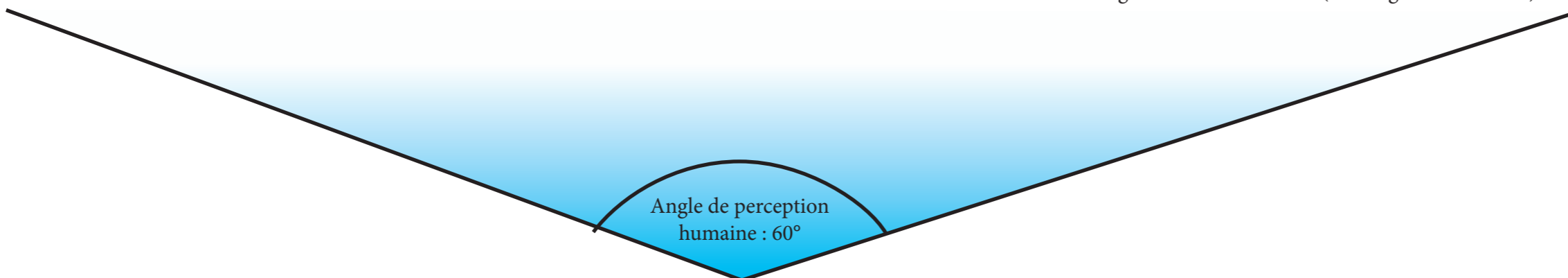
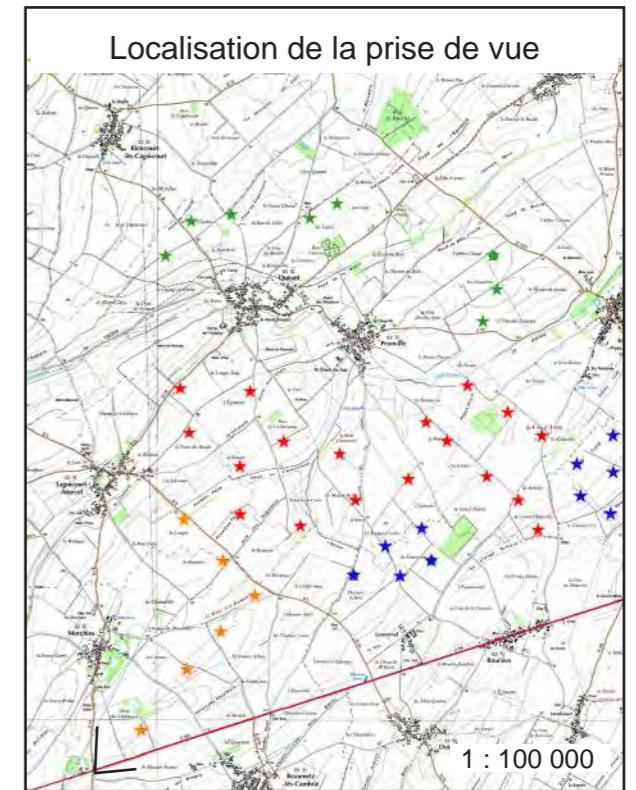
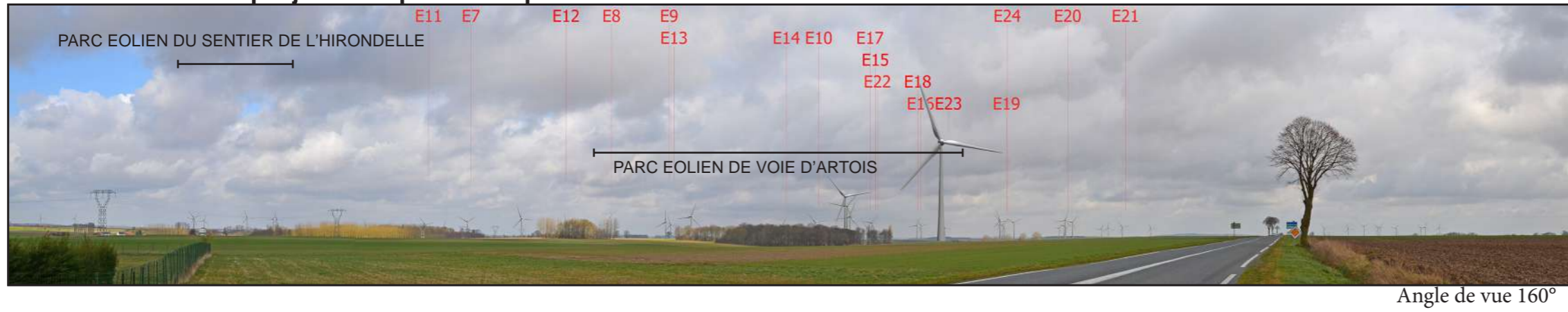


Angle de vue 160°

**Simulation avec le projet : vue large, en perception réelle (à regarder avec une distance de 40 cm entre l'oeil et la photo)**



**Simulation avec le projet - Vue panoramique**



• **Photosimulation 2 : Depuis la RD18E1 à la sortie de Beaumetz-les-Cambrai (Projet à 3 120 m ; photosimulation 2 du chapitre E)**

Nous sommes ici sur la RD18E1, petite départementale desservant Beaumetz-lès-Cambrai, à la sortie Nord du village. Le plateau du site qui se trouve à environ 3 km de là n'est pas pleinement visible. En effet, la topographie montante du secteur et la présence d'habitations situées un peu plus haut limitent les perceptions. Outre le bâti, le paysage est marqué par des éléments du milieu naturel ainsi que par une ligne téléphonique bordant l'axe de la voie, une ligne électrique MT traversant le plateau agricole sur le côté droit et, au loin, par les éoliennes des parcs de l'Enclave, de Graincourt et de l'Arbre Chaud.

Comme on peut le constater, une partie du projet (haut des éoliennes les plus proches) émerge sur le plateau agricole situé à droite venant ainsi densifier les parcs de Graincourt et de l'Enclave.

Le parc éolien de la voie d'Artois et celui du sentier de l'Hirondelle apparaissent quant à eux au centre et à gauche de la voie, complétant l'agencement global du secteur.

**État initial - Vue panoramique**



Angle de vue 160°

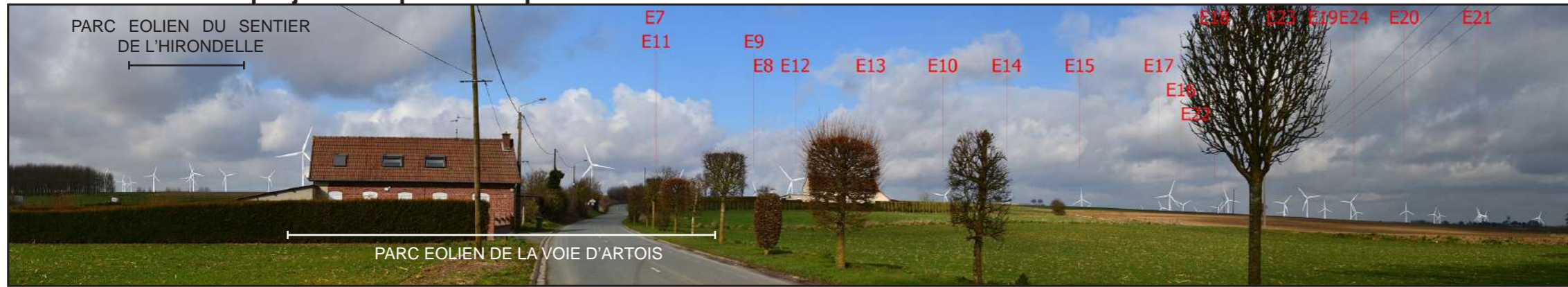
**Simulation avec le projet : vue large, en perception réelle (à regarder avec une distance de 40 cm entre l'oeil et la photo)**



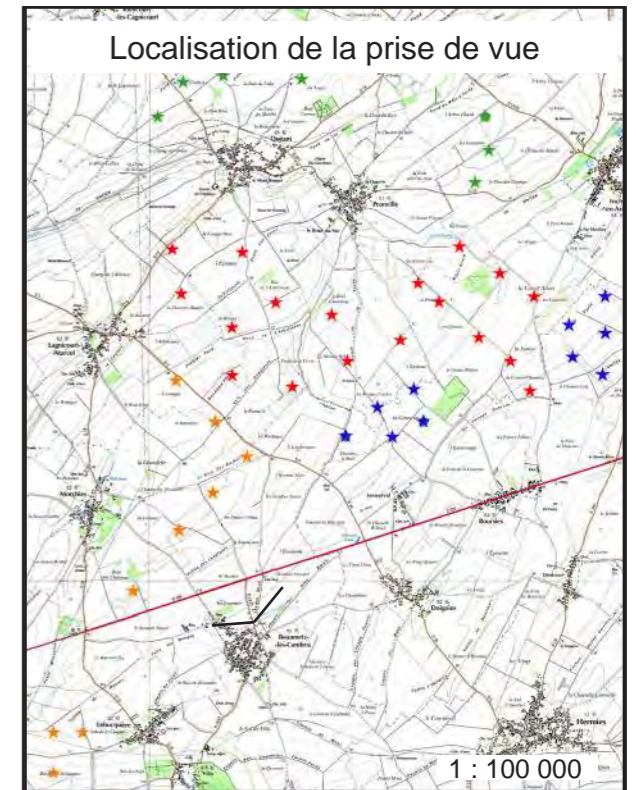
Angle de perception humaine : 60°



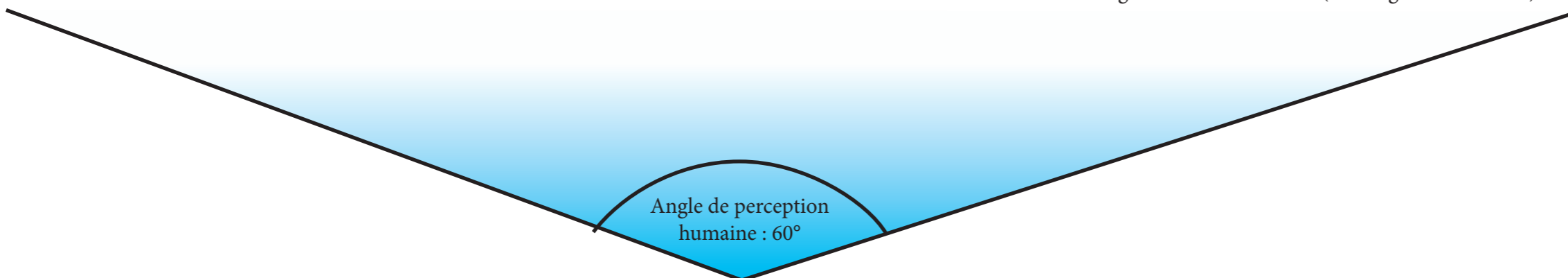
**Simulation avec le projet - Vue panoramique**



Angle de vue 160°



Angle total de la vue 120° (feuille gauche et droite)



• **Photosimulation 3 : Depuis la RD5 aux abords de Doignies (Projet à 2 550 m ; photosimulation 3 du chapitre E)**

**État initial - Vue panoramique**

Nous sommes ici sur la RD5 à la sortie Nord de Doignies à hauteur du cimetière britannique. Depuis ce point, le plateau du site n'est pas visible, le paysage ne s'étendant uniquement que jusqu'aux abords de la RD930. Le paysage est celui d'un plateau agricole dénudé présentant une pente ascendante. L'horizon, assez proche est marqué par un carrefour (croisement RD5/RD930, présence de panneaux indicateurs). A gauche de ce carrefour se trouve du bâti ainsi qu'un château d'eau. A l'arrière plan, on aperçoit une ligne électrique aérienne.

Sur la droite, plus loin le long de la RD930, on aperçoit encore des éléments du bâti (hameau de Louverval). On aperçoit aussi en arrière, les éoliennes d'un des parcs de l'Enclave et au loin celles de La Crémère.

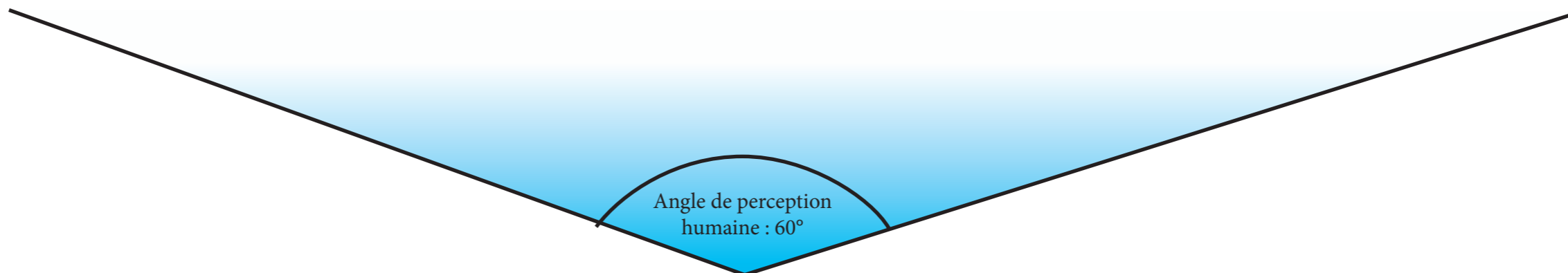
La simulation du projet fait apparaître le haut de quelques éoliennes (éolienne la plus proche à 2,5 km environ) sur cette partie droite, avec également quelques éoliennes de la voie d'Artois.

D'autres éoliennes du parc éolien de la voie d'Artois ainsi que celles du sentier de l'Hirondelle apparaissent à gauche de la voie, complétant l'agencement global du secteur.

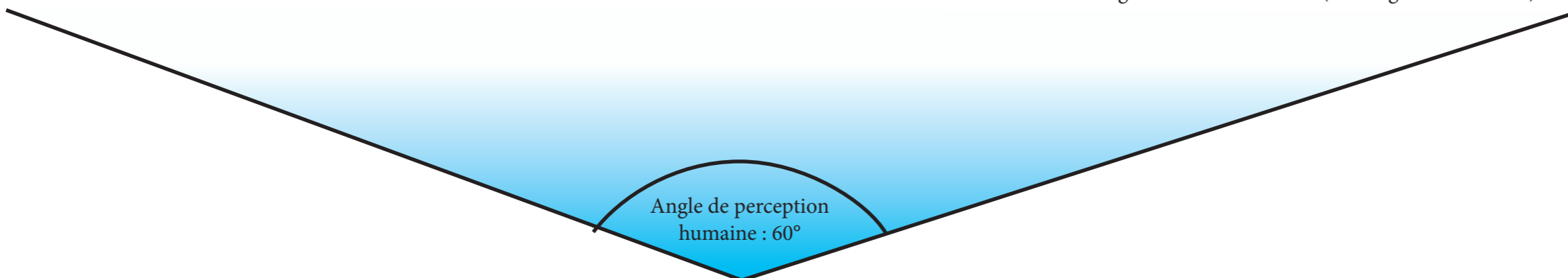
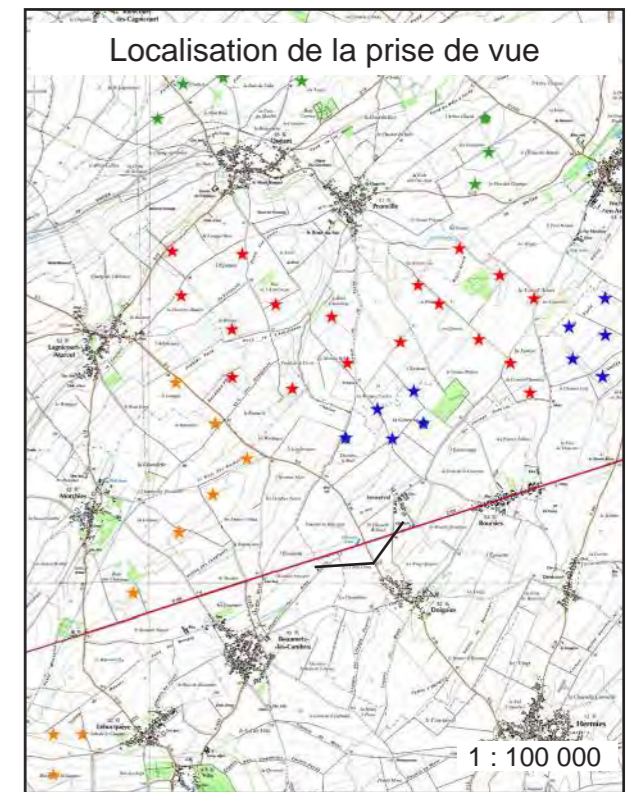
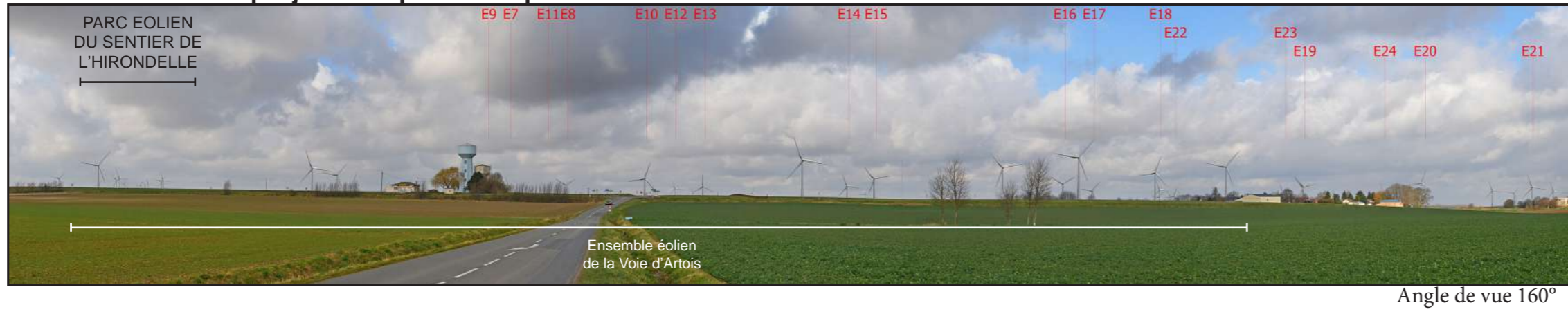


Angle de vue 160°

**Simulation avec le projet : vue large, en perception réelle (à regarder avec une distance de 40 cm entre l'oeil et la photo)**



## Simulation avec le projet - Vue panoramique



• **Photosimulation 4 : Depuis la RD18 à la sortie Nord de Morchies (projet à 2250 m ; ; photosimulation 15 du chapitre E)**

**État initial - Vue panoramique**

Nous sommes ici sur la RD18 à la sortie Nord de Morchies. Depuis ce point, en regardant vers le site, on découvre tout d'abord le village et ses abords arborés. Sur le côté gauche, une prairie s'étend sur le flanc d'un vallon. Au-dessus apparaît le plateau du site.

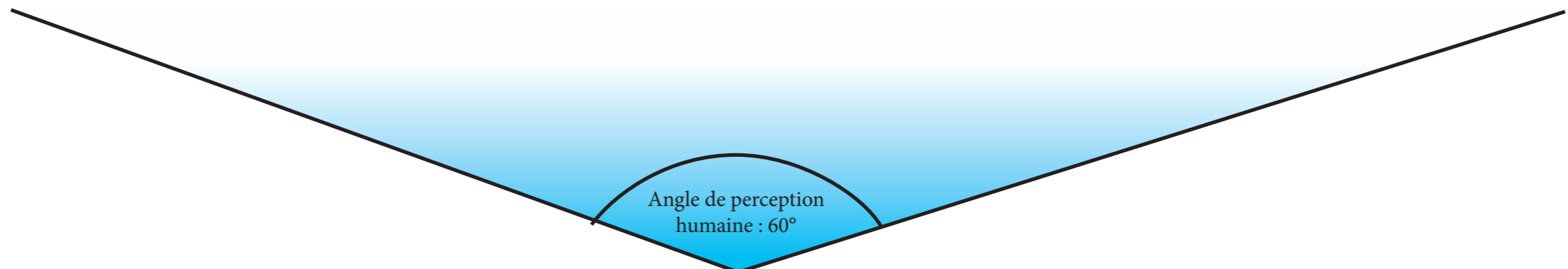
On aperçoit encore la ligne électrique THT ainsi qu'au loin, quelques éoliennes des parcs de l'Enclave et Graincourt.

La simulation fait apparaître les éoliennes du projet et celles de la voie d'Artois au niveau et sur le côté gauche des parcs visibles de l'Enclave et de Graincourt, complétant ainsi l'agencement éolien local.



Angle de vue 160°

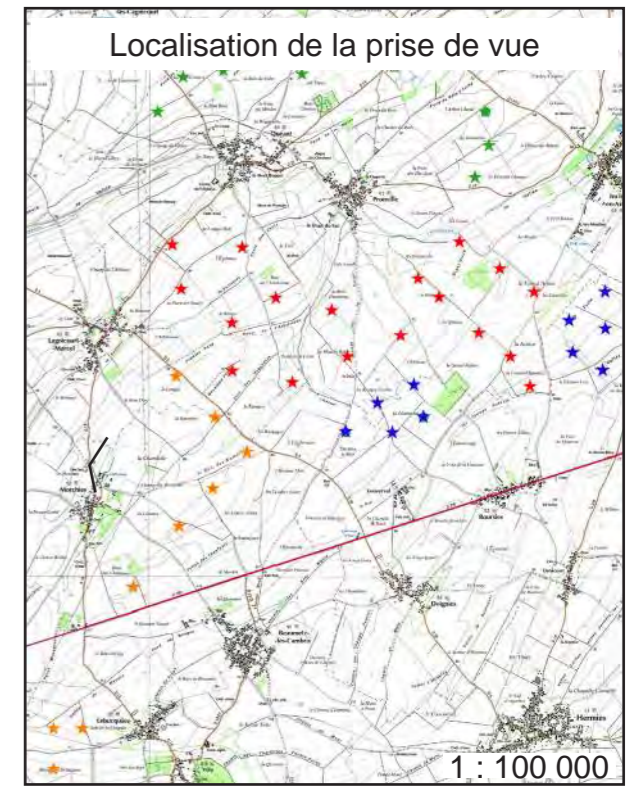
**Simulation avec le projet : vue large, en perception réelle (à regarder avec une distance de 40 cm entre l'oeil et la photo)**



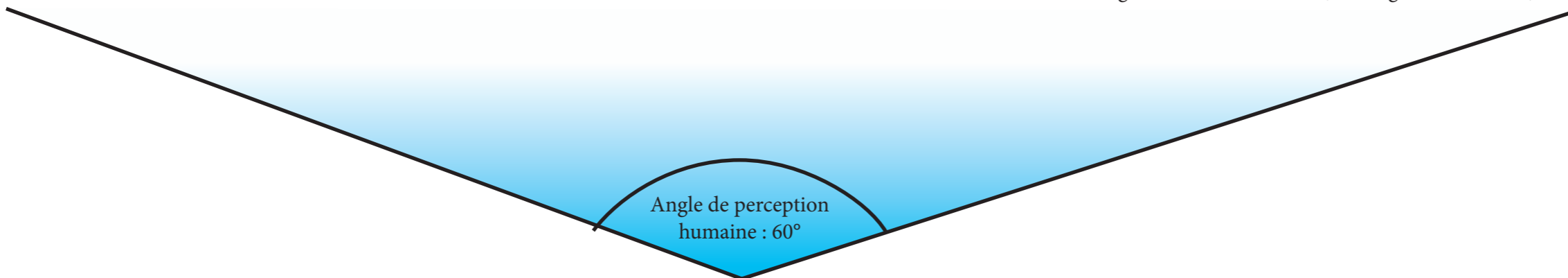
## Simulation avec le projet - Vue panoramique



Angle de vue 160°



Angle total de la vue 120° (feuille gauche et droite)



• Photosimulation 5 : Depuis la RD5 à la sortie de Lagnicourt-Marcel (Projet à 860 m ; photosimulation 17 du chapitre E)

État initial - Vue panoramique

En sortant de Lagnicourt-Marcel en direction de Doignies, la RD5 délimite le site du parc de la Voie de Cambrai, à gauche, de celui du parc de la Voie d'Artois à droite.

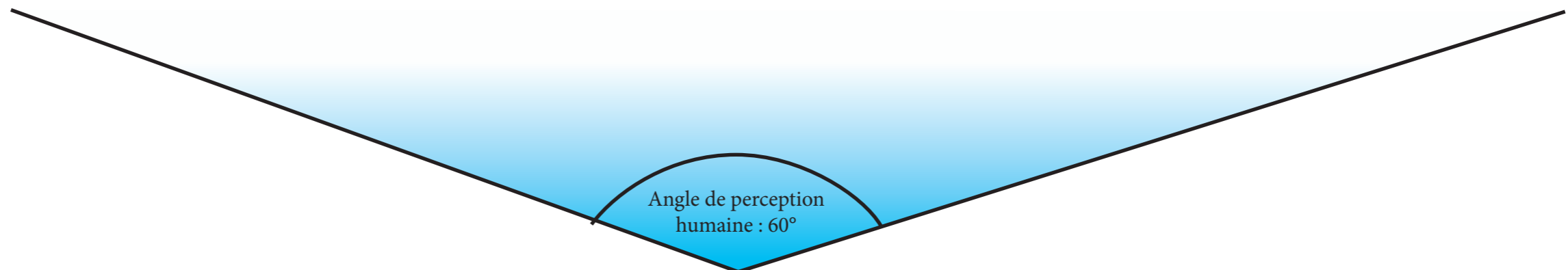
Comme on peut le constater, les éoliennes du projet apparaissent sur le côté gauche de la voie en complétant l'agencement éolien de l'Enclave.

Le parc de la Voie d'Artois prolonge le pôle éolien sur le côté droit.

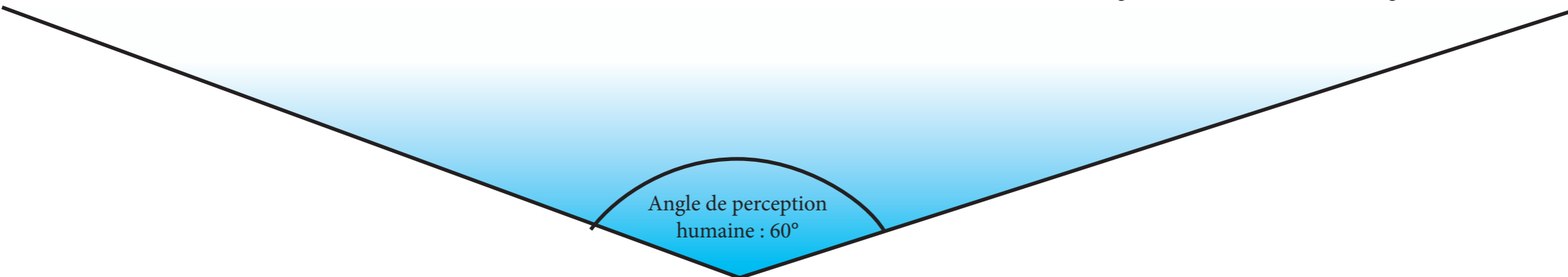
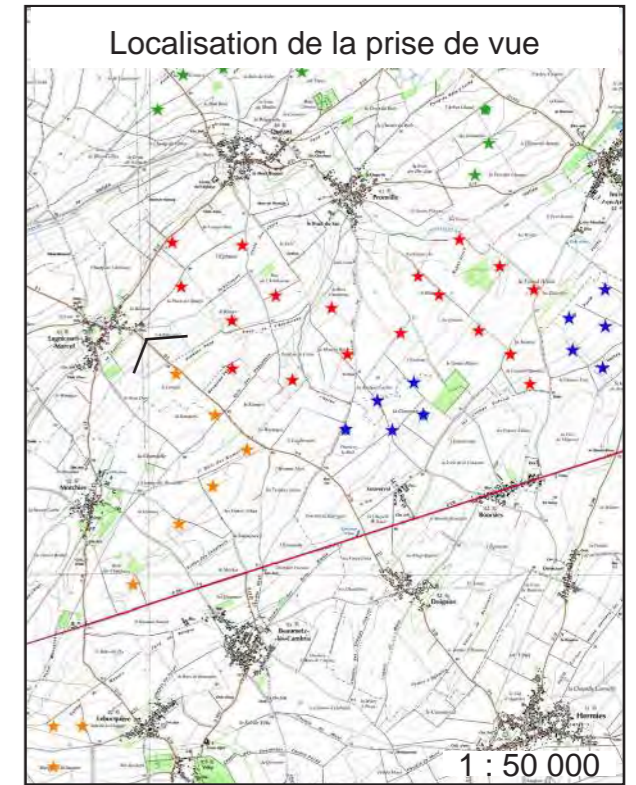


Angle de vue 160°

Simulation avec le projet : vue large, en perception réelle (à regarder avec une distance de 40 cm entre l'oeil et la photo)



## Simulation avec le projet - Vue panoramique



• Photosimulation 6 : Depuis la RD5 entre Noreuil et Lagnicourt-Marcel (Projet à 1 900 m ; photosimulation 23 du chapitre E)

État initial - Vue panoramique

Depuis la RD5 entre Noreuil et Lagnicourt-Marcel, on perçoit au centre et sur le côté gauche les éoliennes des parcs de l'Enclave / Graincourt et celles des Portes et du Seuil du Cambrésis. Au loin, à droite, on aperçoit l'ensemble éolien de Metz-en-Couture, Equancourt et Gouzeaucourt puis encore plus à droite celui des Pâquerettes.

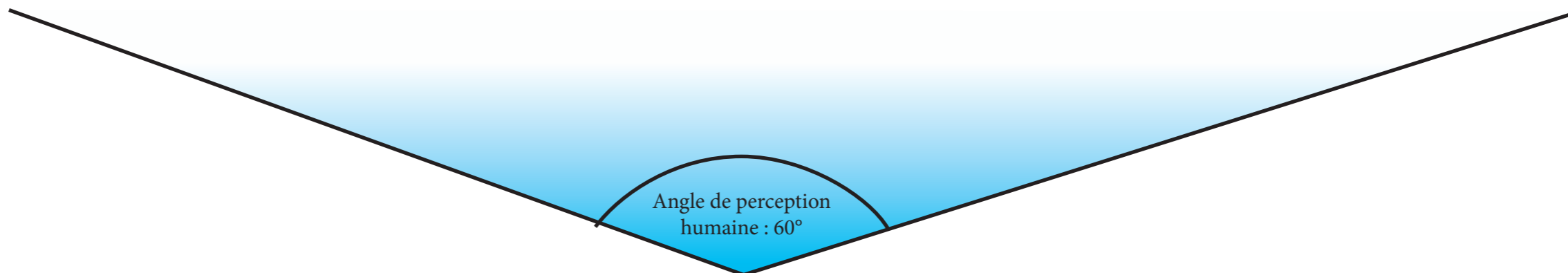
La simulation du projet et des parcs en instruction nous montre les éoliennes du projet sur la partie gauche en complément de celles de l'Enclave / Graincourt. Les éoliennes de la Voie d'Artois apparaissent dans le prolongement sur la droite.

Celles du Sud Artois s'aperçoivent également en complément de celles des Pâquerettes.



Angle de vue 160°

Simulation avec le projet : vue large, en perception réelle (à regarder avec une distance de 40 cm entre l'oeil et la photo)





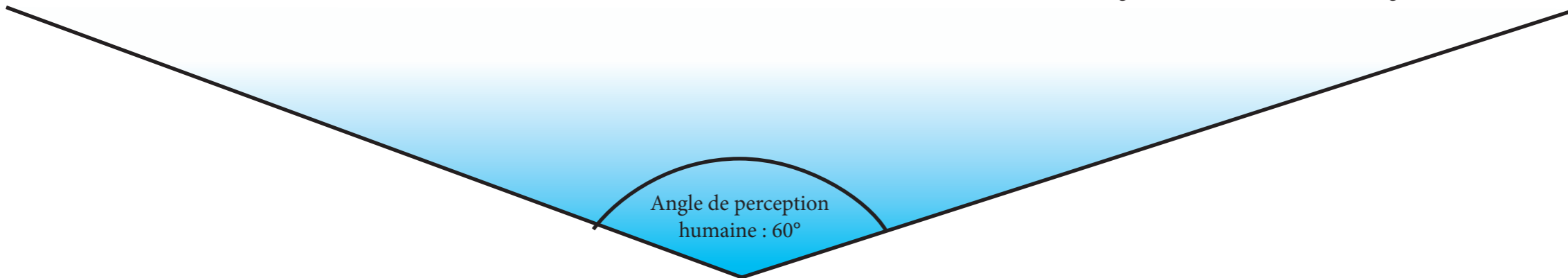
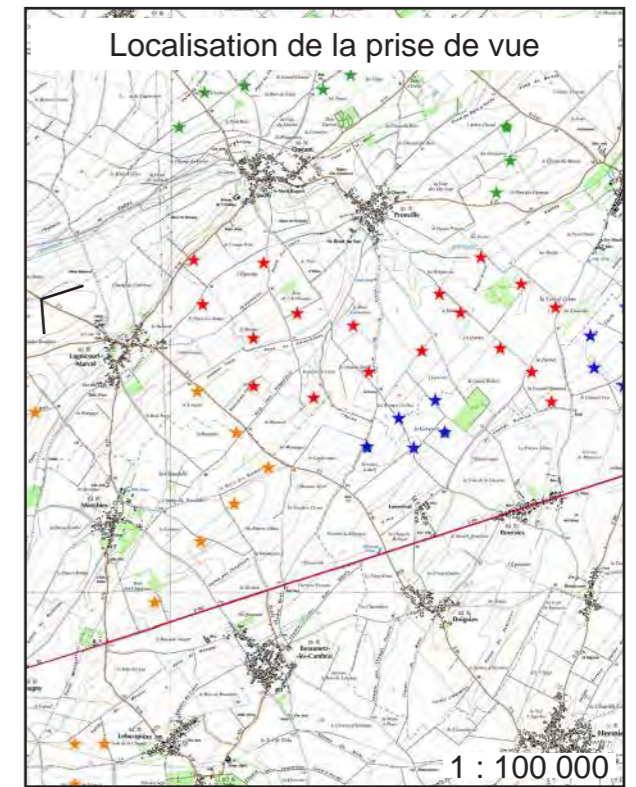
### Simulation avec le projet - Vue panoramique



Angle de vue 160°



Angle total de la vue 120° (feuille gauche et droite)



• Photosimulation 7 : Depuis le pont au-dessus de l'autoroute A1 à Croisilles (Projet à 8 000 m ; photosimulation 30 du chapitre E)

État initial - Vue panoramique

Ici sur le pont de l'autoroute A1 à hauteur de Croisilles, la vue vers le site du projet est en grande partie occultée par Croisilles et ses boisements proches.

Les éoliennes du parc éolien des Vents d'Artois et du parc du Chemin de Mory apparaissent au dessus de ces éléments de premier plan et constituent des éléments repères notables.

Les éoliennes de La Crémère et de l'Enclave ainsi que celles Pâquerettes apparaissent légèrement au loin à l'horizon.

La simulation du projet et des parcs en instruction nous montre surtout le parc éolien de la Voie de Prêtres apparaissant au dessus du village. On observe également au loin, à droite, les parcs de la Voie d'Artois, du Sentier de l'Hirondelle et du Sud-Artois.

De même, le projet est très peu visible (il apparaît au loin dans le même champ que celui des parcs de la Crémère et de l'Enclave).



Angle de vue 160°

Simulation avec le projet : vue large, en perception réelle (à regarder avec une distance de 40 cm entre l'oeil et la photo)



Angle de perception humaine : 60°

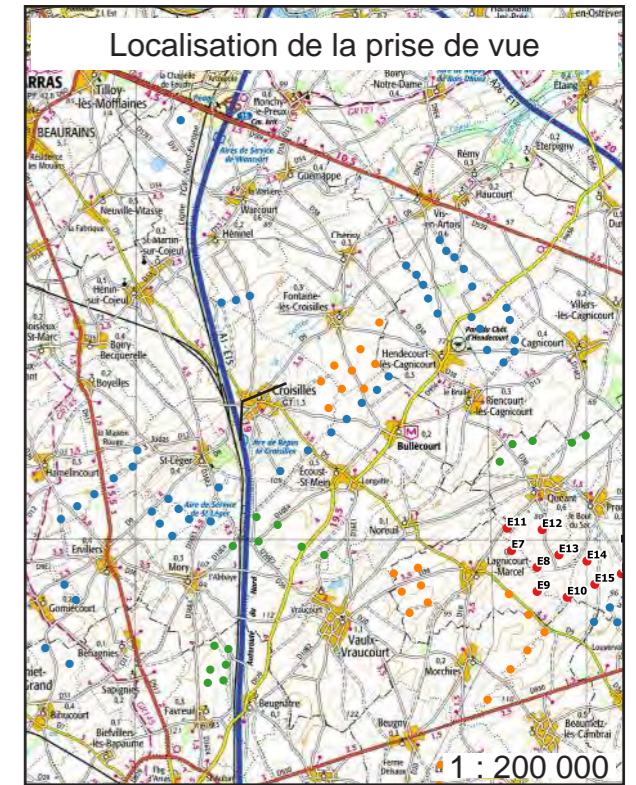
## Simulation avec le projet - Vue panoramique



Angle de vue 160°



Angle total de la vue 120° (feuille gauche et droite)



Angle de perception  
humaine : 60°

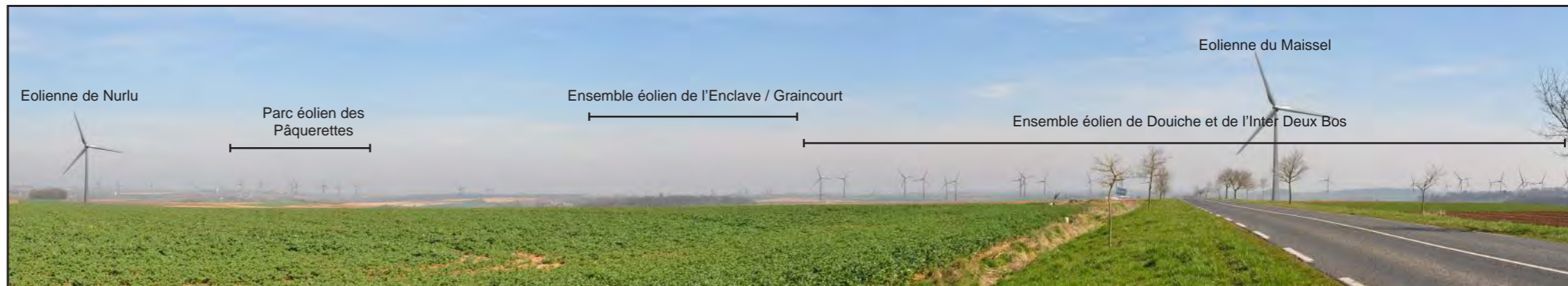
• Photosimulation 8 : Depuis la RD917 à la sortie de Nurlu (Projet à 15 500 m ; photosimulation 39 du chapitre E)

État initial - Vue panoramique

La RD917 est un axe routier majeur reliant Péronne à Cambrai. Ici, à la sortie de Nurlu à proximité du parc de la commune (1 éolienne visible ici) et pas très loin de celui du Maissel (1 éolienne visible aussi), les plateaux agricoles s'étendent à perte de vue. Dans cet espace ouvert, on repère aisément les éoliennes des parcs de Douiche et de l'Inter Deux Bos (éoliennes de Fins, Heudicourt, Sorel et Metz-en-Couture) à quelques kilomètres de là.

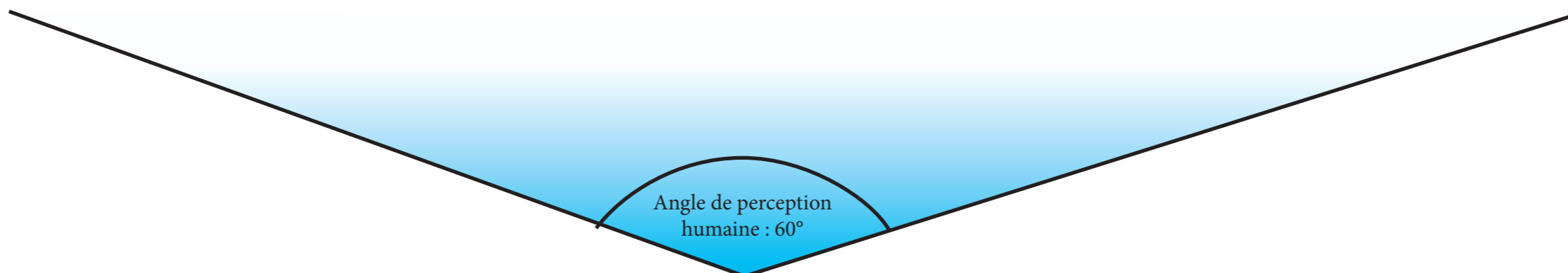
Les éoliennes des Pâquerettes puis celles de l'Enclave / Graincourt apparaissent au loin.

La simulation fait apparaître les éoliennes de Capy et du Sud-Artois, ainsi qu'au loin les éoliennes du projet, de même que celles de la Voie d'Artois, et celles du sentier de l'Hirondelle (au loin à proximité de l'ensemble éolien de l'Enclave / Graincourt).



Angle de vue 160°

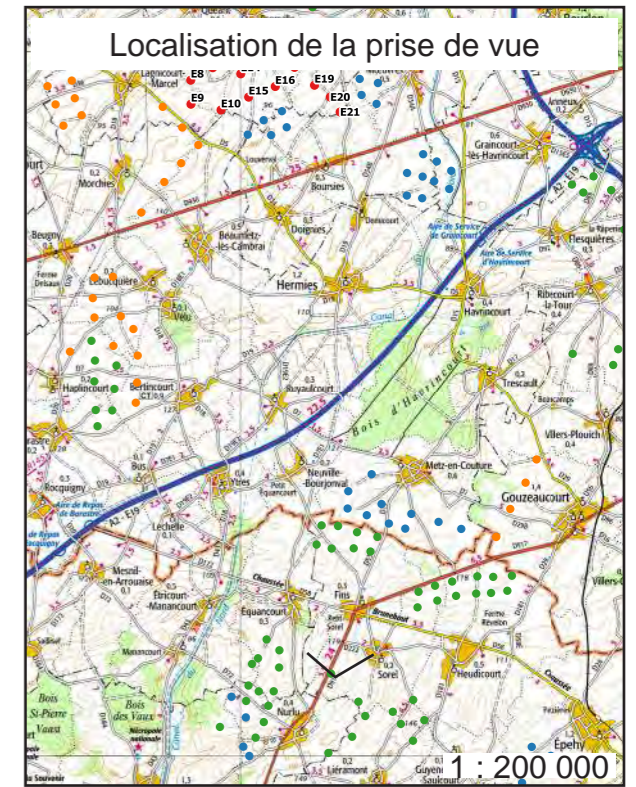
Simulation avec le projet : vue large, en perception réelle (à regarder avec une distance de 40 cm entre l'oeil et la photo)



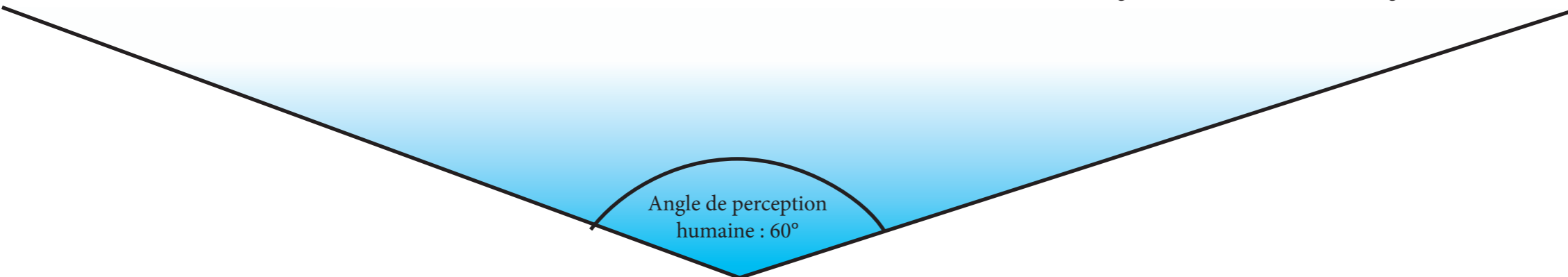
## Simulation avec le projet - Vue panoramique



Angle de vue 160°



Angle total de la vue 120° (feuille gauche et droite)



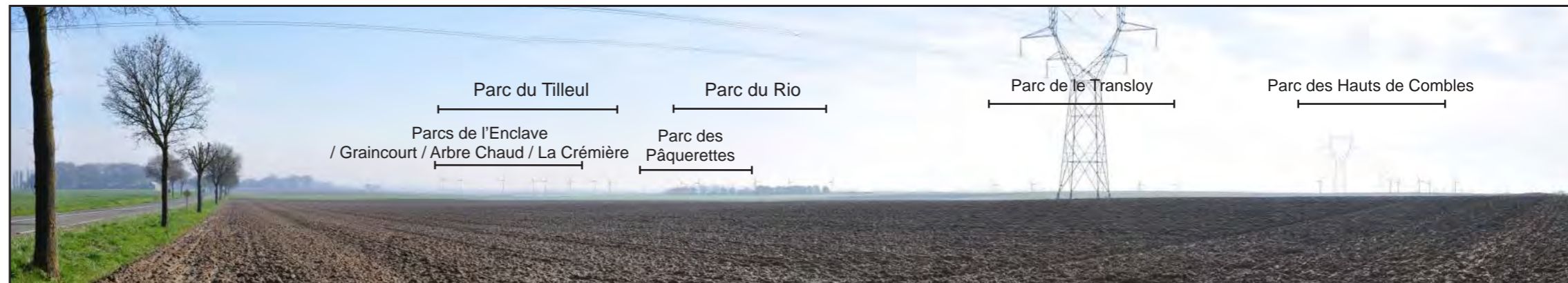
• Photosimulation 9 : Depuis la RD929 entre Pozières et Le Sart (Projet à 18 800 ; photosimulation 41 du chapitre E)

État initial - Vue panoramique

Voici une vue depuis la RD929, grand axe routier reliant Amiens à Bapaume, à environ 16 km du projet.

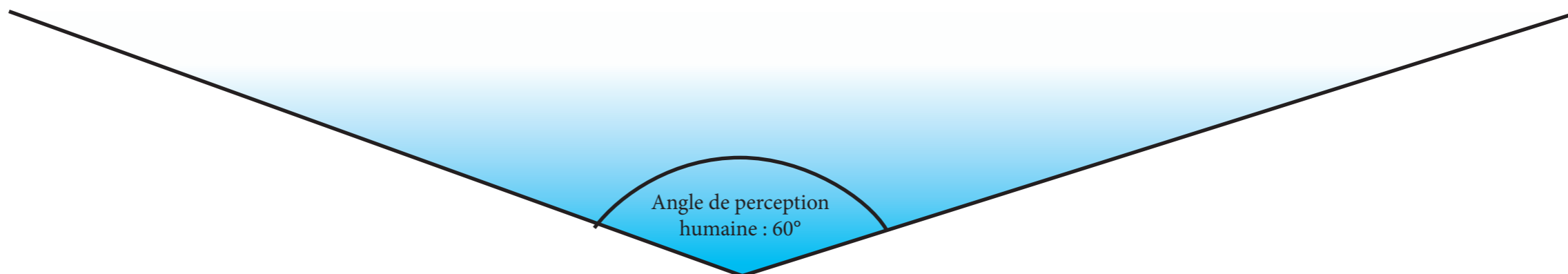
D'ici, on perçoit un grand nombre de parcs éoliens notamment le parc du Rio, le parc du Transloy et le parc des Hauts de Combles. Par temps clair, il sera également possible d'apercevoir au loin les éoliennes de l'Enclave / Graincourt / L'Arbre Chaud / La Crémère ainsi que celles du projet, de la Voie d'Artois et de Sud-Artois.

La simulation montre que d'autres parcs en projet seront également visibles, notamment celui de Nordex VII (Martinpuich - Le Sart) et celui du Seuil de Bapaume (extension).



Angle de vue 160°

Simulation avec le projet : vue large, en perception réelle (à regarder avec une distance de 40 cm entre l'oeil et la photo)



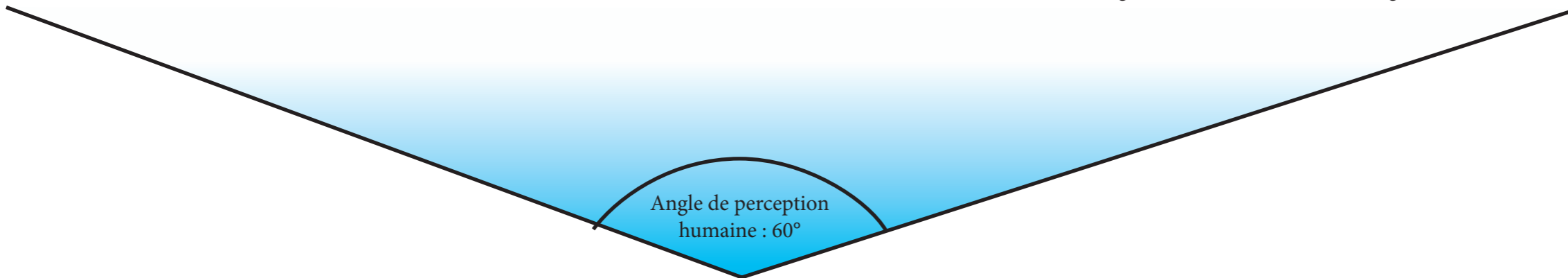
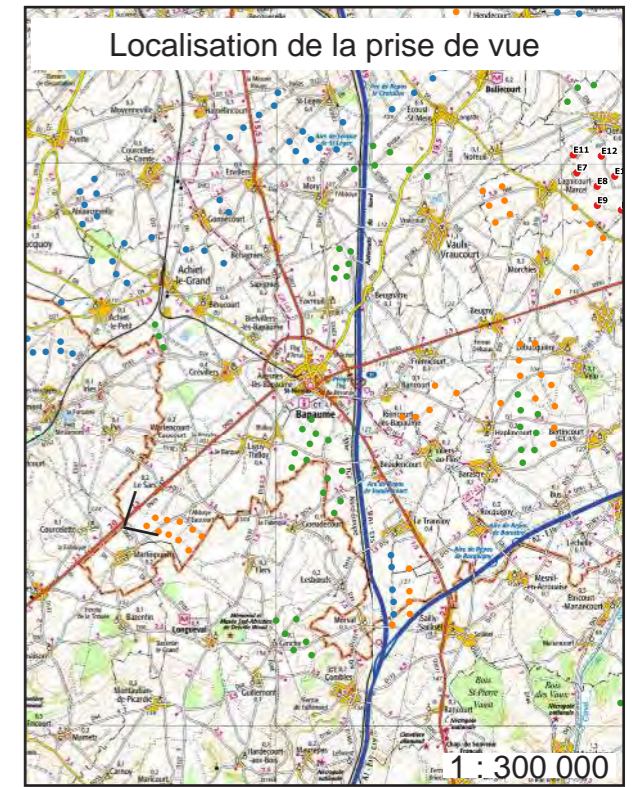
### Simulation avec le projet - Vue panoramique



Angle de vue 160°

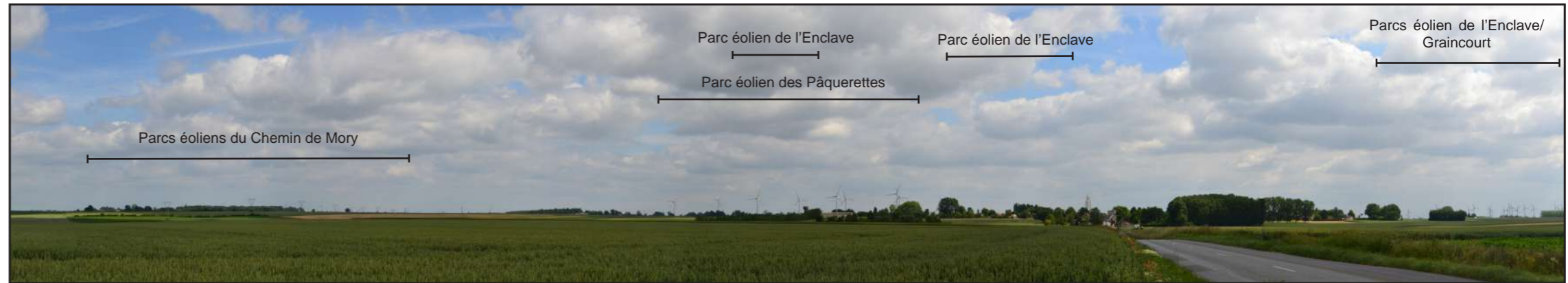


Angle total de la vue 120° (feuille gauche et droite)



• **Photosimulation 10 : Depuis la RD19 en arrière de Rocquigny et de son église (Projet à 12 150 m ; photosimulation 42 du chapitre E)**

**État initial - Vue panoramique**



Angle de vue 160°

La RD19 en arrière de Rocquigny, offre une vue privilégiée sur le site du projet situé à 12 km de là environ. On y aperçoit d'ailleurs les 3 groupes d'éoliennes des parcs de l'Enclave / Graincourt.

Ces parcs sont toutefois moins visibles que celui des Pâquerettes émergeant nettement au dessus de la silhouette du village.

A noter également la présence à gauche, au loin, le parc du Chemin de Mory.

La simulation du projet et des parcs en instruction nous montre que les éoliennes du projet, groupées avec celles d'un des parcs de l'Enclave, auront un impact visuel réduit.

On aperçoit également dans les environs les parcs de la Voie d'Artois, de Copy et du sentier de l'Hirondelle.

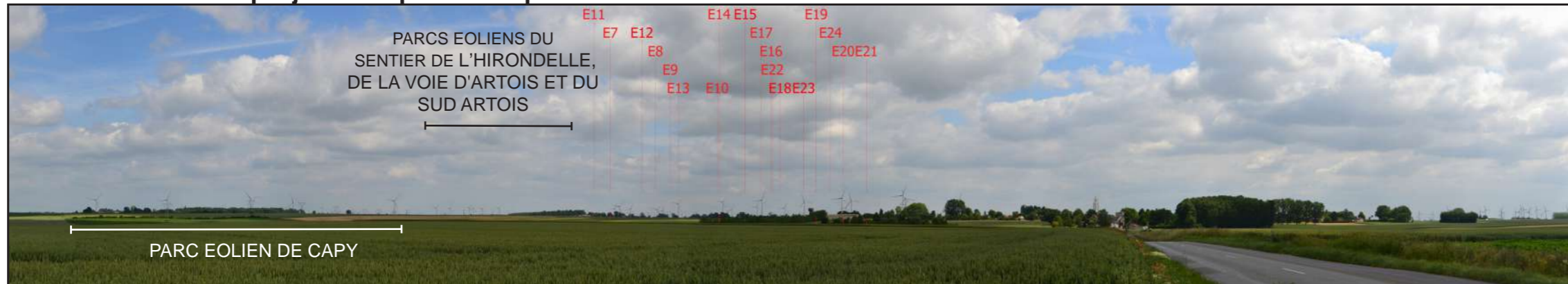
**Simulation avec le projet : vue large, en perception réelle (à regarder avec une distance de 40 cm entre l'oeil et la photo)**



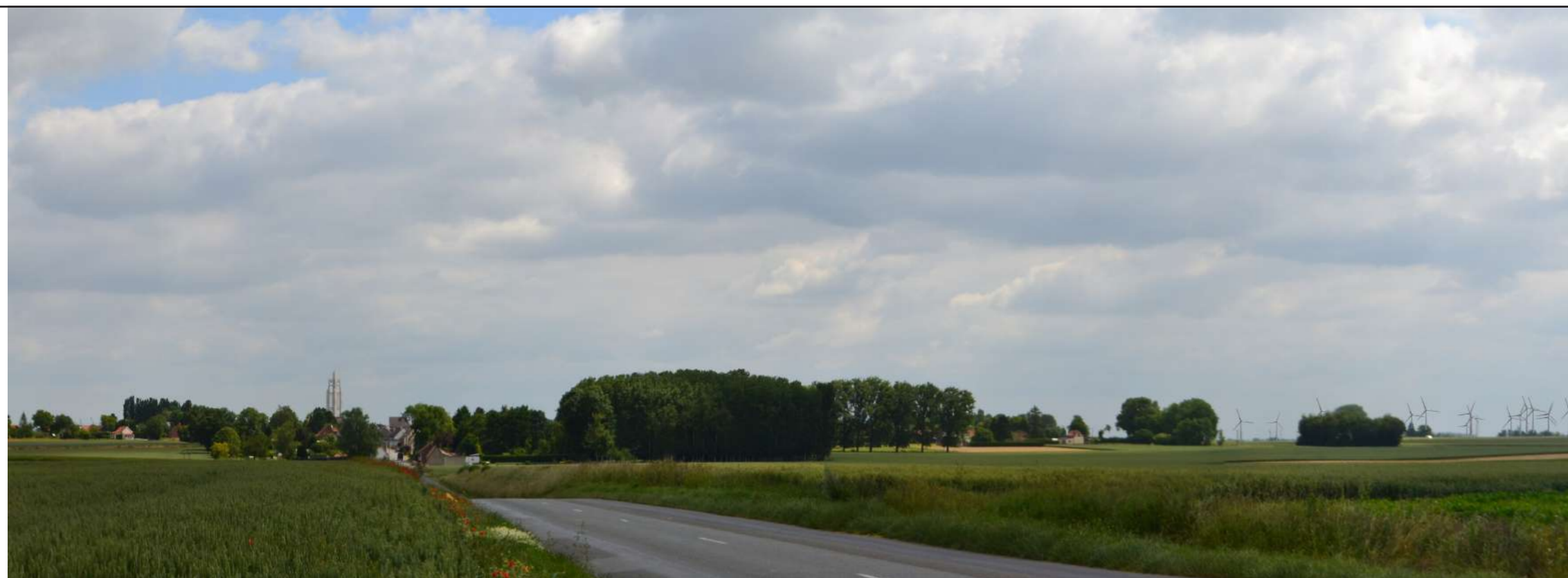
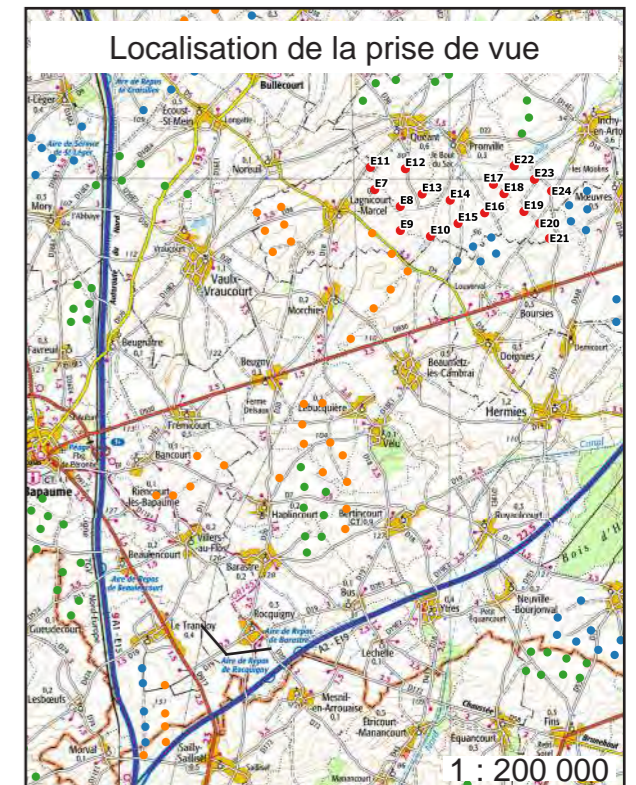
Angle de perception humaine : 60°



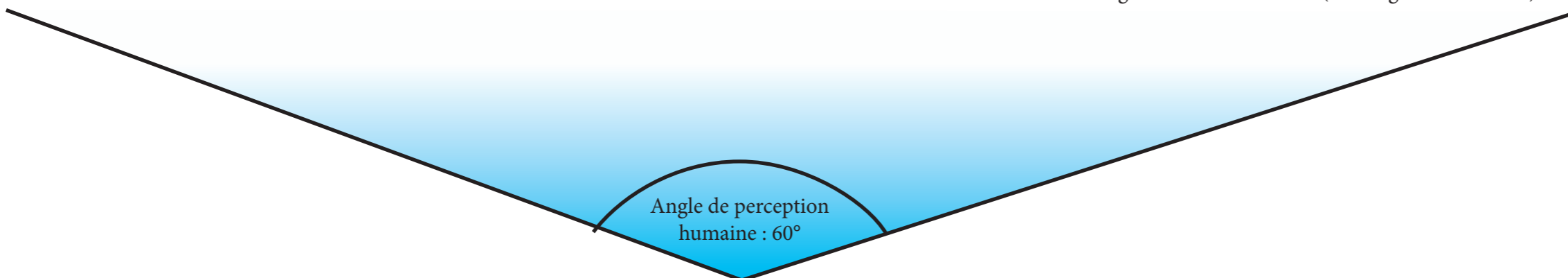
## Simulation avec le projet - Vue panoramique



Angle de vue 160°



Angle total de la vue 120° (feuille gauche et droite)



### F3.3.2 - Perception de l'éolien depuis les villages environnants - effets cumulés avec les projets environnants

Comme pour la partie "impact", nous étudions ici la perception de l'éolien depuis les villages environnants en ajoutant les actuels parcs en instruction. Rappelons toutefois ici que dans la plupart des cas, même sans les parcs en instruction, avec ou sans projet, des phénomènes de saturation et/ou d'encerclement des villages existent déjà. Précisons aussi que cette approche reste très théorique, qu'elle ne tient pas compte de beaucoup de phénomènes (visibilité de l'éolienne avec la distance, écrans visuels, relief, axes de découvertes...) et que la meilleure façon d'apprécier l'impact reste encore la lecture des photomontages.

#### □ Depuis Lagnicourt-Marcel

2 parcs en instruction sont visibles à moins de 5 kilomètres et 3 autres sont visibles dans un rayon de 10 km. Ces parcs rajoutent 102° et 111° d'horizons occupés à 5 et 10 km, ce qui aboutit à des occupations totales de 237° et 324° à 5 et 10 km. La densité d'éolienne passe de 0,19 à 0,16 à 5 km et de 0,48 à 0,32 à 10 km. L'espace libre maximal qui était de 157° à 5 km et de 63° à 10 km se réduit à 79° et 18°.

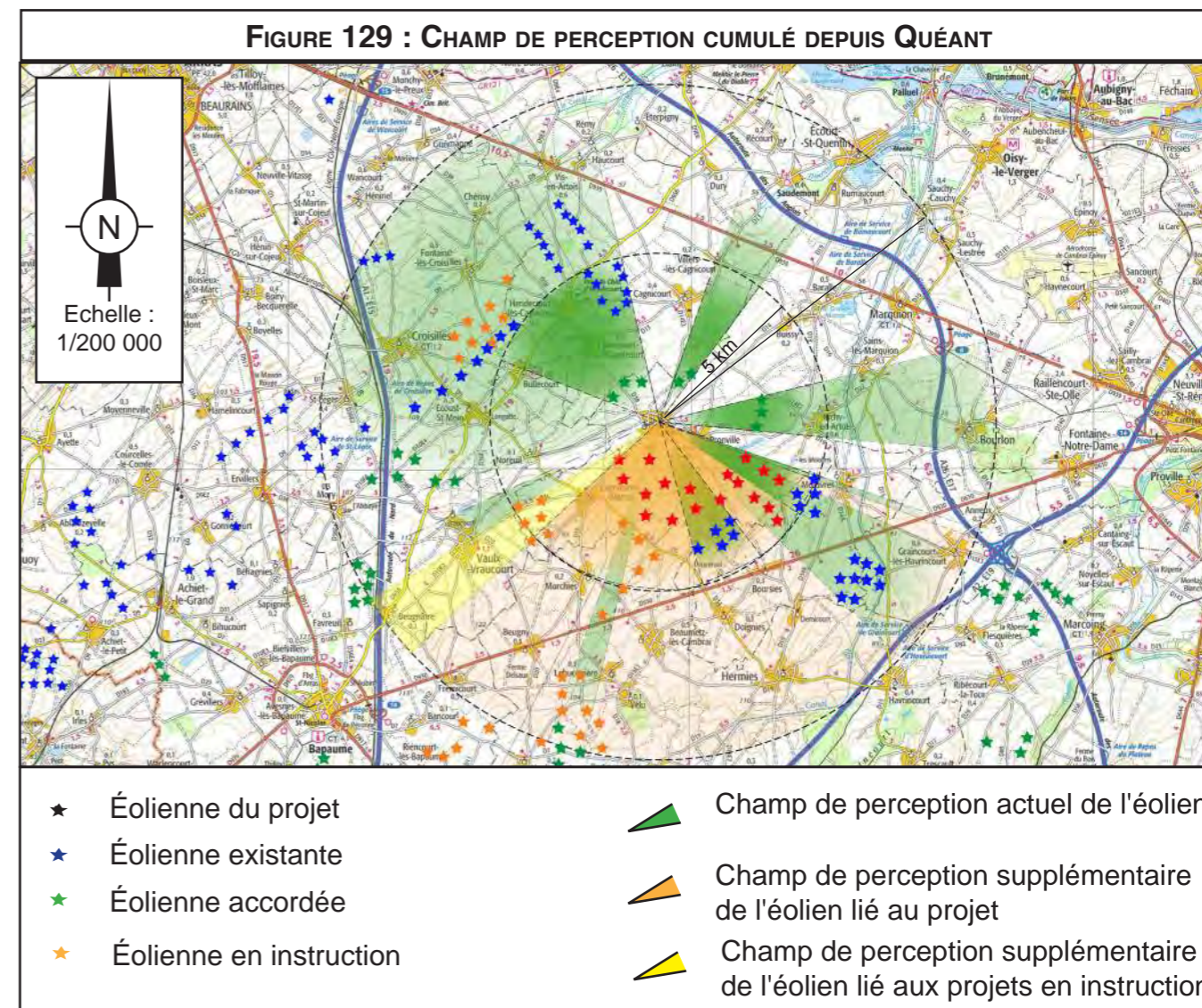
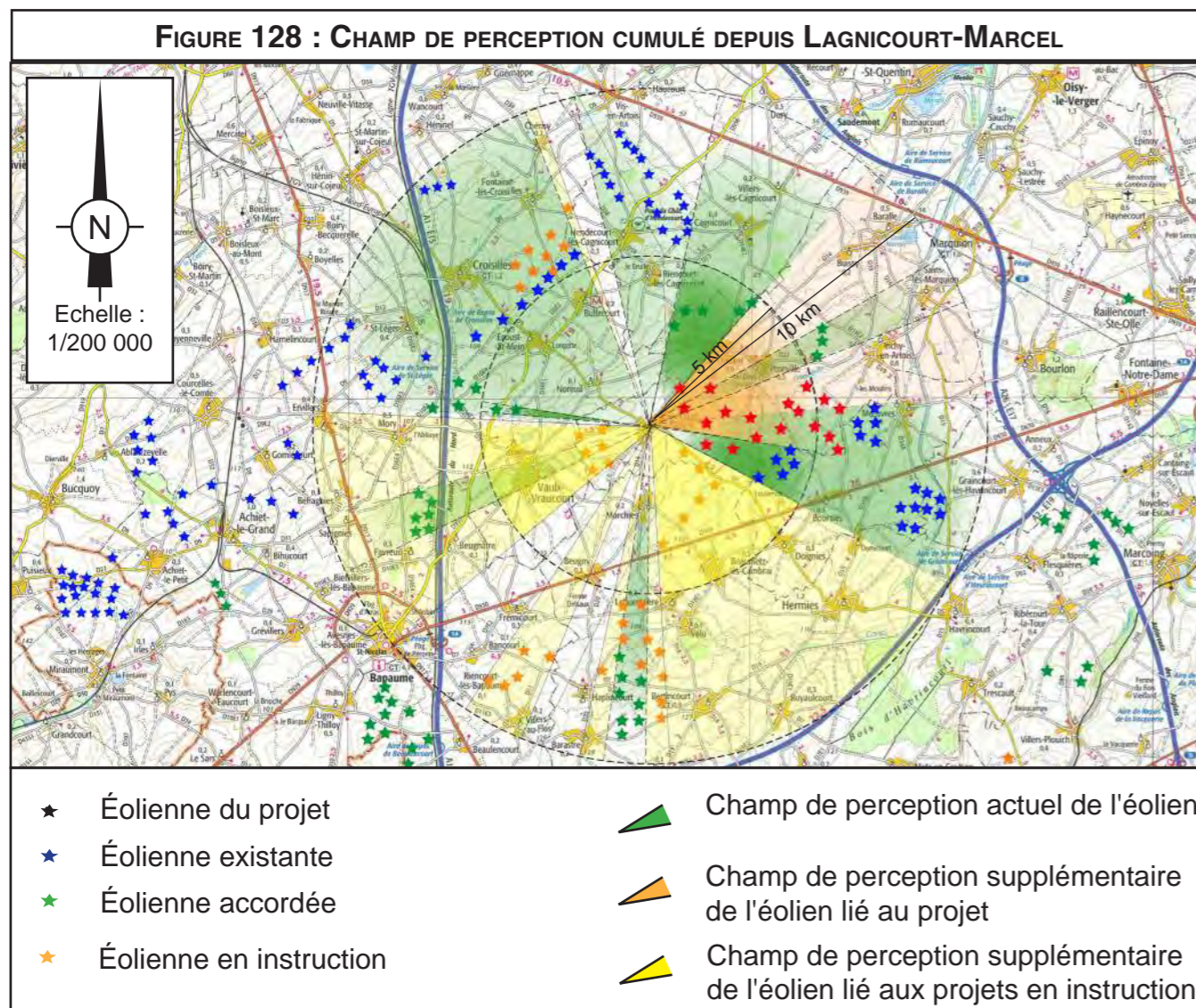
A 5 km comme à 10 km, le seuil d'alerte est donc dépassé pour les trois indices. L'impression de saturation et/ou d'encerclement sera donc renforcé à Lagnicourt-Marcel avec les parcs en instruction du secteur. Rappelons néanmoins que le village est bâti en fond de vallon et que les vues réelles depuis le village sur les plateaux environnants seront quand même très limitées.

#### □ Depuis Quéant

2 parcs en instruction sont visibles à moins de 5 kilomètres et 2 autres sont visibles dans un rayon de 10 km. Seul un de ces parcs rajoute de l'angle à l'occupation de l'horizon (+ 11°) pour aboutir à un total de 248° à 5 km et 335° à 10 km. La densité d'éolienne passe de 0,16 à 0,2 à 5 km et de 0,32 à 0,19 à 10 km. L'espace libre maximal reste identique (63° et 18°).

A 5 km, deux seuils sont atteints. A 10 km, trois seuils sont atteints. Il y a donc saturation et/ou encerclement théorique depuis Quéant.

La saturation et/ou l'encerclement sont toutefois très relatifs étant donné que Quéant se situe dans le vallon de l'Hirondelle et que les vues sur le plateau depuis le village sont très limitées.



□ Depuis Pronville

1 parc en instruction est visible à moins de 5 kilomètres. 3 autres sont visibles dans un rayon de 10 km.

Ces parcs n'ajoutent en rien à l'occupation de l'horizon (231° à 5 km et 251° à 10 km) et à l'espace libre maximal (110° et 61°).

La densité d'éoliennes augmente quant à elle : elle passe de 0,17 à 0,19 à 5 km et de 0,28 à 0,43 à 10 km.

Avec ou sans les projets en instruction, le seuil d'alerte est dépassé pour deux indices. Il y a donc saturation et/ou encerclement théorique depuis Pronville. Mais ici encore, cette saturation et/ou cet encerclement sont relatifs car les vues réelles depuis le village et ses abords sur les plateaux environnants sont très limitées.

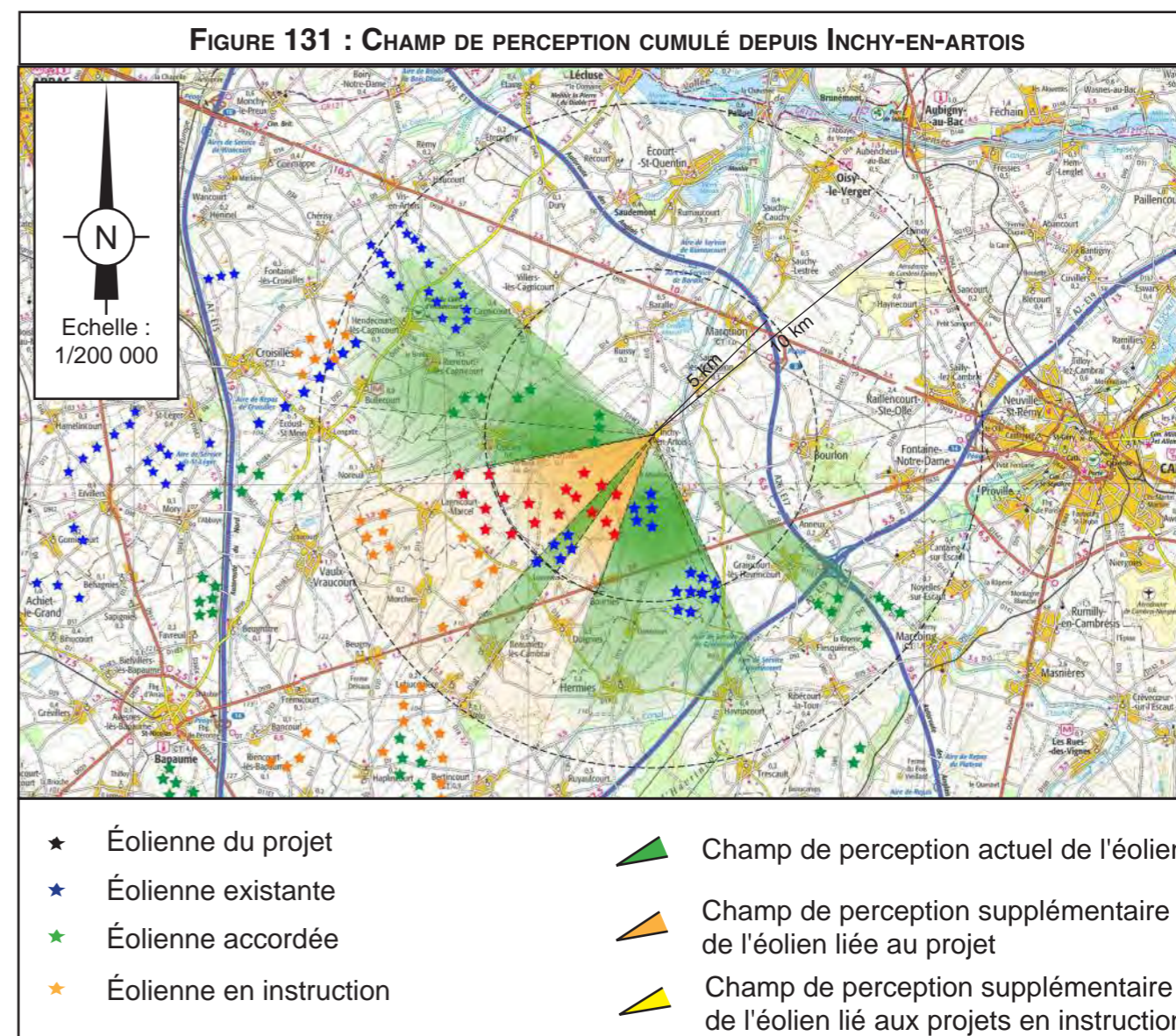
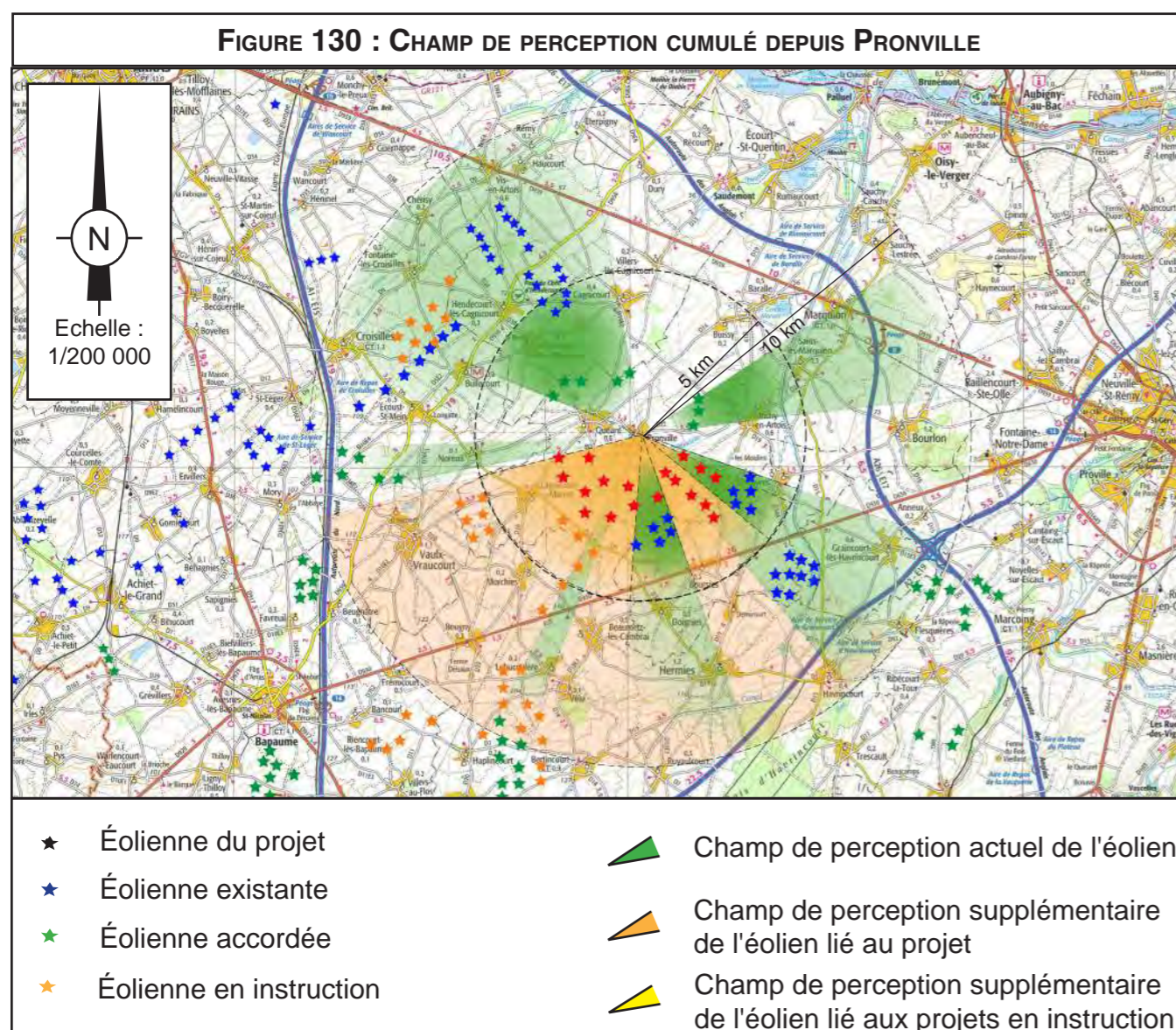
□ Depuis Inchy-en-Artois

Aucun parc en instruction n'est présent dans un rayon de 5 kilomètres. Par contre, 3 parcs en instruction sont visibles dans un rayon de 10 km.

Ces parcs n'ajoutent en rien à l'occupation de l'horizon (144° à 5 km et 173° à 10 km) et à l'espace libre maximal (222° et 173°).

La densité d'éoliennes n'augmente pas à 5 km. Par contre, à 10 km, elle passe de 0,28 à 0,31 à 10 km.

Comme avec le projet, à 5 comme à 10 km, le seuil d'alerte est dépassé pour deux indices. Il y a donc saturation et/ou encerclement théorique depuis Inchy-en-Artois. Mais ici encore, cette saturation et/ou cet encerclement sont relatifs car les vues réelles depuis le village sur les plateaux environnants sont très limitées.



□ Depuis Moeuvres

Aucun parc en instruction n'est visible à moins de 5 kilomètres. 3 (au moins en partie) sont présents dans un rayon de 10 km.

Ces parcs n'ajoutent en rien à l'occupation de l'horizon (102° à 5 km et 124° à 10 km) et à l'espace libre maximal (205° et 162°).

La densité d'éoliennes est identique à 5 km (0,32) mais augmente à 10 km où elle passe de 0,51 à 0,62 à 10 km.

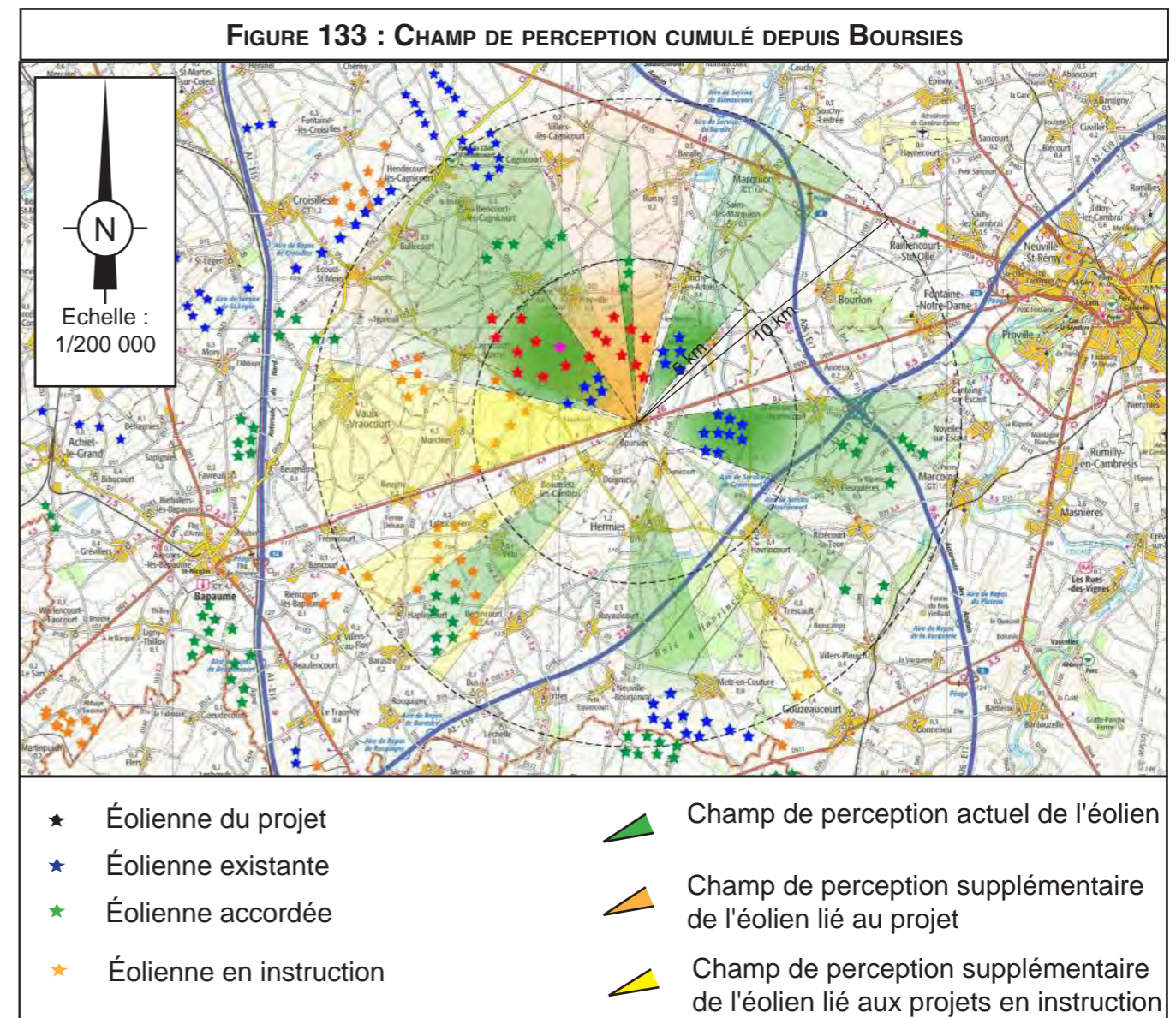
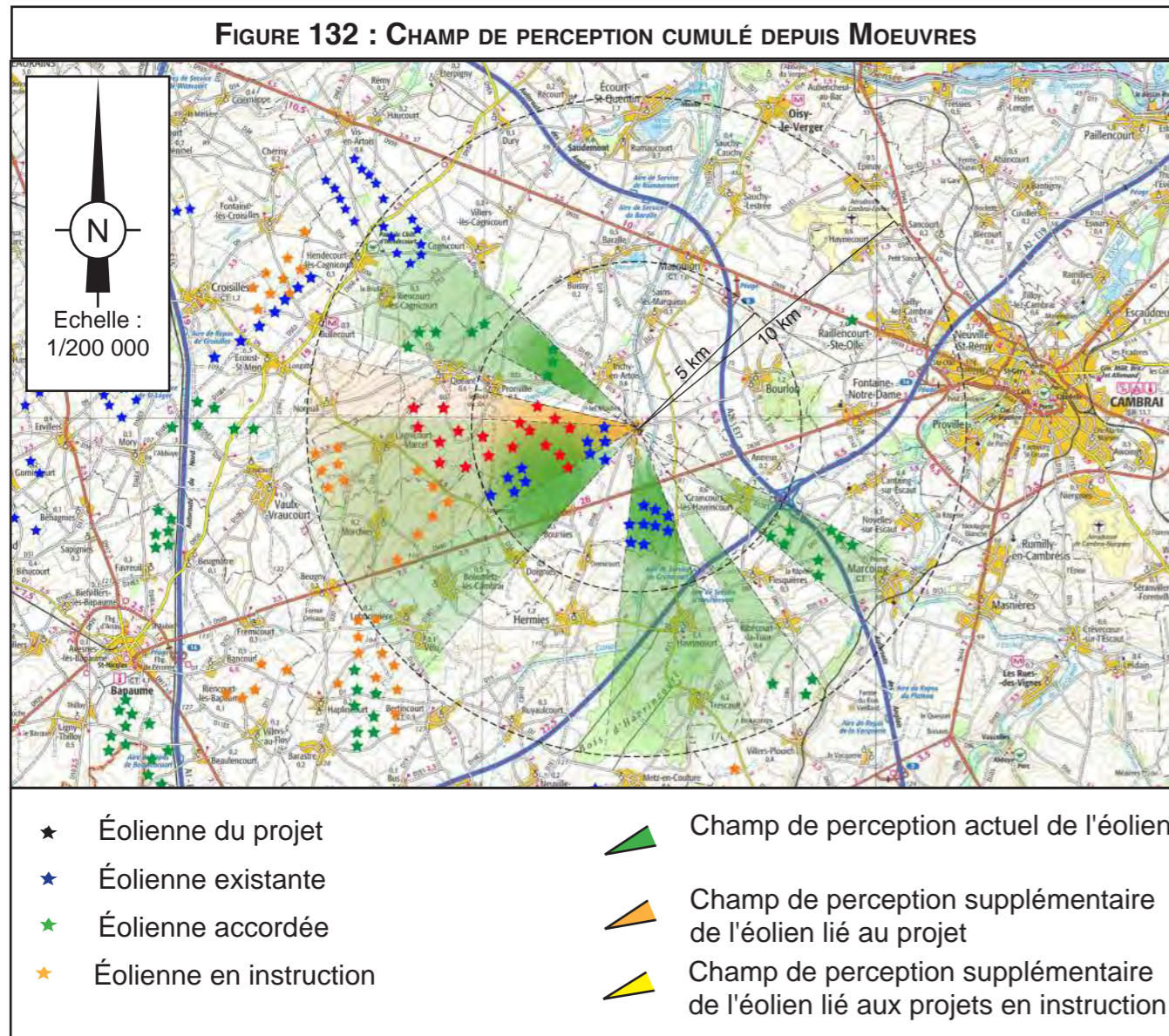
Avec ou sans les projet en instruction, le seuil d'alerte n'est ici dépassé que pour un indice à 5 km. On considère donc qu'il n'y a pas «saturation» et/ou «encerclement». Par contre, le seuil est dépassé pour 2 indices à 10 km. Il y a donc, à cette distance, saturation et/ou encerclement.

□ Depuis Boursies

1 parc en instruction est visible à moins de 5 kilomètres et 4 autres sont visibles dans un rayon de 10 km. Ces parcs rajoutent 30° et 45° d'horizons occupés à 5 et 10 km, ce qui aboutit à des occupations totales de 168 et 219° à 5 et 10 km. La densité d'éolienne passe de 0,26 à 0,24 à 5 km et de 0,46 à 0,48 à 10 km. L'espace libre maximal passe de 170° à 138° si on considère un rayon de 5 km, et de 51° à 36° pour un rayon de 10 km

A 5 km, deux seuils sont atteints. A 10 km, trois seuils sont atteints. Il y a donc saturation et/ou encerclement théorique depuis Boursies.

La saturation et/ou l'encerclement sont toutefois très relatifs au vu des photomontages réalisés.



☐ Depuis Morchies

3 parcs en instruction sont visibles à moins de 5 kilomètres et 2 autres sont présents dans un rayon de 10 km. Ces parcs rajoutent 82° et 51° d'horizons occupés à 5 et 10 km, ce qui aboutit à des occupations totales de 145° et 234° à 5 et 10 km. La densité d'éolienne passe de 0,26 à 0,25 à 5 km et de 0,53 à 0,57 à 10 km. L'espace libre maximal passe de 120° à 100° si on considère un rayon de 5 km, et de 87° à 35° pour un rayon de 10 km

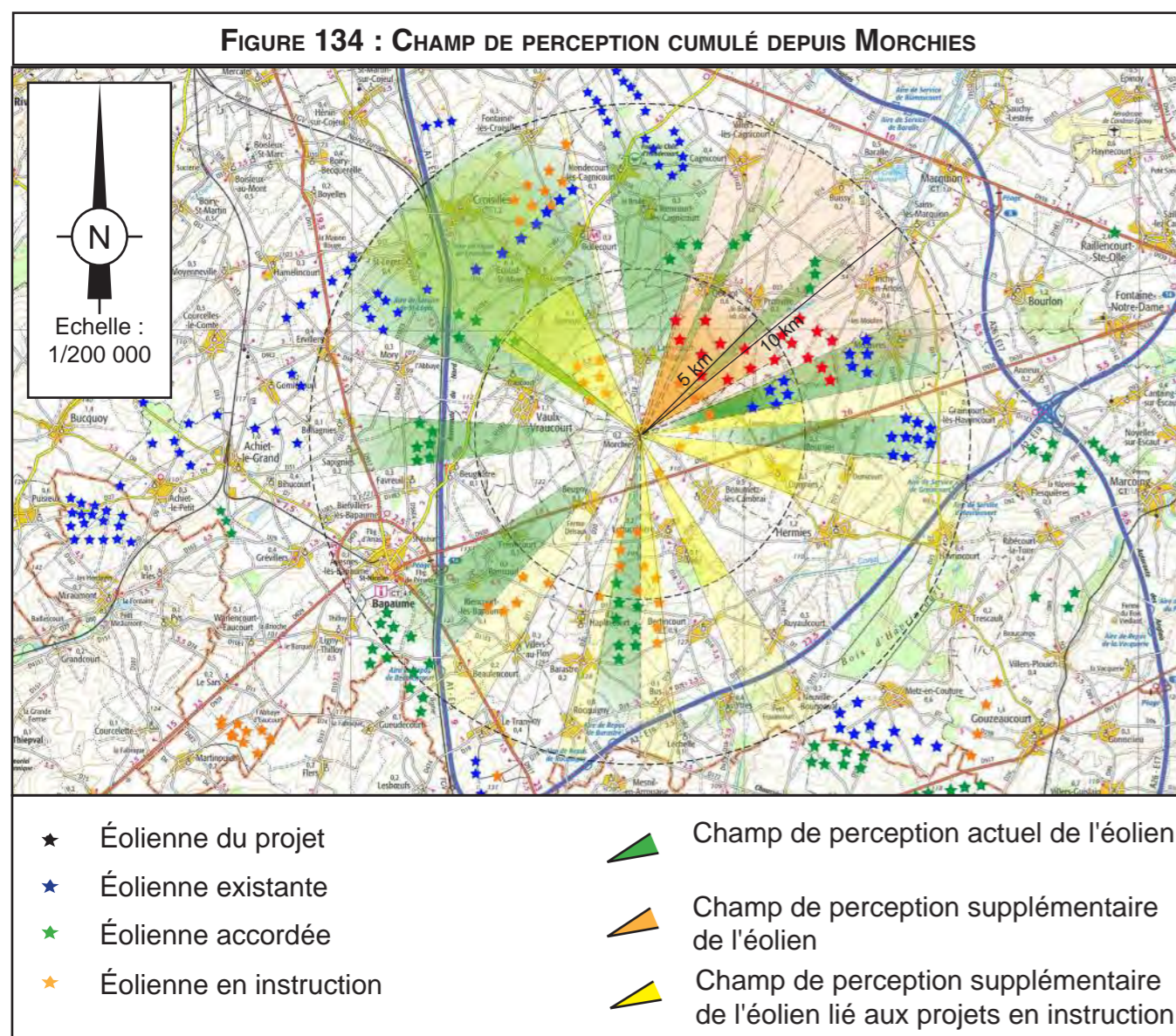
A 5 km, deux seuils sont atteints. A 10 km, trois seuils sont atteints. Il y a donc saturation et/ou encerclement théorique depuis Morchies.

La saturation et/ou l'encerclement sont toutefois très relatifs au vu des photomontages réalisés.

☐ Conclusion sur les champs de perception cumulés des éoliennes

Rappelons que dans la plupart des cas, avec ou sans projet, il existe déjà des phénomènes de saturation et/ou d'encerclement théoriques des villages. La mise en oeuvre des parcs en instruction alentours renforcera encore ces phénomènes.

Néanmoins, les photosimulations réalisées depuis ces villages ou leurs abords montrent que nombre d'écrans sont présents et permettent de limiter ces effets.



## F3.4 - AUTRES EFFETS CUMULÉS POTENTIELS

Le projet de la Voie de Cambrai et celui de la Voie d'Artois sont des projets qui concernent un même secteur géographique. Il existe des risques d'effets cumulés :

- effets cumulés liés aux travaux, essentiellement ceux liés aux trafics induits par la construction : passage d'engins et de convois exceptionnels sur la RD930 ou encore la RD5, la RD14 ou la RD18. Pour le projet de la Voie de Cambrai, le trafic généré par le chantier est estimé entre 2209 et 3315 allers-retours sur 6 mois. Pour le projet de la Voie d'Artois, le trafic est estimé entre 777 et 1080 allers-retours. si ceux-ci ont lieu en même temps, les trafics peuvent donc se cumuler. Etant donné l'éloignement relatif des différentes implantations (les plates-formes où auront lieu les travaux seront espacés d'au moins 500 m), les nuisances éventuelles des différents chantiers (bruits, odeurs, ...) ne sont pas cumulables.
- effets cumulés liés à l'emprise des projets : le projet de la Voie de Cambrai nécessitera une emprise de 4 Ha environ sur les terres agricoles, celui de la Voie d'Artois, une emprise d'environ 1,5 Ha. Ces emprises seront effectuées sur des terres agricoles des communes d'Inchy-en-Artois, Lagnicourt-Marcel, Morchies, Pronville et Quéant. La surface agricole utile (SAU) cumulée de 5 ces communes atteint 3100 Ha. L'emprise des deux projets atteint 5,5 Ha ce qui ne représente finalement que 0,18 %. Sachant que cette emprise ne concerne pas les mêmes exploitations agricoles, l'impact est tout à fait acceptable.
- effets cumulés liés au bruit des machines : l'étude acoustique réalisée par Echopsy a également étudié le risque d'effets sonores cumulés de ces deux parcs en projet (voir dossier "Annexes"). Il en ressort que les parcs apporteront une contribution sonore comprise entre 17.0 et 38.7 dB(A) auprès des positions les plus exposées. Ces niveaux sont faibles à modérés. En terme d'émergence sonore réglementée, il apparaît des risques de dépassement nocturnes à Pronville entre 6 et 9 m/s, à Inchy-en-Artois entre 6 et 7 m/s, et marginalement à Quéant, à 6 m/s. Un plan d'optimisation acoustique (bridage) est donc préconisé afin de revenir à des valeurs réglementaires autorisées.

### CALCUL DES ÉMERGENCES AVANT BRIDAGE

### PLAN DE BRIDAGE

### CALCUL DES ÉMERGENCES APRÈS BRIDAGE

Position d'étude	Émergences calculées - période NOCTURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
Fme de l'Abbaye_1M	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,0	1,8	0,6	0,4	0,3
Pronville_1M	Lamb<35	Lamb<35	1,3	0,5	0,4	0,3	0,3	0,1
Pronville_2M	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	3,8	3,2	1,4
Pronville_3M	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	3,2	2,8	2,1	0,9
Inchy-en-Artois_M	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	4,4	3,0	2,6	1,0	0,5
La Paillote_M	Lamb<35	Lamb<35	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1	0,0
Morchies_M	Lamb<35	Lamb<35	1,0	1,3	1,4	0,7	0,3	0,2
Lagnicourt-Marcel_1M	Lamb<35	Lamb<35	1,0	1,0	1,1	0,8	0,4	0,2
Lagnicourt-Marcel_2M	Lamb<35	Lamb<35	2,8	2,8	3,0	1,7	1,1	0,9
Quéant_1	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,3	2,2	0,8	0,5	0,4
Quéant_2	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	1,3	1,2	0,4	0,3	0,2
Pronville_4	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,3	2,2	1,0
Pronville_5	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	3,2	2,8	2,7	1,2
Moeuvres	Lamb<35	Lamb<35	0,3	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0
Boursies	Lamb<35	Lamb<35	0,3	0,6	0,4	0,2	0,1	0,0
Louveral	Lamb<35	Lamb<35	0,4	0,5	0,4	0,3	0,1	0,1
Morchies_2	Lamb<35	Lamb<35	1,3	1,5	1,7	0,9	0,4	0,2
Morchies_3	Lamb<35	Lamb<35	0,9	1,1	1,2	0,6	0,3	0,1
Lagnicourt-Marcel_3	Lamb<35	Lamb<35	0,8	1,2	1,1	0,6	0,2	0,1
Beaumetz_Est	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	1,7	0,6	0,5	0,5	0,5
Beaumetz_Ouest	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,6	1,0	0,8	1,0	0,9

Plan de bridage _ fonctionnement nocturne des machines								
vitesse (VS10)	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
E1								
E2								
E3								
E4				om 1500				
E5								
E6				om 1500	om 2500			
E7								
E8								
E9								
E10								
E11								
E12				om 600	om 1000	om 1500		
E13				om 600	om 600	om 1000		
E14				om 600	om 1000	om 600	om 1500	
E15					om 1000			
E16					om 1000	om 2000		
E17				om 600	om 600	om 1000	om 2000	
E18					om 1000	om 2000		
E19								
E20								
E21								
E22				om 600	om 1000	om 1500		
E23				om 1000	om 1000			
E24				om 600	om 1000			
A1								
A2								
A3					type B	type B		

Position d'étude	Émergences calculées - période NOCTURNE - dB(A)								
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s	
Fme de l'Abbaye_1M	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,0	1,8	0,6	0,4	0,3	
Pronville_1M	Lamb<35	Lamb<35	1,3	0,5	0,3	0,3	0,3	0,1	
Pronville_2M	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	3,0	1,4
Pronville_3M	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,5	2,0	0,9
Inchy-en-Artois_M	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,9	2,5	1,0	0,5	
La Paillote_M	Lamb<35	Lamb<35	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1	0,0	
Morchies_M	Lamb<35	Lamb<35	1,0	1,3	1,4	0,7	0,3	0,2	
Lagnicourt-Marcel_1M	Lamb<35	Lamb<35	1,0	1,0	1,1	0,8	0,4	0,2	
Lagnicourt-Marcel_2M	Lamb<35	Lamb<35	2,8	2,8	3,0	1,7	1,1	0,9	
Quéant_1	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,3	2,1	0,8	0,5	0,4	
Quéant_2	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	1,3	1,2	0,4	0,3	0,2	
Pronville_4	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,0	2,0	1,0	
Pronville_5	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,4	2,4	1,2	
Moeuvres	Lamb<35	Lamb<35	0,3	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	
Boursies	Lamb<35	Lamb<35	0,3	0,6	0,4	0,2	0,1	0,0	
Louveral	Lamb<35	Lamb<35	0,4	0,5	0,4	0,3	0,1	0,1	
Morchies_2	Lamb<35	Lamb<35	1,3	1,5	1,7	0,9	0,4	0,2	
Morchies_3	Lamb<35	Lamb<35	0,9	1,1	1,2	0,6	0,3	0,1	
Lagnicourt-Marcel_3	Lamb<35	Lamb<35	0,8	1,2	1,1	0,6	0,2	0,1	
Beaumetz_Est	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	1,7	0,6	0,5	0,5	0,5	
Beaumetz_Ouest	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,6	1,0	0,8	1,0	0,9	

En ce qui concerne les autres projets en instruction, compte-tenu de leur relatif éloignement, il n'y aura aucun effet de cumul vis-à-vis des chantiers de mise en place. L'impact sur la consommation des terres agricoles se cumulera mais celui-ci restera réduit du fait qu'il ne concerne pas le même secteur géographique ni les mêmes exploitations.

# G - ESQUISSE DES PRINCIPALES SOLUTIONS DE SUBSTITUTION

Ce chapitre concerne une "esquisse des principales solutions de substitution examinées par le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage et les raisons pour lesquelles, eu égard aux effets sur l'environnement ou la santé humaine, le projet présenté a été retenu".

## G1 - CHOIX DU SITE

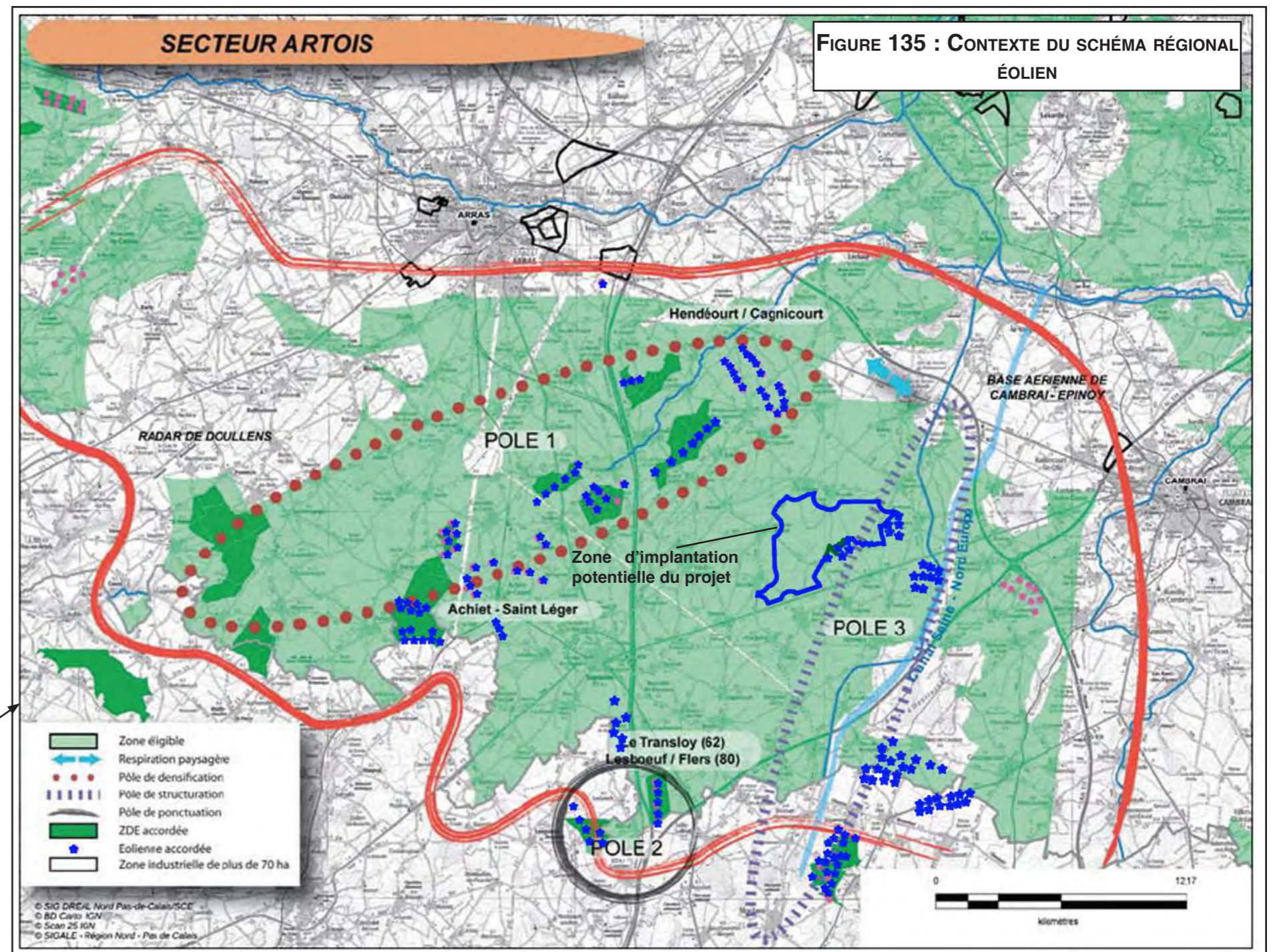
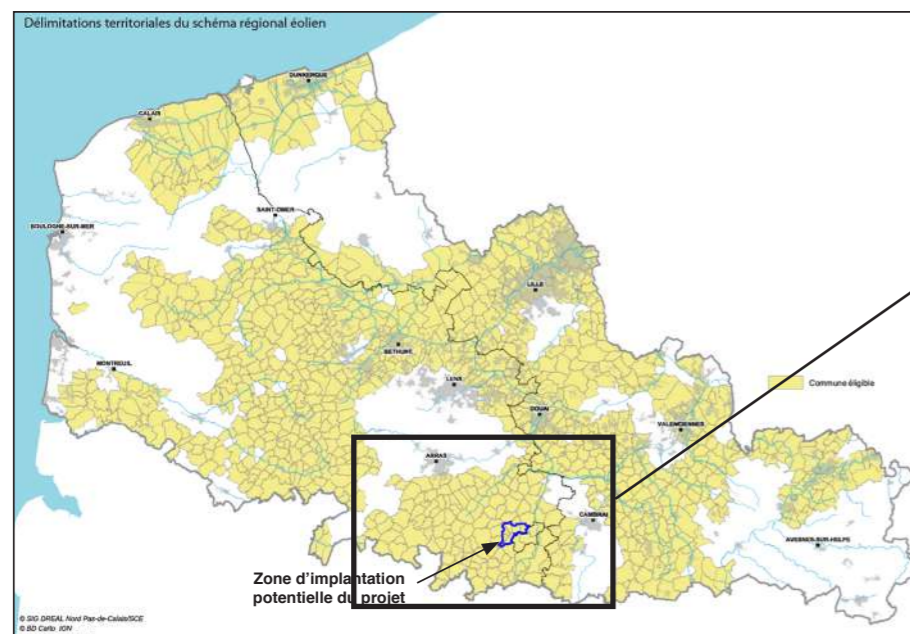
Energieteam a fait le choix stratégique de s'implanter en Nord-Pas-de-Calais - Picardie, au coeur de la façade maritime du quart Nord-Ouest français. Son objectif est de développer l'éolien, dans le grand Nord-Ouest de la France, où les conditions de vent sont favorables. Après avoir ainsi développé des projets dans la Somme, Energieteam poursuit son activité dans le Nord et le Pas-de-Calais et plus particulièrement dans les secteurs de l'Artois et du Cambrésis où sont présents de grands plateaux agricoles, particulièrement bien adaptés à l'implantation d'éoliennes.

Plusieurs plateaux de ces secteurs ont été présélectionnés puis comparés selon :

- leurs caractéristiques physiques (topographie, potentiel éolien, dimensions,...),
- les servitudes et les sensibilités connues (patrimoine, environnement, transports, télécommunications...),
- la volonté des élus concernés de soutenir un projet éolien et d'informer les habitants.

Les documents de planification éoliens ont également été étudiés, en particulier le Schéma Régional Éolien du Nord Pas de Calais. Ce dernier, entré en vigueur le 25/07/12, puis annulé, indique que le secteur est approprié pour développer l'éolien. Les communes de la zone d'implantation potentielle sont considérées comme "éligibles" et il n'a pas été identifié sur le site ou à proximité de celui-ci de sensibilité environnementale, patrimoniale ou technique incompatible avec l'implantation d'éoliennes.

La zone d'implantation potentielle s'insère par ailleurs en partie dans l'un des trois pôles de développement du Secteur "Artois" (Figure 135).



## G2 - PARTI D'AMÉNAGEMENT

Les études de faisabilité effectuées suite au choix du site ont confirmé l'intérêt du site du point de vue de l'énergie mécanique du vent.

Les études environnementales spécifiques ont ensuite précisé, au sein de la zone d'implantation potentielle, les contraintes environnementales locales à prendre en compte.

Les cartes en Figure 136 montrent la carte de synthèse des contraintes environnementales résultantes et justifient le parti d'aménagement retenu.

Comme on peut le constater, le choix du parti s'est fait en deux temps :

- un premier temps, où deux secteurs ont été retenus : le secteur situé au Sud de la RD 5, où le projet de la Voie d'Artois a été défini (projet Energieteam voisin à celui de la Voie de Cambrai) et le secteur situé au Nord de la RD 5 où le projet de la Voie de Cambrai a été défini.

Dans ce vaste secteur, le choix a été d'implanter 18 éoliennes (E7 à E24) en dehors des zones de fortes contraintes (principe d'évitement).

- un deuxième temps, où les études environnementales ont montré la présence de zones de contraintes modérées au sein de ce secteur liées notamment au milieu naturel. Plusieurs des éoliennes pressenties se trouvent dans ces zones de contraintes modérées. Pour chacune d'entre elles, une réflexion spécifique a été entreprise et a montré que, moyennant des mesures de réduction (bridage notamment ; voir chapitre "H - Mesures d'évitement, réductrices, compensatoires et d'accompagnement des impacts, suivi des mesures", page 459), l'implantation des éoliennes était possible sans engendrer d'impact significatif.

Energieteam a donc maintenu l'implantation de ces 18 éoliennes confirmant ainsi ce site comme un des pôles de développement éolien de l'Artois.

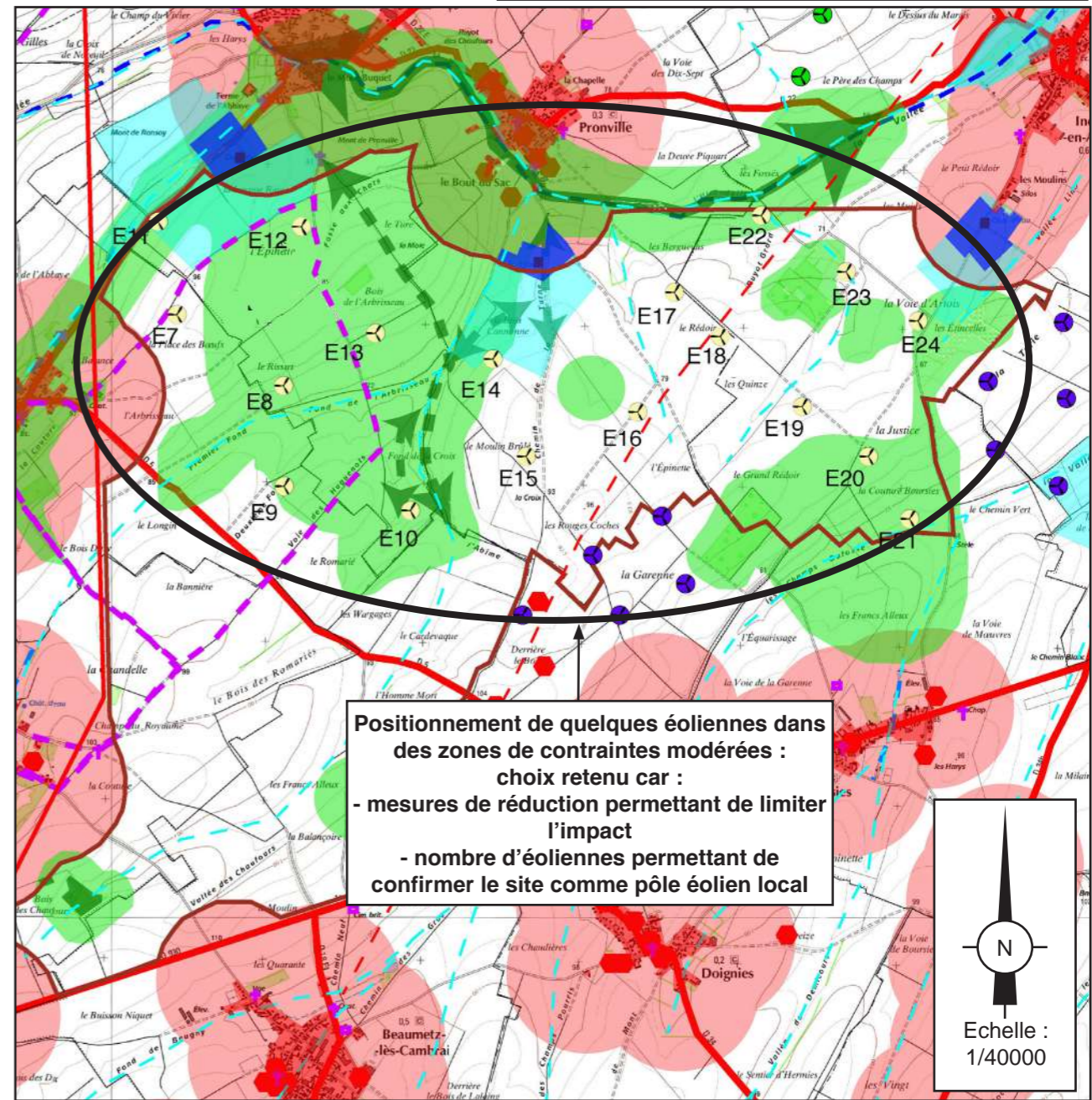
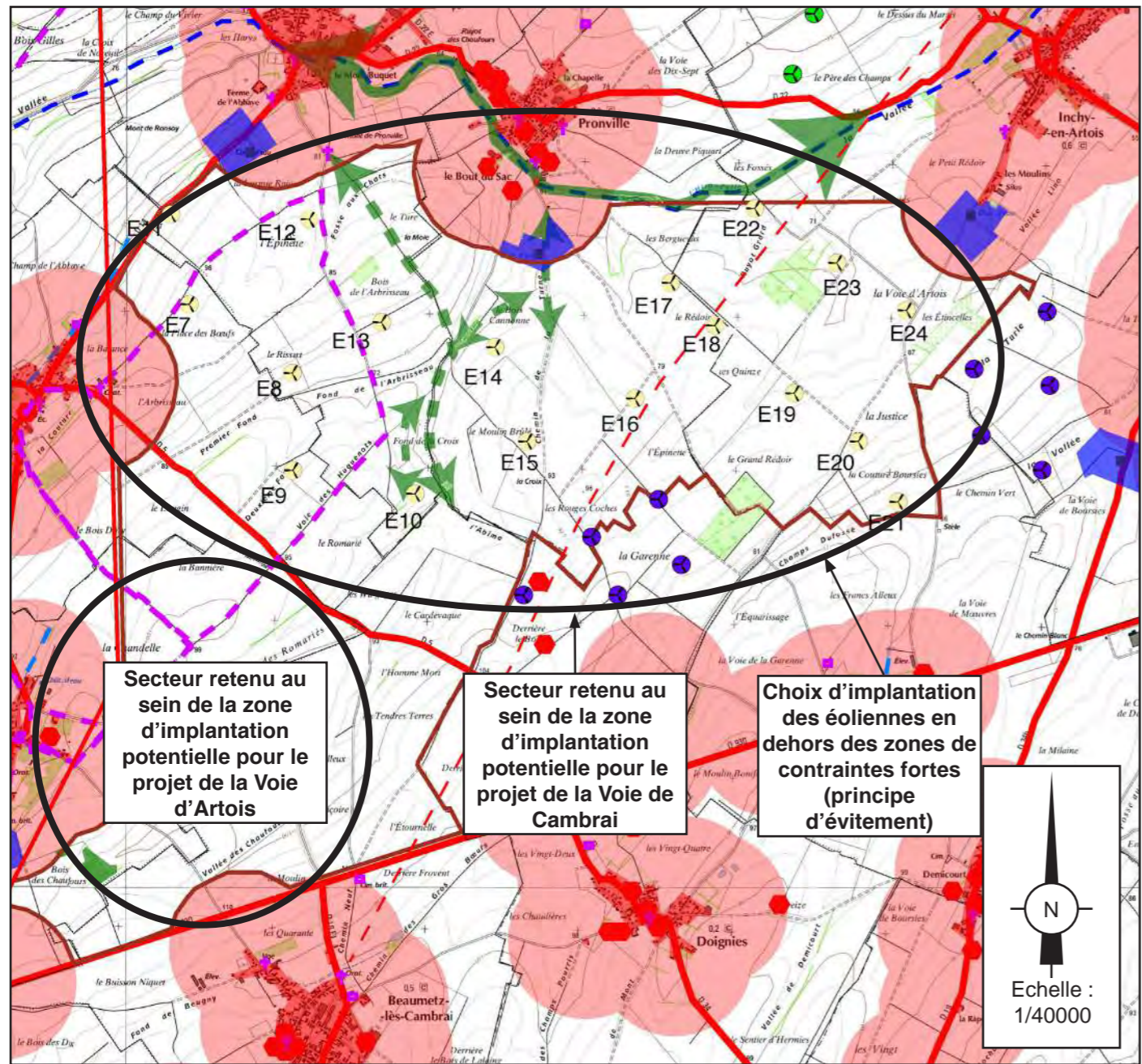
Sur le plan environnemental, le plateau du site d'implantation ne montre pas de contrainte forte. Les éoliennes du projet sont éloignées des habitations environnantes et des éléments du patrimoine culturel, ce qui y limite les impacts.

Sur le plan du paysage, le projet se justifie surtout par son implantation à proximité immédiate d'un pôle éolien existant, confortant ainsi l'objectif de densification paysagère de celui-ci et limitant par la même occasion le mitage du territoire par l'implantation de nouvelles éoliennes en site propre.

Nous noterons enfin que le projet, qui propose le développement d'un parc de 54 à 57,6 MW répond aux objectifs nationaux en matière de développement d'énergies renouvelables (objectif de 20% d'énergies renouvelables d'ici 2020) et aux ambitions affichées localement par le SRE (objectif de 1346 MW à l'horizon 2020 sur la région Nord-Pas de Calais sachant qu'à l'heure actuelle moins de la moitié de cette puissance a été mise en place ou acceptée).



**FIGURE 136 : PARTI D'AMÉNAGEMENT RETENU**



**LÉGENDE**

	Zone d'implantation potentielle			
	Eolienne existante			
	Eolienne acceptée			
	Eolienne du projet			

CONTRAINTES	Fortes	Modérées	Réduites
Hydrologie			
Milieu naturel			
Occupation du sol			
Patrimoine			
Paysage			



# H - MESURES D'ÉVITEMENT, RÉDUCTRICES, COMPENSATOIRES ET D'ACCOMPAGNEMENT DES IMPACTS, SUIVI DES MESURES

---

Ce paragraphe vise à détailler les différentes mesures mises en place dans le cadre de ce projet, de faire la synthèse des impacts résiduels après ces mesures et de définir les conditions de suivi.

La mise en place de mesures concerne les problématiques pour lesquelles tout risque d'impact n'a pas totalement été écarté dans le chapitre E, c'est-à-dire l'hydraulique, le risque de mortalité par collision pour l'avifaune et les chiroptères, les activités humaines, le patrimoine et le paysage.

## H1 - DÉFINITIONS

Les mesures d'évitement sont celles qui ont permis de définir le projet. Elles consistent notamment au choix d'un emplacement permettant d'éviter la plupart des impacts environnementaux les plus forts (Cf. chapitre "G - Esquisse des principales solutions de substitution", page 455).

Les mesures réductrices visent à atténuer l'impact du projet. Elles sont prises durant la phase de conception puis sont mises en œuvre dans la phase de réalisation temporaire (chantier) et permanente (le parc éolien).

Les mesures compensatoires apportent une contrepartie aux éventuelles conséquences dommageables du projet, qui n'ont pas pu être réduites suffisamment par les mesures réductrices.

Ces mesures pourront être complétées par des mesures d'accompagnement.

## H2 - MESURES EN FAVEUR DE L'HYDRAULIQUE

### H2.1 - MESURES D'ÉVITEMENT

16 des 18 éoliennes du projet ainsi que leur plate-forme associée ont été implantées en dehors des talwegs.

Ces implantations permettent donc d'éviter toute interception d'eau issue du bassin versant naturel (principe d'évitement).

## H2.2 - MESURES DE RÉDUCTION - MISE EN PLACE D'OUVRAGES HYDRAULIQUES

Lors de la conception du projet, les surfaces des plates-formes et les linéaires des chemins créés (ainsi que leur largeur) ont été réduits au maximum.

La création de plates-formes engendrera toutefois des surfaces sur lesquelles des ruissellements sont susceptibles d'apparaître.

Aussi, pour gérer les eaux de ruissellement de toutes les plates-formes, il a été décidé de créer des ouvrages hydrauliques spécifiques (mesure de réduction).

Le dimensionnement de ces ouvrages est réalisé sur les bases d'une précipitation exceptionnelle, de type décennal, tombée en 24 heures.

De même, afin de rétablir l'écoulement naturel au sein du bassin versant, des ouvrages hydrauliques spécifiques ont été conçus au niveau des éoliennes E22 et E23 (éoliennes interférant avec le bassin versant).

La description de ces ouvrages est faite au chapitre "E2.5.2 - hydrographie et Hydraulique", page 234.

Par ces aménagements, l'impact du projet sur l'hydraulique (et l'hydrographie) est rendu quasi nul.

### *Remarque vis-à-vis de la loi sur l'eau*

La loi n° 2006-1772 du 30 décembre 2006 dit "Loi sur l'eau" a été codifiée dans le code de l'Environnement. Le Livre II, titre I du code de l'Environnement (articles L. 210 à L. 219) constitue le cadre juridique principal de l'utilisation de la ressource en eau. Il institue un régime d'autorisation ou de déclaration pour les installations, ouvrages, travaux ou activités suivant les dangers qu'ils présentent et la gravité de leurs effets sur les milieux aquatiques et la ressource en eau. La nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration est, quant à elle, fixée à l'article R. 214.1.

Dans le cas présent, les ouvrages hydrauliques proposés par le projet répondent à la rubrique 2.1.5.0 : "Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol". La surface collectée par le projet (32 966 m<sup>2</sup>) étant supérieure à 1 hectare, le projet est soumis à déclaration au titre de cette rubrique.

Toutefois, dans le cadre du régime ICPE, la loi sur l'eau est prise en compte dans l'arrêté d'autorisation ICPE. Aucune procédure complémentaire au titre de la loi sur l'eau n'est donc nécessaire.

## H2.3 - MOYENS D'INTERVENTION ET DE SURVEILLANCE DES OUVRAGES

Les entretiens et la sécurité des fossés, des plates-formes et des chemins créés seront à la charge de la société exploitante.

### ➔ Phase travaux et post-travaux

Au cours des travaux, des flux particuliers de Matières en Suspension (MES) peuvent être envoyés vers les ouvrages. A l'issue des travaux, il conviendra donc de procéder au nettoyage et au curage des différents dispositifs, si nécessaire.

Après les travaux, les ouvrages seront surveillés durant la phase de stabilisation du sol et de croissance racinaire. Toute dégradation fera l'objet d'une réfection.

### ➔ Mesures permanentes pendant l'exploitation

Les fossés seront enherbés et nécessiteront plusieurs tontes ou fauches annuelles. L'utilisation de produits phytosanitaires et de limiteurs de croissance est à réserver aux cas impératifs.

Pour optimiser la capacité d'épuration des polluants, la végétation herbacée sera maintenue à une hauteur minimale de quelques centimètres (5 à 20 cm).

L'entretien pourra aussi s'effectuer par un curage afin de rétablir la capacité hydraulique des ouvrages de collecte (l'opération ne doit être réalisée qu'en cas de nécessité car elle détruit la végétation).

L'ensemble des installations de ce type sera inspecté après chaque événement pluvieux important. Une remise en état sera menée si nécessaire.

### ➔ Phase post-exploitation

Rappelons ici que les éoliennes ont une durée de vie théorique de 20 à 25 ans et qu'en cas de non reconduction, un démantèlement du parc est envisagé.

Dans ce cadre, afin de remettre le sol en état, il est prévu d'excaver les fondations sur une profondeur minimale d'un mètre et de les remplacer par des terres aux caractéristiques similaires aux terres situées autour.

# H3 - MESURES EN FAVEUR DE LA FAUNE

## H3.1 - PRÉSENTATION DES MESURES

### H3.1.1 - MESURES RÉDUCTRICES

#### H3.1.1.1 - Mesures réductrices concernant la flore et les habitats

Deux stations patrimoniales sont concernées par le projet. Afin d'éviter leur destruction lors du chantier, un balisage sera réalisé afin de signaler ces stations et d'éviter des intrusions accidentelles d'engin sur la zone.

Pour cela, avant le démarrage des travaux, une sortie de reconnaissance sera réalisée à la période adaptée, c'est-à-dire lors de la floraison des espèces (détail dans le tableau ci-dessous).

Espèces patrimoniales	Période de floraison
Bugrane épineuse ( <i>Ononis spinosa</i> )	Juin - Septembre
Chardon-aux-ânes ( <i>Onopordum acanthium</i> )	Juillet - Septembre

#### ➔ Calendrier des travaux

Le tableau suivant montre les périodes de nidification des espèces sensibles nichant en openfields et de celles nichant dans les haies. Globalement, nous avons une période sensible qui s'étale de mars à juillet. Dans ce cadre, il a été établi que les travaux devaient éviter de démarrer pendant la période s'étalant de début mars à fin juillet. Si les travaux commencent avant l'installation de l'avifaune nicheuse et se poursuivent entre début mars et juillet, le dérangement sera moindre car ces espèces n'auront pas encore défini de territoire de nidification. La présence de personne sur la zone du chantier incitera cette avifaune nicheuse à rechercher d'autres territoires de nidification, plus éloignées du chantier. En revanche si les travaux commencent avant la période de chantier à éviter, mais qu'ils sont arrêtés durant une certaine période, puis repris au cours des zones de travaux à éviter, le dérangement sur les espèces risque de persister. Il est donc préférable d'éviter ce cas de figure et de respecter ce calendrier.

		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Type de milieu	Espèces sensibles concernées	Période de nidification des espèces nicheuses avérés ou probable sur les openfields et les haies de la zone d'implantation potentielle (en jaune ci dessous)											
Openfields	Alouette des champs ( <i>Alauda arvensis</i> )												
	Bruant proyer ( <i>Emberiza calandra</i> )												
	Busard Saint-Martin ( <i>Circus cyaneus</i> )												
	Caille des blés ( <i>Coturnix coturnix</i> )												
	Vanneau huppé ( <i>Vanellus vanellus</i> )												
Haies	Bruant jaune ( <i>Emberiza citrinella</i> )												
	Fauvette grisette ( <i>Sylvia communis</i> )												
	Linotte mélodieuse ( <i>Linaria cannabina</i> )												
	Pouillot fitis ( <i>Phylloscopus trochilus</i> )												

Après la reconnaissance des stations, une mise en exclos sera réalisée : les stations seront protégées par des piquets surmontés de fanions. Cette mise en exclos doit persister pendant toute la durée du chantier.

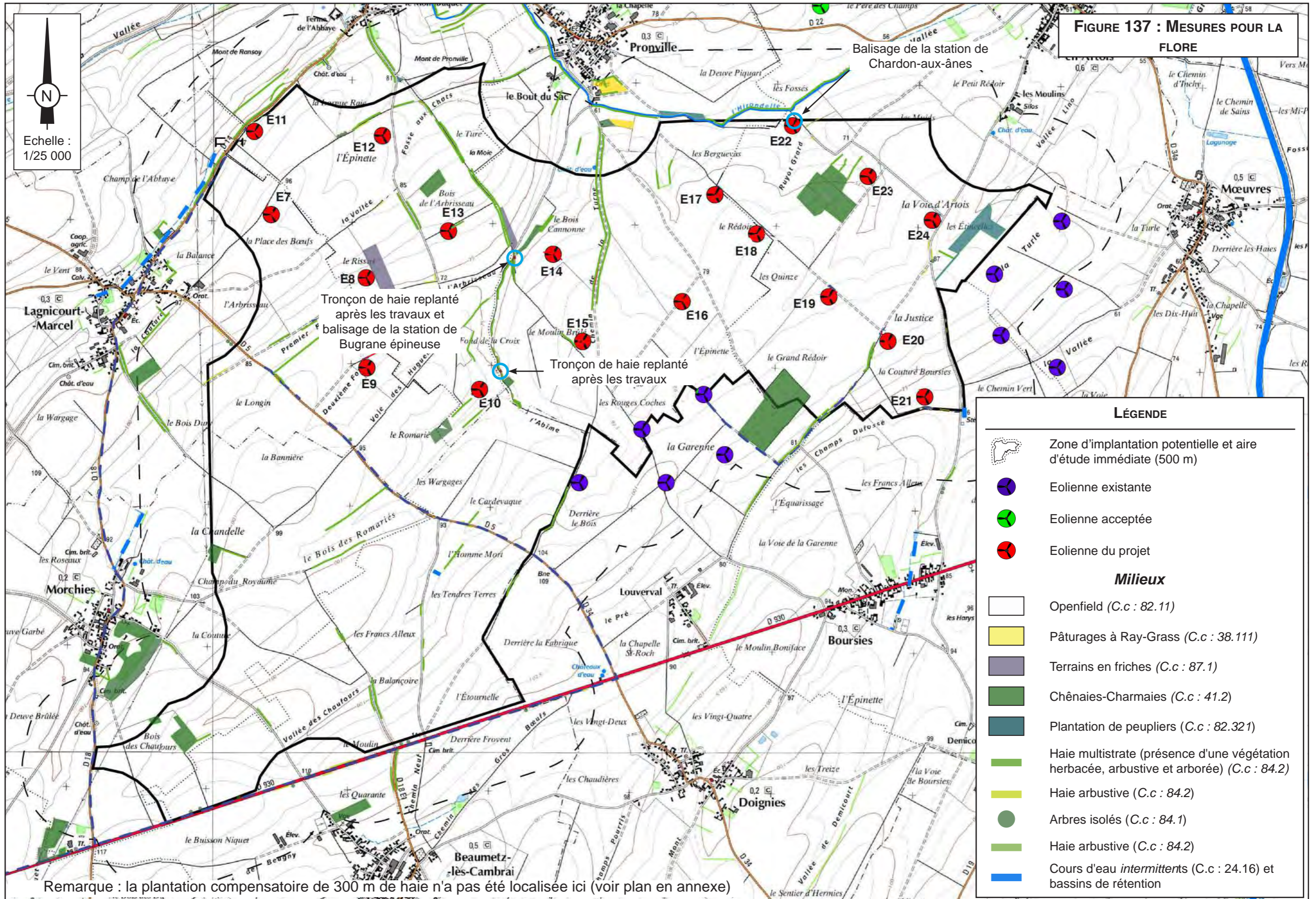
Les entreprises intervenants seront aussi informées. A la suite du chantier, un état des lieux final sera réalisé et comparé à l'état initial pour s'assurer de l'évitement des stations et de leur état de conservation.

Pour le passage des câbles permettant le raccordement électrique du parc, deux tronçons de haies d'une longueur totale de 8 m seront arrachés. Après le chantier, les tronçons supprimés seront replantés au même endroit (Figure 137), ainsi que 300 m de haies supplémentaires dont l'emplacement a été défini en concertation avec les propriétaires et exploitants locaux (voir plan de localisation de cette plantation et attestation en annexe ; plantations réalisées à plus de 300 m des éoliennes sur la commune d'Inchy-en-Artois). Des essences locales seront choisies.

#### H3.1.1.2 - Mesures réductrices concernant l'avifaune

Lors de l'analyse des impacts, plusieurs espèces remarquables, sensibles au dérangement en période de nidification et nichant dans les openfields ou dans les haies proches de certaines éoliennes du projet ont été mises en évidence ("E2.6.4.1.3 - Avifaune locale", page 244).

**FIGURE 137 : MESURES POUR LA FLORE**



### ➔ Suppression des milieux attractifs aux abords des éoliennes

Il conviendra d'éviter de rendre les abords des plates-formes attractifs pour les oiseaux de proies notamment : le développement d'une friche entre le mât et la zone où les agriculteurs sont autorisés à cultiver est susceptible de créer des milieux attractifs pour les micro-mammifères.

Cela aurait comme conséquence l'augmentation du risque de collision. On privilégiera donc une zone stabilisée/sablée avec un entretien annuel

#### H3.1.2.3 - Mesures réductrices concernant les chiroptères

Plusieurs mesures peuvent être indiquées afin de réduire l'impact (même faible) de l'implantation.

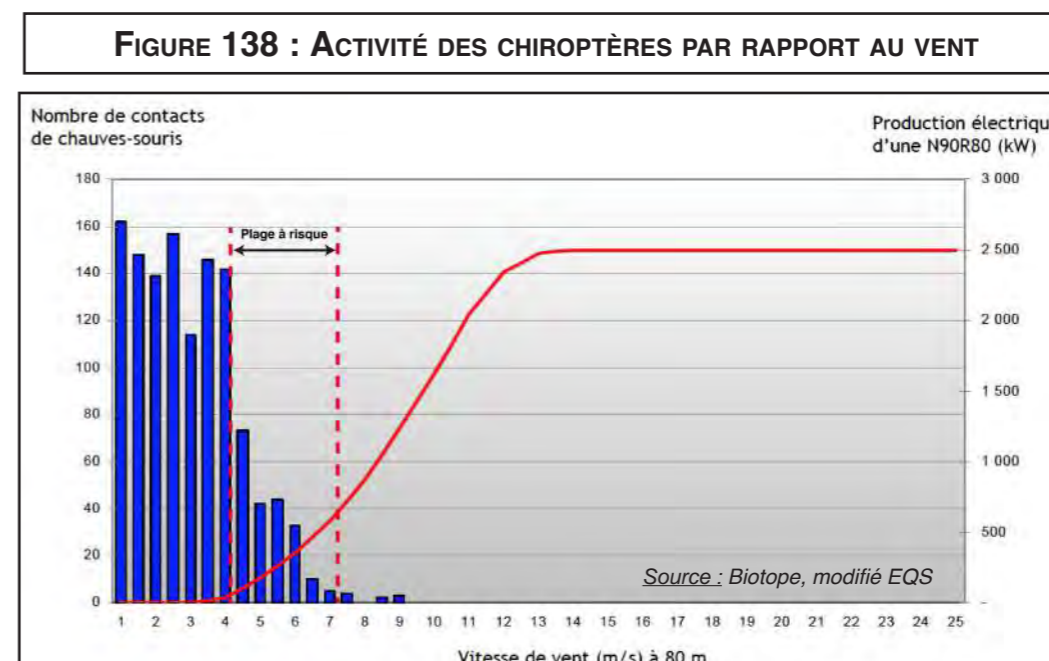
Il faut aussi éviter l'intrusion de chiroptères à l'intérieur des éoliennes, grâce à la mise en place de grilles ou brosses au niveau des interstices des nacelles et des tours. Si un tel incident est constaté malgré la mise en place de dispositifs de protection, la société d'exploitation s'engage à les remplacer par des dispositifs plus adaptés.

Il a été constaté que la mise en place de lumière à détection de mouvement au pied des éoliennes était susceptible d'influer sur le comportement des chauves-souris et d'engendrer un risque d'impact\*. Si leur suppression n'est pas envisageable (les équipes de maintenance sont amenées à intervenir de plus en plus de nuit), il a été décidé de limiter le risque d'impact en réduisant leur fonctionnement. Ainsi, les dispositifs seront réglés de manière à ne pas s'allumer de manière intempestive et la durée d'éclairage sera réduite au minimum.

Nous avons vu que les éoliennes E8, E10, E11, E12, E13 et E22 se situent dans une zone à sensibilité chiroptérologique modérée (présence d'espèces à risque et/ou d'activité élevée). Afin d'éviter tout risque d'impact pour les chiroptères sensibles aux risques de collisions, des mesures de bridage seront mises en place pour ces machines.

Les éoliennes E14 et E23 se trouvent en bordure de zone à sensibilité modérée. Afin de vérifier l'absence d'impact sur les chiroptères il est donc possible de réaliser un suivi spécifique sur ces machines. Si l'activité s'avérait plus significative que prévu, un bridage sera appliqué. Dans le cas contraire, il sera abandonné.

Le principe du bridage part du constat que les chiroptères ne volent pas en cas de fort vent, tandis que les éoliennes ont besoin de vent pour fonctionner. Ainsi il existe une petite plage de vitesse de vent pendant laquelle les chiroptères volent encore et qui permet à l'éolienne de tourner. Cette plage de vitesse de vent ne correspond pas à un fort potentiel de production électrique (Figure 138).



La Figure 138 nous permet de voir que l'activité des chauves-souris se maintient à un haut niveau jusqu'à une vitesse de vent de 4 m/s, et que leur activité cesse quasi complètement à partir de 7,5 m/s. On constate également que l'éolienne ne démarre qu'à partir de 3 m/s et ne produit pleinement qu'à 12 m/s. La plage de vent à risque s'étend donc de 4 m/s à environ 7 m/s.

Les paramètres retenus pour l'éventuel bridage sont les suivants :

- période : entre mi-avril et fin octobre,
- horaire : entre 30 min avant l'heure du coucher du soleil et 30 min après l'heure du lever du soleil,
- conditions météorologiques :
  - température : 10°C,
  - vitesse de vent : inférieure à 6 mètres par seconde,
  - précipitations : nulles.

\* : Il a été prouvé sur certains parcs que cette source lumineuse est susceptible de se déclencher suite au passage aléatoire d'une chauve-souris. Cet éclairage peut ensuite modifier le comportement des chauves-souris, de les y attirer avec un risque d'ascension autour du mât jusqu'aux pales pour poursuivre les insectes.



Nous justifions le choix de ces paramètres pour plusieurs raisons. En ce qui concerne la période, le mois de mars et le mois de novembre sont des mois où l'activité chiroptérologique est très marginale. Il se peut effectivement que quelques individus sortent chasser si les températures sont clémentes mais cela reste épisodique. De même, en ce qui concerne la plage horaire, comme le montre le tableau ci-dessous, la quasi totalité des espèces sortent après le coucher de soleil. Nous prévoyons tout de même une période de 30 min de battement.

<b>Espèces</b>	<b>Heure d'envol (d'après INPN)</b>
Pipistrelle commune ( <i>Pipistrellus pipistrellus</i> )	Quart d'heure qui suit le coucher du soleil
Pipistrelle de Nathusius ( <i>Pipistrellus Nathusii</i> )	50 minutes après le coucher du soleil
Pipistrelle de Kuhl ( <i>Pipistrellus kuhlii</i> )	Dans la première demi-heure succédant au coucher du soleil
Sérotine commune ( <i>Eptesicus serotinus</i> )	Quinze minutes après le coucher de soleil
Noctule commune ( <i>Nyctalus noctula</i> )	Elle quitte son gîte quand il fait encore clair voire jour
Grand murin ( <i>Myotis myotis</i> )	L'envol se fait quand la nuit est bien noire, le plus souvent au-delà d'une heure après le coucher du soleil.
Murin à oreilles échancrées ( <i>Myotis emarginatus</i> )	L'espèce devient active une heure après le coucher du soleil.
Murin de Daubenton ( <i>Myotis daubentonii</i> )	Elle devient active une demi-heure après le coucher du soleil, lorsqu'il fait sombre
Murin à moustaches ( <i>Myotis mystacinus</i> )	Elle est active dans le quart d'heure qui suit la tombée du jour
Murin de Bechstein ( <i>Myotis Bechsteinii</i> )	Absence d'information

Notons que les paramètres du bridage pourront être affinés en fonction des résultats de suivi : période de mortalité élevée et conditions météorologiques, notamment vitesse du vent, lors de la période de mortalité élevée.

Afin de vérifier si les éoliennes du parc n'engendre pas de risques d'impacts pour les chiroptères, un suivi comportemental et mortalité sera mené sur l'ensemble des machines (voir "H3.2 - Suivi du site", page 468).

#### H3.1.2.4 - Mesures de compensation pour le milieu naturel

Le passage des câbles nécessite l'arrachage de petits tronçons de haies. Après les travaux, les tronçons ayant du être arrachés seront replantés, ainsi que 300 m supplémentaires (voir plan de localisation et autorisations en annexe). Ces plantations seront réalisées sur la commune d'Inchy-en-Artois à plus de 300 m des éoliennes existantes et projetées (de manière à éviter un effet attractif à proximité).

Ces plantations vont permettre d'offrir aux passereaux utilisant les haies de nouvelles zones de nidification et de refuge. Elles permettront le maintien de zones de chasse pour les chiroptères.

Les essences plantées seront des essences champêtres locales, adaptées aux conditions climatiques ainsi qu'au type de sol. dans le cas présent les espèces mises en place seront notamment le Troène d'Europe (*Ligustrum vulgare*), le Cornouiller sanguin (*Cornus sanguinea*), le Noisetier commun (*Corylus avellana*), le Prunellier (*Prunus spinosa*) ou la Viorne obier (*Viburnum opulus*). Plusieurs strates seront à favoriser afin d'offrir des niches écologiques variées (la strate arbustive va offrir des zones de refuges et de nidification pour les passereaux, les éléments de haut jets seront favorables aux rapaces, et une bande enherbée au pied de la haie permettra le maintien d'espèces nichant au sol).

La présence d'essences fructifiant en période hivernale comme la Viorne obier (*Viburnum opulus*) ou le Prunellier (*Prunus spinosa*) permettra d'offrir des ressources alimentaires pour les oiseaux lors de cette période.

Les trois premières années d'installation des plantations, il sera nécessaire de maintenir une végétation herbacée rase afin de limiter la concurrence avec les plants, et leur permettre un développement rapide. Une fois que les plantations seront suffisamment bien implantées, une banquette enherbée pourra être maintenue.

Cela permettra le développement des populations d'insectes, favorables aux passereaux insectivores et chiroptères.

### H3.1.2 - MESURES D'ACCOMPAGNEMENT CONCERNANT L'AVIFAUNE : SAUVEGARDE DES NIDS DE BUSARDS

Le site est favorable à la nidification du Busard Saint-Martin (*Circus cyaneus*), espèce menacée.

Même si l'impact du projet n'est pas avéré lors de la phase d'exploitation du parc, nous proposons des mesures de sauvegarde des nichées de ce Busard. En effet, les nichées de cette espèce sont souvent détruites au moment des moissons. De même, bien que le Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*) n'ait été observé qu'en migration post-nuptiale, la mesure de sauvegarde sera également appliquée pour cette espèce.

Les busards peuvent nicher dans les blés, le seigle, l'orge, les escourgeons, le colza et la luzerne (outre les zones naturelles ou en herbe).

La détection des nids est délicate, car d'une part les busards sont assez discrets et d'autre part la végétation haute ne permet pas de distinguer un nid à plus d'un ou deux mètres.

Le plus souvent, les cultures sont récoltées avant l'émancipation des jeunes, entraînant la destruction de la nichée et parfois des adultes.

Il faut donc repérer les nids avant les récoltes et prendre les mesures de protection adaptées (déplacement du nid et encagement pour la protection contre les prédateurs, maintien d'un îlot de culture autour du nid...).

L'opération proposée ici consistera donc en une action de détection et de suivi des éventuelles nichées présentes sur le territoire du projet et ses abords. Cette action sera réalisée en concertation avec les surveillants bénévoles des associations naturalistes locales.

La détection des nids est réalisée en deux temps :

➤ **Première phase : prospections en période de parade nuptiale**

Cette période d'activité intense permet de repérer les couples et de pré-localiser les zones de nidification (secteur probable).

La prospection débute au moment des parades nuptiales (généralement à la mi-avril, parfois plus tôt).

Les prospections ont lieu à pied, ou en voiture à vitesse lente. Le busard volant généralement assez bas, il faut parcourir l'ensemble de la zone.

Nous proposons un suivi de Busard dans un rayon de 2 km autour de la zone du projet, avec en moyenne 4 jours de surveillance par couple, sans limite de couples.

Une fois que les parades nuptiales sont terminées et que le couple s'est cantonné, une période d'accalmie de 4 semaines a lieu pendant que la femelle couve. Les seuls indices à cette période sont les apports espacés de proies du mâle au nid entraînant de brèves sorties de la femelle pour se nourrir.

➤ **Deuxième phase : prospection en période de nourrissage des jeunes**

Fin mai-début juin, le mâle va ravitailler en nourriture la femelle et les jeunes, se rendant visible par ses allers-retours plus nombreux et permettant la localisation du nid.

Néanmoins, l'activité des Busards restant peu dense (peu d'allers et retours) et discrète, il est nécessaire de réaliser des observations fixes, sur des durées importantes (2 h par point).

On répartit donc des points d'observation sur toute la zone, en les resserrant sur les zones pré-repérées en période nuptiale (néanmoins l'ensemble de la zone doit être à minima prospectée, car des déplacements de nichée peuvent avoir lieu après la période nuptiale).

Le repérage précis d'un nid, caché dans des cultures hautes est difficile. Il est préférable de recourir à deux personnes, d'une part pour trianguler l'observation à partir de deux points (une fois que la zone est pré-localisée), puis ensuite pour guider l'une des personnes vers la zone (un observateur à l'extérieur guide une seconde personne qui progresse vers la zone du nid).

Une fois repéré, le nid est géolocalisé au GPS et un balisage mis en place (piquet avec fanion ou repère).

Le nombre de jeunes est compté, l'âge estimé (pour définir approximativement la date d'émancipation).

Les informations seront ensuite transmises aux associations naturalistes qui se chargent des mesures de protection strictes. On indique les localisations GPS des nids et les caractéristiques principales (type de culture, nombre de jeunes, âge estimé...). Une localisation sur une carte au 1: 25 000 complète les données. Si nous disposons également des coordonnées de l'exploitant, celles-ci sont transmises en même temps. L'intervention sur les nids consiste à mettre en défens ces derniers, par exemple à l'aide de cages, ou de carrés non-moissonnés autour du nid, afin de protéger la nichée des machines lors des récoltes.

Globalement, le calendrier de cette mesure est le suivant :

	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Prospections												
Localisation du nid												
Intervention												

Période de réalisation des étapes du suivi

Le suivi concernant la sauvegarde des nichées de busards est prévu pour s'étendre sur 3 années. Ce suivi pourra s'étendre au-delà de ces 3 années selon les résultats obtenus.

## H3.2 - SUIVI DU SITE

Selon l'article 12 de l'Arrêté du 26 août 2011 modifié relatif aux installations de production d'électricité, l'exploitant doit mettre en place un suivi environnemental permettant notamment d'estimer la mortalité de l'avifaune et des chiroptères due à la présence des aérogénérateurs :

- au moins une fois au cours des trois premières années de fonctionnement de l'installation puis,
- une fois tous les dix ans.

Ces suivis comprennent généralement une phase de suivi comportemental sous forme de prospections adaptées aux groupes étudiés (avifaune ou chiroptère). Il peut-être associé à un suivi de mortalité pour une partie ou l'ensemble des éoliennes.

Les propositions de suivis déclinées ci-après se basent sur le "Protocole ministériel de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres" de novembre 2015". Selon ce protocole, et compte tenu des espèces à enjeu que nous avons identifiées, il convient au minimum de mettre en place un suivi avifaunistique en période d'hivernage, pour le Hibou des marais (*Asio flammeus*). Ce suivi comportera au moins 2 passages entre les mois de décembre et février.

Il convient également de mettre en place un suivi ornithologique en période de reproduction (présence possible de Busards sur la zone du projet en cette période), et un suivi chiroptérologique en période de transit et de reproduction, notamment pour la Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus Nathusii*) et la Noctule commune (*Nyctalus noctula*).

Il conviendra aussi d'effectuer un suivi des habitats naturels.

Ces suivis seront mis à disposition de l'inspecteur des installations classées.

Si les conclusions des suivis sont différentes de celles de cette étude, des mesures telles que l'arrêt des turbines aux périodes les plus sensibles peuvent être mises en place.

\* : Dans le cas présent, le suivi débutera dans les 12 mois qui suivront la mise en place du parc.

\*\* : Si un nouveau protocole était adopté au moment de la réalisation du projet, le suivi proposé sera adapté en conséquence.

## H3.2.1 - SUIVI DES HABITATS NATURELS

### H3.2.1.1 - Objectifs

Cette partie du suivi environnemental des parcs éoliens permet d'évaluer l'état de conservation de la flore et des habitats naturels présents au niveau de la zone d'implantation des éoliennes. En effet, la composante « habitats » est un paramètre important à prendre en compte dans le suivi des populations d'oiseaux, de chauves-souris et de toute espèce protégée impactée et identifiée dans l'étude d'impact.

L'objectif principal de ce suivi est donc de rendre compte des évolutions des habitats naturels dans le temps afin de comprendre le fonctionnement écologique du site et d'en tirer des enseignements concernant le suivi des populations d'oiseaux, de chauve-souris et des espèces protégées fréquentant le parc éolien.

Dans le cas où des espèces floristiques et/ou des habitats naturels patrimoniaux auraient été mis en évidence au cours des inventaires de l'étude d'impact du projet éolien (dans notre cas, les stations de Bugrane épineuse et de Chardon-aux-ânes situé au niveau de la zone d'implantation des éoliennes), le suivi des habitats naturels pourra également servir à vérifier leur présence / absence ainsi que leur état de conservation. Ces compléments de suivi ne sont nécessaires que si le parc éolien est susceptible d'avoir une influence significative sur l'état de conservation de ces espèces floristiques ou habitats naturels patrimoniaux (ce qui ne paraît pas être le cas pour le projet).

### H3.2.1.2 - Méthodes

Le suivi des habitats naturels sera réalisé en même temps que les suivis de l'avifaune et des chiroptères, c'est-à-dire une fois au cours des trois premières années suivant la mise en service industrielle du parc éolien puis, une fois tous les 10 ans, conformément à l'article 12 et le point 3.7 de l'annexe I des arrêtés du 26 août 2011.

La méthode utilisée sera identique à celle retenue dans l'évaluation environnementale (dont étude d'impact) et reprendra le cas échéant les recommandations du Guide de l'étude d'impact des parcs éoliens (MEEDDM, 2010).

En premier lieu, un travail de photo-interprétation permet de délimiter les différents habitats (sur la base des photographies aériennes). Puis, un inventaire de terrain (1 à 2 journées) permet de préciser la superficie exacte et les caractéristiques de chaque habitat (caractéristiques écologiques, cortège floristique, état de conservation, lien avec les autres habitats recensés, nombre de stations par espèces, etc.).

Chaque habitat naturel présent dans une zone de 300 m minimum autour des éoliennes sera cartographié et identifié à l'aide de son code CORINE Biotope (et le cas échéant de son code Natura 2000 s'il s'agit d'un habitat d'intérêt communautaire). Une fiche descriptive des caractéristiques principales de l'habitat sera également élaborée.

Dans le cas où les enjeux floristiques identifiés dans l'étude d'impact le justifient, une attention particulière sera portée sur les espèces végétales protégées ou sur les structures végétales patrimoniales (stations de Bugrane épineuse et de Chardon-aux-ânes dans notre cas).

Dans les zones de grandes cultures, l'assolement joue un rôle important pour certaines espèces d'oiseaux. La cartographie des habitats pourra donc préciser les différentes cultures présentes au moment de l'inventaire de terrain.

### H3.2.2 - SUIVI ORNITHOLOGIQUE (COMPORTEMENT)

Dans le cadre d'une mission de suivi d'un parc éolien, l'étude comprend deux aspects fondamentaux, l'identification des espèces présentes pour établir une comparaison avec l'état initial et l'étude du comportement de l'avifaune présente, vis-à-vis du parc.

Un suivi sera mené sur l'ensemble du parc afin d'évaluer le comportement de l'avifaune après l'implantation des éoliennes (modification des trajectoires de vol, fragmentation des groupes d'oiseaux au gagnage en période de migration, abandon de la zone par certaines espèces...).

Ce suivi sera réalisé annuellement sur les 2 premières années. Il se déroulera sur un cycle biologique complet. Il pourra être prolongé si cela s'avérait nécessaire. Le tableau suivant indique la répartition et la fréquence des sorties prévues pour le suivi ornithologique :

Type de Suivi	Cycle biologique complet (1 an)				Fréquence
	Hiver	Printemps	Été	Automne	
Suivi avifaune - comportement	2	4	2	3	- 2 fois au cours des 3 premières années - puis 1 fois tous les 10 ans (au minimum)

Le suivi se déroulera sur un cycle biologique complet à l'image de l'état initial de ce dossier.

Hormis pour la période hivernale où deux sorties seront réalisées au lieu d'une seule comme dans l'état initial (sortie supplémentaire liée à la présence du Hibou des marais), le même nombre de prospections est repris pour les autres périodes. La présence potentielle de Busards sur la zone du projet en période de reproduction nécessite l'ajustement du nombre de sortie au printemps (4 au lieu de 3 initialement)\*. Cependant ce suivi comportemental est indépendant de la mesure d'accompagnement concernant la sauvegarde des nids de Busards.

Le nombre de sortie proposé permet de cibler les différentes phases de cycles de vie de manière satisfaisante (une même sortie peut cibler deux phases de cycles différentes).

Les sorties en hiver seront réalisées dans le but d'inventorier l'avifaune hivernante sur le site, et confirmer ou non la présence du Hibou des marais (*Asio flammeus*) sur la zone du projet de façon régulière.

Les 4 sorties printanières permettront l'observation de la migration pré-nuptiale et l'installation des espèces nicheuses sur le site.

Les 2 sorties en été vont être réalisées dans le but d'observer la nidification et les premiers mouvements migratoires post-nuptiaux.

Les 3 sorties automnales permettront l'observation de la migration post-nuptiale ainsi que les débuts d'hivernage sur le site.

Le détail du calendrier figure ci-dessous :

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Nov	Déc	Nombre de prospections par phase de cycle de vie (annuel)
<b>Hivernage</b>	■												3
<b>Pré-nuptiale</b>	■												3
<b>Nidification</b>	■												4
<b>Post-nuptiale</b>	■												4
<b>Inventaires (période ciblée)</b>	Mi-janvier (Hivernage)	Seconde quinzaine de février (Hivernage / pré-nuptiale)	Mi mars (Pré-nuptiale)	Seconde quinzaine (Pré-nuptiale/ Nidification)	Seconde quinzaine (Nidification)	Mi-juillet (Nidification)	Mi-juillet (Nidification)	Seconde quinzaine d'août (Post-nuptiale)	Seconde quinzaine (Post-nuptiale)	Seconde quinzaine (Post-nuptiale)	Seconde quinzaine (Post-nuptiale / début hivernage)	--	14

### H3.2.2.1 - L'identification des espèces présentes pour établir une comparaison avec l'état initial

Cet aspect est réalisé suivant la méthodologie classique, l'avifaune est recensée en utilisant deux méthodes :

- les Indices Ponctuels d'Abondance I.P.A. (BLONDEL, FERRY et FROCHOT 1970),
- la recherche qualitative des espèces rencontrées sur le site.

#### ► Indices Ponctuels d'Abondance

La répartition des oiseaux est directement liée à la quiétude du site, à la quantité de nourriture, au relief du terrain, à la présence de points d'eau et surtout à la structure de la végétation, tant sur le plan horizontal (diversité des milieux, densité du couvert) que vertical (nombre de strates).

Les strates décrites sont les suivantes :

- la strate herbacée,
- la strate sous-arbustive (<1 mètre),
- la strate arbustive (de 1 à 6 mètres),
- la strate arborescente (> 6 mètres).

Chaque station fait l'objet d'une observation visuelle et auditive d'une durée de 20 minutes.

Pour chaque relevé, une liste complète des espèces vues ou entendues est dressée. Les oiseaux sont dénombrés en distinguant :

- les milieux sur lesquels ils sont dénombrés,
- ceux observés en vol ou détectés au loin,
- ceux utilisant le milieu sans s'y reproduire (secteur riche en ressources alimentaires constituant un territoire de chasse et zone de repos),
- ceux repérés sur place dans un milieu favorable ou potentiellement favorable à leur nidification.

Pour le projet, l'enjeu principal est la période de migration, c'est pourquoi un nombre important de prospections porteront sur cette période. Ainsi, une prospection aura lieu durant la deuxième quinzaine du mois d'août, pour d'éventuels migrateurs précoces comme les rapaces. Une seconde à la mi septembre (début timide de migration), puis 1 prospection en octobre, et de même en novembre, qui sont les mois où la migration post-nuptiale est la plus active.

En ce qui concerne la migration pré-nuptiale, on réalisera des prospections à partir de la seconde quinzaine de février, puis à la mi-mars et à la mi- avril.

Bien que ces prospections visent la "migration active", elles pourront également servir pour les hivernants (seconde quinzaine de novembre et seconde quinzaine de février), ainsi que pour les nicheurs avec la prospection à la mi-avril.

On s'attache en particulier à rechercher la présence du Busard Saint-Martin (*Circus cyaneus*), car cette espèce protégée inscrite à l'Annexe I de la Directive "Oiseaux", a été observée au cours des prospections menées avant l'implantation des machines et est une espèce nichant dans les milieux favorables au développement éolien (openfields) :

Espèce	Lieu de nidification	Période d'observation préférentielle	Période de prospection préférentielle
Busard Saint-Martin	Champs de céréales	Matin	15 avril au 15 mai

Les périodes de prospections idéales correspondent aux périodes nuptiales de ces espèces (activité plus importante dû à la recherche de territoire, chant pour attirer les femelles...).

#### ► Recherche qualitative

La technique des I.P.A. s'appliquant essentiellement aux passereaux et aux ordres apparentés, une recherche qualitative permettra d'inventorier les oiseaux difficiles à recenser par la technique des stations "échantillon" comme ceux occupant un grand espace (rapaces, corvidés, laridés) ou ceux trouvés morts sur les voies de circulation.

Afin d'établir une corrélation entre les milieux étudiés et les espèces rencontrées, les oiseaux ne sont recensés que lorsqu'ils sont en activité sur le milieu. Les autres oiseaux sont classifiés dans la catégorie "espèces à grand rayon d'action".

A partir des I.P.A. et des recherches qualitatives nous définirons des groupements d'oiseaux classés suivant les grandes catégories de milieux.

Dans la mesure du possible, il est préférable de reprendre les points d'observation de l'étude initiale, afin d'établir une comparaison. Toutefois, sur le terrain, il peut s'avérer que certains points ne sont plus positionnés correctement (exemple : champ de vision masqué), du fait d'une modification du contexte (construction d'un hangar, stockage en hauteur de ballots de paille...).

Ainsi dans la mesure du possible nous positionnons nos points d'observation aux mêmes stations que celles de l'étude initiale, mais si des incohérences apparaissent le plan d'observation sera modulé.

Enfin si le parc a été réduit par rapport au projet, seuls les points concernant les éoliennes installées sont repris (il n'y a pas lieu de faire un suivi là où il n'y a pas d'éolienne).

Les observations sont réalisées en vue directe, avec des jumelles à large champ pour balayer tout l'espace (jumelles 12X50), et à la longue vue (Yukon 6-25X25 ; 25-100X100) pour déterminer les oiseaux posés, soit de petite taille, soit trop éloignés pour une détermination à la jumelle.

### H3.2.2.2 - L'étude du comportement de l'avifaune présente, vis-à-vis du parc

L'objectif n'est pas de faire un inventaire de l'avifaune utilisant ou traversant le site, mais bien de contrôler l'impact du parc.

Aussi les observations se font toujours dans un but de comparaison par rapport à l'état initial et d'analyser le comportement de l'avifaune par rapport aux éoliennes. Les observations portent donc sur :

- les espèces présentes,
- le nombre d'individus,
- le comportement des individus (au sol, en vol de passage, en vol de chasse, regroupement...),
- la hauteur de vol (si en vol),
- la direction de la trajectoire (en cas de survol),
- le comportement vis-à-vis des éoliennes (exemple : contourne l'éolienne),
- les conditions climatiques.

On trouvera en Figure 139 le modèle de fiche de suivi que nous utilisons. Cette fiche a été créée par le bureau d'études en environnement Planète Verte, spécifiquement pour le suivi éolien.

FIGURE 139 : FICHE DE SUIVI AVIFAUNE TYPE												
Site :		Conditions climatiques										
Localisation :		T°	Vent		Couvert nuageux en %		Précipitations				Tres Important	
Opérateur :							Faible	Modéré	Important	Tres Important		
Date :		< 5		0 %								
Point d'observation :		5 à 10		10 à 30 %								
N° fiche du point :		10 à 20		30 à 50		Pluie						
Heure de début :		20 à 50		50 à 100		Neige						
Durée :		> 50		100 %		Grêle						
		secteur		Plafond :		Brouillard						
Espèce	Effectif	Situation			Comportement / éolien					Milieu	Remarque	
		Posé	Vol local	Vol traversant (indiquer la direction)	Contournement du parc	Aucun	Contournement latéral	Survole	Plongeon			Autre

### H3.2.3 - SUIVI CHIROPTÉROLOGIQUE (COMPORTEMENT)

Afin de vérifier si les éoliennes du parc n'engendrent pas de risques d'impacts pour les chiroptères, un suivi comportemental sera mené sur l'ensemble des machines du parc.

Le tableau ci-dessous indique la répartition et la fréquence du suivi chiroptères. Comme pour l'avifaune, le suivi se déroulera sur un cycle biologique complet à l'image de l'état initial de ce dossier, (voir chapitre "K1.4.2.2 - Synthèse du déroulement des prospections", page 588).

Deux sorties supplémentaires sont prévues en plus des 7 sorties de l'état initial, afin de prendre en compte les préconisations du protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres.

La Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus Nathusii*) et la Noctule commune (*Nyctalus noctula*), qui présentent un indice de vulnérabilité de 3,5, ont été recensées sur la zone du projet (principalement en été). Le protocole de suivi environnement recommande 9 sorties par an réparties sur les trois saisons d'observation. La répartition des sorties est déterminée par les enjeux détectés dans l'étude.

La mise en oeuvre des différents suivis est détaillée ci-après.

Type de Suivi	Cycle biologique complet (1 an)				Fréquence
	Hiver	Printemps	Été	Automne	
Suivi chiroptères - comportement	-	2	4	3	- 2 fois par an au cours des 3 premières années - puis 1 fois tous les 10 ans (au minimum)

Si au cours des deux premières années, le suivi montrait des risques particuliers, il serait prolongé.

Pour l'étude du comportement des chiroptères, deux aspects sont à prendre en compte :

- les populations locales qui utilisent le site pour leur vie quotidienne (chasse par exemple),
- les phénomènes de "migration", qui peuvent concerner des populations n'utilisant pas habituellement le site, mais qui peuvent le traverser au moment des "migrations" en sortie d'hivernage, ou au contraire au moment de l'hivernage (déplacements depuis les sites de vie vers les sites d'hivernage).

Il semblerait, jusqu'à preuve du contraire, que les migrations des chiroptères s'effectuent en utilisant les éléments structurants du paysage (vallée). Lorsque des phénomènes de type "migratoire" concernent un plateau agricole, les déplacements sont plutôt diffus sur l'ensemble du site (pas d'axe ou de couloir bien défini).



Les chiroptères étant des animaux nocturnes, les prospections ont lieu la nuit (en réalité à partir de la tombée de la nuit, qui est la période la plus favorable).

### ► **Les prospections**

Les chiroptères étant des animaux nocturnes, les prospections ont lieu la nuit (en réalité à partir de la tombée de la nuit, qui est la période la plus favorable).

Les chauves-souris sont identifiées selon deux méthodes :

- **la perception visuelle** : même à la tombée de la nuit, il est possible de distinguer le vol de ces animaux. Celui-ci nous indique d'abord leur présence, et dans une certaine mesure, l'observation permet aussi de pressentir quelles espèces sont présentes (taille des individus, type de vol). La recherche visuelle est également réalisée à l'aide d'appareil de vision nocturne (jumelle yukon ranger 5 X 42, avec illuminateur infra-rouge et possibilité d'enregistrement), qui permet de voir jusqu'à 250 m (sous certaines conditions), ou simplement avec un projecteur.
- **l'écoute** : les chiroptères émettent pour se repérer dans l'espace des ultrasons, non perceptibles par l'oreille humaine mais pouvant être captés par des appareillages spécialisés.

Nous utilisons un détecteur Petterson D 240X, qui fonctionne en hétérodynage, mais surtout en expansion de temps.

Le **mode hétérodynage** consiste à transformer électroniquement un signal ultrason inaudible par l'oreille humaine, en un signal dans la bande de fréquence audible. Ce procédé permet d'identifier la gamme de fréquence de l'émission originale (avec l'indicateur sur l'appareil : on perçoit le son de la fréquence sur laquelle on règle l'appareil), ainsi que, dans une certaine mesure, la forme (amplitude et variation) et la modulation (rythme) du signal.

Ce mode permet d'identifier certaines espèces qui émettent dans une gamme de fréquence bien spécifique, mais aussi grâce parfois à la forme et à la modulation du signal. L'inconvénient de cette technique est que seuls les signaux sur la bande choisie sont captés (mais l'on compense cet inconvénient en balayant la bande de fréquences ultrasons), et la détermination doit être immédiate, ce qui est parfois délicat. Par contre cette technique permet de rapidement mettre en évidence la présence de chiroptères. Le balayage du territoire en mode hétérodynage constitue donc un pré-repérage.

Lorsqu'une présence de chiroptère est identifiée, nous utilisons le **mode expansion de temps**. Cette technique consiste à enregistrer un signal en "l'étirant dans le temps", afin de disposer d'une "image acoustique" de meilleure qualité. Cette technique est similaire à un enregistrement sur un magnétophone tournant à grande vitesse, et que l'on écoute ensuite à une vitesse normale. Ainsi l'enregistrement du signal induit beaucoup moins d'altérations. Ceci permet une analyse plus fine du signal, et permet parfois de faire la distinction entre différentes espèces possibles. Toutefois, la fonction expansion de temps ne permet pas de réaliser un enregistrement en continu.

En principe chaque espèce émet selon un spectre d'ultrason, spécifique. Toutefois certaines espèces présentent des plages communes, voire un spectre identique (ex : Vespertilion à moustaches et Vespertilion de Brandt).

L'identification se fait donc en fonction de la fréquence d'émission, mais également et surtout par l'analyse de la modulation du son.

Pour l'écoute, deux techniques complémentaires sont utilisées :

- les points d'écoutes disposés en des endroits stratégiques du territoire (croisée de chemins, haie...) ; les points de la précédente étude étant repris, dans la mesure du possible, et sur la zone du parc ;
- le déplacement lent le long des éléments structurants (haie, chemin...), toujours dans la zone du parc.

En principe le suivi s'étale sur trois périodes :

- **le printemps** : Après l'hiver, les chiroptères sortent de leurs gîtes, en suivant le retour des insectes. Cette période montre normalement une montée progressive de l'activité.
- **l'été (juillet, août et septembre)** : Il s'agit ici de définir les conditions d'utilisation du site. En ce cas on privilégie la recherche de l'utilisation du site, par des écoutes fixes et en déplacement le long des éléments structurants. L'identification des espèces est plus facile, car l'on dispose de son signal acoustique et de l'observation. L'objectif est donc de définir quelles espèces fréquentent le site, le taux de fréquentation ou d'activités (nombre de contacts), et les zones du site utilisées.
- **l'automne** : Après le mois d'août, on observe une période d'intense activité des chiroptères, car les mères n'ont plus à s'occuper des jeunes qui sont émancipés, parce que les individus cherchent à constituer des réserves pour l'hiver, et parce qu'il s'agit également de la période d'accouplement. De plus, au retour du froid, les individus gagnent leur gîte d'hivernage, c'est donc une période pendant laquelle on peut observer la "migration" des chiroptères, c'est-à-dire leur déplacement depuis le site d'estivage, vers le site d'hiver.

L'objectif est donc également de définir les conditions d'utilisation du site, mais aussi de savoir si des passages de type migratoire, sont identifiables.

On recherche donc essentiellement les trajectoires directes (traversée du site), plutôt que les vols en trajectoires zigzagantes (comportement de chasse).

Les hauteurs de vol en cas de migration sont variables selon les espèces (de quelques dizaines de mètres de hauteur à plus de cent mètres selon certains auteurs).

Afin de rechercher si des migrations affectent le site, la prospection est réalisée par écoute simple sur des points fixes (en ce cas les signaux des chiroptères ne peuvent être captés que sur une quarantaine de mètres, sauf à utiliser un ballon captif), mais elle est surtout complétée par l'observation avec des jumelles de vision nocturne. Les jumelles permettent de mettre en évidence des vols en hauteur, mais ne garantissent pas une identification formelle de l'espèce concernée. Les hauteurs de vol, sont également assez difficiles à évaluer.

Rappelons que dans le cas du site, il n'y a aucune suspicion de migration traversant le site.

### H3.2.4 - SUIVI DE MORTALITE (AVIFAUNE ET CHIROPTERES)

Un suivi mortalité sera mis en place pour les toutes les machines du parc\*. L'impact global du site lié aux risques de collisions pour l'avifaune et les chiroptères est faible. Cependant, la présence d'espèce d'oiseaux ou de chiroptères ayant un indice de vulnérabilité de 3,5 (Busard des roseaux, Pipistrelle de Nathusius), entraîne un contrôle opportuniste de 4 passages par éolienne par an à 3 jours d'intervalle en avril, mai, juin, août ou septembre.

Les études de mortalité sont des prestations lourdes impliquant de nombreux passages sur le terrain. Elles ont normalement pour fonction d'estimer le taux de mortalité induit par un parc. Ce suivi peut être réalisé conjointement pour l'avifaune et les chiroptères.

En principe on procède à l'inspection d'un carré, centré sur chaque éolienne faisant l'objet du suivi. La durée d'inspection, pour une éolienne est de l'ordre d'une heure.

Pour limiter la disparition des cadavres par prédation, les passages doivent être réalisés à intervalles réduits, l'idéal étant de réaliser un suivi chaque jour.

Le couvert végétal influence fortement les résultats des prospections.

La recherche de cadavre, surtout de chiroptères, animaux de petite taille et de couleur peu visible, ne peut être réalisée que de jour. Pour être réalisée correctement, cette prestation nécessite une attention soutenue, et fixée au sol. Ainsi, le suivi de la mortalité ne peut pas être réalisé en même temps qu'un autre suivi comportemental.

Pour les chiroptères, il nous semble qu'il serait pertinent de regrouper les interventions pendant la période de mortalité la plus couramment relevée dans la littérature, à savoir la période de swarming (période après l'émancipation des jeunes, de recherche de partenaires sexuels), c'est à dire entre la mi-août et la mi-septembre. A cette période les sols sont le plus souvent à nu (moissons réalisées), la recherche des cadavres est ainsi plus facile et plus efficace. Il s'agit également de la période la plus favorable pour l'avifaune car cela permettra de prendre en compte les migrateurs (notamment le Busard des roseaux, espèce ayant un indice de vulnérabilité de 3,5, et observé en migration post-nuptiale).

Le suivi de mortalité, illustré par le tableau, se déroulera donc de la façon suivante :

- zone prospectée : carré de 140 m de coté autour de l'éolienne concernée, correspondant à un diamètre maximum du rotor plus 15 % (pour étudier la zone de survol et ses abords immédiats),
- nombre de passages : quatre passages (noté "Pass." dans le tableau ci-dessous),
- durée entre deux passages : deux à trois jours (signalés par "-" dans le tableau ci-dessous), afin de concilier limitation de la prédation et durée significative de suivi (trois passages sur trois jours consécutifs, permettant certes d'éviter davantage la prédation mais conduisant à couvrir une période de 6 jours tout au plus).
- durée totale et période du suivi : de douze à seize jours entre la mi-août et la mi-septembre.

Jour		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Orga- nisation du suivi	Choix 1	Durée du suivi de mortalité minimum (12 jours)															
		-	-	Pass.	-	-	Pass.	-	-	Pass.	-	-	Pass.				
	Choix 2	Durée du suivi de mortalité maximum (16 jours)															
		-	-	-	Pass.	-	-	-	Pass.	-	-	-	Pass.	-	-	-	Pass.

Les "Choix 1" et "Choix 2" peuvent être modulés entre eux, notamment pour tenir compte des jours ouvrés.

A noter que les formules de "calcul" du taux de mortalité en fonction de la pression d'observation, ne peuvent s'appliquer dans ce cas de figure, car le nombre de prospections n'est pas suffisant.

A l'issue de ces investigations, si aucun cadavre n'a été trouvé, et compte tenu également de l'interprétation des études comportementales, on pourra conclure à l'absence d'impact significatif, par collision. Il ne sera alors plus nécessaire de réaliser d'autre prospection de ce type, sauf si l'auto-contrôle mettait en évidence une subite mortalité importante.

Si au contraire, le suivi montre des phénomènes de mortalité significative, un suivi détaillé sera enclenché afin de rechercher des causes et des remèdes possibles. La mortalité est jugée significative lorsque est mise en évidence :

- une mortalité totale du parc supérieure à 6 individus - hors espèces à enjeux particuliers,
- ou une mortalité par éolienne supérieure à 3 individus - hors espèces à enjeux particuliers,
- ou une mortalité affectant une espèce à fort enjeu.

\* : Selon le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres de Novembre 2015, l'intensité des suivis de mortalité pour les oiseaux et les chauves-souris doit être déterminé en fonction de la vulnérabilité des espèces identifiées sur le parc éolien et des impacts potentiels évalués dans l'étude d'impact en termes de collisions. L'intensité des suivis de mortalité retenue sera celle la plus contraignante des deux.

### H3.2.5 - SYNTHÈSE CONCERNANT LE SUIVI DES PLANTATIONS

La haie plantée fera l'objet d'une vérification de la reprise des sujets plantés, un an après la plantation. Le cas échéant, les sujets morts seront remplacés. Le développement de la haie sera ensuite contrôlé à échéance 5 et 10 ans.

On évaluera à terme de 10 ans son efficacité écologique (fréquentation avifaune et chiroptères notamment).

### H3.2.6 - SYNTHÈSE CONCERNANT LE SUIVI

Le tableau suivant récapitule le nombre et la période à laquelle les prospections de suivi seront réalisées et les points ou les éoliennes sur lesquelles porte le suivi.

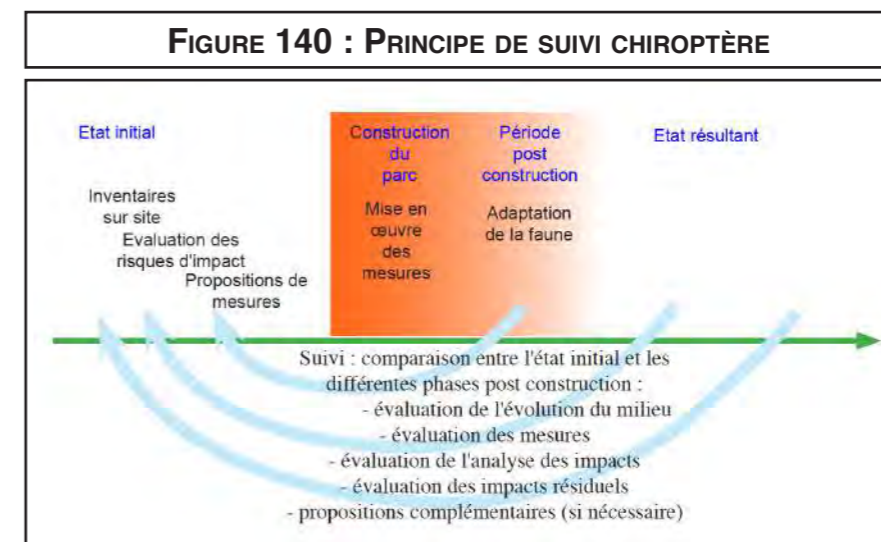
Type de Suivi	Cycle biologique complet (1 an)				Remarques
	Hiver	Printemps	Été	Automne	
Suivi avifaune - comportement	2	4	2	3	Sur tous les points similaires à l'état initial
Suivi chiroptères - comportement	-	2	4	3	1 point d'écoute par éolienne
Suivi mortalité - avifaune/ chiroptères	-	-	-	1 séquence de 4 passages	Sur les 18 machines pour l'avifaune et les chiroptères
Suivi de la haie	Suivi à échéance 1 an, 5 ans et 10 ans - Contrôle à 10 ans de l'efficacité écologique				

En ce qui concerne la fréquence de réalisation des suivis, rappelons que la réglementation impose un suivi au moins une fois au cours des trois premières années de fonctionnement de l'installation puis, une fois tous les dix ans.

Sur la base de la réglementation et dans le cadre du présent projet, un suivi est proposé sur deux ans au cours des trois premières années, afin de limiter la contribution des paramètres naturels (aléa biologique et circonstances climatiques par exemple voir partie interprétation ci-après). Les suivis ont ensuite lieu tous les dix ans.

### H3.2.7 - INTERPRÉTATION ET ANALYSE DES RISQUES

L'objectif est de définir quelles sont les modifications apportées par le projet et si elles sont conformes à ce qui avait été évalué (étude d'impact). Pour cela, des comparaisons avec les relevés réalisés en amont de l'implantation des éoliennes seront menées (Figure 140).



Notons que la comparaison sur une seule année n'est pas forcément significative, car d'une part le comportement de l'avifaune et des chiroptères vis-à-vis de l'éolien peut évoluer dans le temps, et d'autre part, les conditions climatiques peuvent influencer les résultats.

Ainsi une différence entre l'état initial et l'année d'observation ne sera pas forcément attribuable à l'aspect éolien (aléa biologique, circonstance climatique ou autre...). Ces comparaisons devront donc être menées avec prudence.

L'analyse portera sur :

- la mortalité directe induite,
- les modifications de comportement et l'adaptation au nouvel environnement,
- les modifications de fréquentation (territoire abandonné par la faune).

Pour le suivi de mortalité, si aucun cadavre n'est trouvé on pourra conclure à l'absence de risques.

En cas de découverte de plus de trois cadavres, pour les machines pour lesquelles un suivi mortalité est réalisé, on considère qu'il y a un risque et qu'un problème existe. Il convient en ce cas de réaliser un suivi plus détaillé pour définir si :

- le problème est réel (et non un artefact),
- le problème peut être résolu autrement que par du bridage (exemple : suppression d'un facteur d'attractivité pour les chiroptères),
- un bridage est nécessaire et si oui lequel.

En cas de mortalité confirmée et en l'absence d'autres mesures possibles, un bridage sera mis en place sur les éoliennes concernées par ce phénomène (voir "H3.1.2.3 - Mesures réductrices concernant les chiroptères", page 464).

### H3.3 - SYNTHÈSE DES MESURES POUR LE MILIEU NATUREL

Le tableau ci-dessous synthétise par espèce patrimoniale présentant un risque vis-à-vis de l'implantation du parc à l'issu de l'analyse des impacts (Cf. "E2.6.4.3 - Synthèse avifaune", page 250 ainsi que la sous-partie "E2.6.5.3 - Synthèse sur les chiroptères", page 264), les différents aspects abordés\* :

	Impacts (sans mesures)	Mesures d'évitement	Mesures de réduction	Impact résiduel	Mesures compensatoire	Mesures d'accompagnement
<b>Habitat</b>	Négligeable	-	-	Non significatif	Plantation de haies	Suivi du milieu naturel et suivi des plantations, suivi des stations des espèces patrimoniales
<b>Flore</b>	Faible (8 m de haie)	Mise en exclus des stations patrimoniales	-	Non significatif		
<b>Alouette des champs</b>	Faible (perte habitat et dérangement en phase travaux)	Travaux de terrassement en dehors de la période mars-août (période de reproduction)	Eviter l'embroussaillage des plates-formes	Faible	-	Sauvegarde des nichées de busards
<b>Bruant proyer</b>				Faible		
<b>Busard Saint-Martin</b>				Faible		
<b>Caille des blés</b>				Faible		
<b>Perdrix grise</b>				Faible		
<b>Vanneau huppé</b>				Faible		
<b>Bruant jaune</b>	Faible (dérangement en phase de travaux)	Travaux de terrassement en dehors de la période mars-août (période de reproduction)	--	Non significatif	-	Suivi ornithologique sur un cycle biologique complet (en période de nidification, migration et hivernage) et suivi de mortalité
<b>Fauvette grisette</b>						
<b>Tourterelle des bois</b>						
<b>Linotte mélodieuse</b>						
<b>Pouillot fitis</b>						
<b>Hibou des marais</b>	Faible	--	--	Non significatif		
<b>Pluvier doré</b>	Modification des zones de halte et/ou de gagnage	Maintien d'un espacement suffisant entre les éoliennes du parc		Faible	-	
<b>Vanneau huppé</b>				Faible		
<b>Chiroptères</b>	Faible à modéré	- gestion des lumières en phase d'exploitation - mise en place de grilles sur les interstices des nacelles et des tours - ne pas rendre les abords des plates-formes attractifs	Bridages des machines situées au sein de zones à enjeux modérées, en bordure de ces zones, ou à proximité d'éléments structurants	Non significatif Réduction des risques de collision au maximum (subsiste uniquement le risque de collision à caractère aléatoire non contrôlable)	-	Suivi chiroptérologique comportemental et suivi de mortalité
<b>Autres groupes faunistiques</b>	Négligeable	-	-	Non significatif	-	-

Nous pouvons rappeler que parmi les autres espèces avifaunistiques patrimoniales identifiées au cours des prospections, l'analyse des impacts avait conclu à un risque global non significatif pour ces espèces.

\* : Malgré l'ensemble des mesures prises pour réduire au maximum les risques de collision, il reste toujours un risque aléatoire (pour l'avifaune et les chiroptères) qui concerne surtout les pipistrelles et les noctules chez qui des cas de mortalité existent. C'est pour mieux connaître ce phénomène qu'un suivi de la mortalité est ainsi obligatoire. Du fait de risque aléatoire, nous ne pouvons pas conclure à un impact nul. En revanche, nous pouvons considérer pour ces deux taxons, compte tenu de toutes les mesures qui ont été prises, à un impact négligeable.

## H4 - MESURES POUR LE PATRIMOINE

Le préfet, après avis de la DRAC, ordonnera si nécessaire une campagne de diagnostic archéologique. En cas de découverte de site, le développeur conviendra avec la préfecture et la DRAC, des mesures à envisager qui sont généralement une fouille préventive des vestiges.

## H5 - MESURES EN FAVEUR DE L'HABITAT ET DES ACTIVITÉS HUMAINES

### H5.1 - MESURES D'ÉVITEMENT

Rappelons ici que l'éloignement du projet vis-à-vis des habitations (700 m minimum) permet d'éviter tout impact fort sur l'habitat et les activités environnantes.

### H5.2 - MESURES RÉDUCTRICES ET SUIVI DES IMPACTS CONTRE LE BRUIT

L'étude acoustique montre qu'il existe des risques de dépassement des seuils réglementaires en période nocturne.

Nous proposons donc, afin de répondre à ces situations non réglementaires, des modalités de fonctionnement réduit (bridage des machines).

Rappelons aussi qu'afin de valider le fait que le projet n'engendrera aucun dépassement d'émergence sonore, des mesures de bruits seront effectuées après mise en place des machines (un rapport sera transmis, dans ce cadre, à l'inspecteur des Installations Classées).

### H5.2.1 - LE BRIDAGE

#### ➔ Différents modes de bridage

Le résultat des simulations acoustiques conclut à un risque de dépassement des émergences réglementaires. Un plan d'optimisation ou plan de bridage va donc être proposé, dans différentes directions de vent privilégiées et en fonction de la vitesse du vent.

Ce plan de bridage est élaboré à partir de huit modes de bridage permettant une certaine souplesse et limitant ainsi la perte de production. Ils correspondent à des ralentissements graduels de la vitesse de rotation du rotor de l'éolienne permettant de réduire la puissance sonore des éoliennes.

De même, plus le bridage est important, plus la perte de production augmente.

E115 - 3,0 MW – HH=92m								
Vitesse de vent à Href=10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
LwA en dBA – Pleine puissance	91,0	96,5	100,6	103,6	105,7	106,4	106,5	106,5
LwA en dBA – OM I	90,9	96,5	100,5	103,1	104,7	105,4	106,0	106,0
LwA en dBA – OM II	90,9	96,5	100,1	102,5	104,2	104,7	105,0	105,0
LwA en dBA – Mode 105,6	91,0	96,5	100,6	103,6	105,6	105,6	105,6	105,6
LwA en dBA – Mode 103,8	91,0	96,5	100,6	103,6	103,8	103,8	103,8	103,8
LwA en dBA – Mode 102,0	91,0	96,5	100,6	102,0	102,0	102,0	102,0	102,0
LwA en dBA – Mode 100,0	91,0	96,5	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
LwA en dBA – Mode 97,5	91,0	96,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5
LwA en dBA – Mode 94,0	91,0	94,0	94,0	94,0	94,0	94,0	94,0	94,0

Ces données sont issues des documents :

- SPL E-115 OM 0 3.0 mW Est Rev1 daté d'Août 2013,
- SPL E-115 OM I 3.0 MW Est Rev1 daté d'Août 2013,
- SPL E-115 OM II 3.0 MW Est Rev1 daté d'Août 2013,
- SPL E-115 Red Rev1 daté de Septembre 2013,

établis par la société ENERCON. Elles sont réalisées conformément aux normes IEC 61400-11. Ces mesures ont été réalisées pour des machines dont la puissance nominale est de 3 MW.

### ☐ Mise en œuvre du bridage

Les plans d'optimisation proposés ci-après permettent de prévoir un plan de fonctionnement du parc respectant les contraintes acoustiques réglementaires après la mise en exploitation des machines. Pour confirmer et affiner ces calculs, il sera nécessaire de réaliser une campagne de mesure de réception en phase de fonctionnement des éoliennes. En fonction des résultats de cette mesure de réception, les plans de bridages pourront être allégés ou renforcés (un arrêt complet de l'éolienne étant envisageable en cas de dépassement des seuils réglementaires avérés) afin de respecter la réglementation en vigueur.

Ce plan de bridage est mis en œuvre grâce au logiciel de contrôle à distance de l'éolienne via le SCADA. A partir du moment où l'éolienne enregistrera, par l'anémomètre (vitesse du vent) et la girouette (direction du vent) situés en haut de la nacelle, des données de vent « sous contraintes » et en fonction des périodes horaires (diurne : 7h-22h ou nocturne 22h-7h), le mode de bridage programmé se mettra en œuvre.

Concrètement, la vitesse de rotation du rotor est réduite par une réorientation des pales, via le pitch (système d'orientation des pales se trouvant au niveau du hub ou nez de l'éolienne) afin de limiter leur prise au vent en jouant sur le profil aérodynamique de la pale. Les modes de bridage correspondent donc à une inclinaison plus ou moins importante des pales.

L'intérêt de cette technique est qu'elle permet de ne pas utiliser de frein, qui pourrait lui aussi produire une émission sonore et augmenter l'usure des parties mécaniques. En cas d'arrêt programmé de l'éolienne dans le cadre du plan de bridage, les pales seront mises « en drapeau » de la même manière, afin d'annuler la prise au vent des pales et donc empêcher la rotation du rotor.

Aucune contrainte d'application des modes bridés n'est considérée.

## H5.2.2 - PLAN D'OPTIMISATION PROPOSÉ AU REGARD DU PROJET

Au regard du projet seul, des risques d'émergence sonore supérieure au seuil autorisé apparaît de nuit au niveau de Pronville, Inchy-en-Artois et Quéant.

### ➔ Plan d'optimisation proposé

Plan de bridage _ fonctionnement nocturne des machines								
vitesse (VS10)	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
E7								
E8								
E9								
E10								
E11								
E12				om 1000	om 1000	om 1500		
E13				om 1000	om 600	om 1000		
E14				om 600	om 600	om 1000	om 2000	
E15					om 1500			
E16					om 1000			
E17				om 600	om 600	om 1000		
E18					om 1500			
E19								
E20								
E21								
E22				om 1000	om 1000	om 1500		
E23				om 1000				
E24				om 1000	om 2000			

Ci-après les résultats obtenus en période nocturne avec le plan de bridage ci-dessus :

• Bruits ambiants calculés :

Il s'agit de la somme logarithmique du bruit résiduel mesuré et du bruit particulier émis au point de calcul par l'ensemble des machines.

Position d'étude	Bruits ambiants calculés - période NOCTURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
<b>Fme de l'Abbaye_1M</b>	24,9	30,1	34,2	37,1	38,8	43,0	46,5	47,1
<b>Pronville_1M</b>	32,6	34,0	35,1	36,4	39,2	41,6	44,9	48,9
<b>Pronville_2M</b>	24,1	28,3	31,7	31,9	32,0	35,0	37,9	41,1
<b>Pronville_3M</b>	26,6	29,5	32,3	33,0	33,9	37,0	39,5	43,9
<b>Inchy-en-Artois_M</b>	25,4	30,5	34,1	34,8	38,3	40,1	43,9	47,1
<b>La Paillote_M</b>	27,5	32,6	37,6	37,0	39,8	42,4	46,2	50,5
<b>Morchies_M</b>	27,7	31,6	36,0	37,8	38,7	41,8	45,0	47,7
<b>Lagnicourt-Marcel_1M</b>	23,4	29,6	35,7	37,9	39,8	40,8	43,2	46,1
<b>Lagnicourt-Marcel_2M</b>	32,7	35,0	37,2	39,1	40,7	43,0	44,8	45,2
<b>Quéant_1</b>	25,5	30,7	34,7	37,4	39,2	43,2	46,6	47,2
<b>Quéant_2</b>	24,3	29,5	33,5	36,4	38,2	42,8	46,5	47,0
<b>Pronville_4</b>	27,1	30,4	33,4	34,2	34,4	37,5	40,0	44,1
<b>Pronville_5</b>	27,5	31,0	34,2	34,8	34,8	38,0	40,5	44,3
<b>Moeuvres</b>	23,3	27,9	31,0	32,4	36,3	38,5	43,2	46,8
<b>Boursies</b>	27,5	32,8	37,9	37,6	40,2	42,6	46,3	50,5
<b>Louveral</b>	27,5	32,7	37,8	37,5	40,0	42,6	46,3	50,5
<b>Morchies_2</b>	27,7	31,6	36,0	37,8	38,7	41,8	45,0	47,7
<b>Morchies_3</b>	23,4	29,0	35,3	37,2	39,2	40,4	43,0	46,0
<b>Lagnicourt-Marcel_3</b>	23,4	29,7	35,8	37,9	39,8	40,8	43,3	46,1
<b>Beaumetz_Est</b>	27,7	29,1	30,2	34,7	39,3	41,9	42,5	43,0
<b>Beaumetz_Ouest</b>	27,7	29,1	30,2	34,7	39,3	41,9	42,5	43,0

• Calculs des émergences :

Il s'agit de la différence arithmétique entre le bruit ambiant calculé et le bruit résiduel mesuré, pour chaque vitesse de vent, pour l'ensemble des machines.

Position d'étude	Émergences calculées - période NOCTURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
<b>Fme de l'Abbaye_1M</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,3	1,8	0,6	0,3	0,3
<b>Pronville_1M</b>	Lamb<35	Lamb<35	1,2	0,5	0,2	0,2	0,3	0,1
<b>Pronville_2M</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	3,0	1,3
<b>Pronville_3M</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	1,5	1,5	0,5
<b>Inchy-en-Artois_M</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,8	2,1	0,9	0,4
<b>La Paillote_M</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Morchies_M</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Lagnicourt-Marcel_1M</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,5	0,7	0,6	0,4	0,2	0,1
<b>Lagnicourt-Marcel_2M</b>	Lamb<35	1,1	2,0	2,5	2,0	1,1	0,8	0,7
<b>Quéant_1</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,7	2,2	0,8	0,4	0,4
<b>Quéant_2</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	1,6	1,2	0,4	0,3	0,2
<b>Pronville_4</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,0	2,0	0,8
<b>Pronville_5</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,5	2,5	1,0
<b>Moeuvres</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	0,8	0,5	0,2	0,1
<b>Boursies</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,3	0,6	0,4	0,2	0,1	0,0
<b>Louveral</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,2	0,5	0,2	0,2	0,1	0,0
<b>Morchies_2</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Morchies_3</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Lagnicourt-Marcel_3</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,6	0,7	0,6	0,4	0,3	0,1
<b>Beaumetz_Est</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Beaumetz_Ouest</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	0,0	0,0	0,0	0,0

Selon nos mesures sur site et via les outils méthodologiques disponibles les résultats obtenus sont :

• **Pour la période diurne, avec un fonctionnement « normal » :**

**Il n'y a pas de dépassements prévisionnels d'émergences.**

• **Pour la période nocturne, avec un fonctionnement « normal » ou « optimisé » selon les conditions météorologiques (vitesse et direction des vents) :**

**Il n'y a pas de dépassements prévisionnels d'émergences.**

Ces conclusions sont valables pour l'ensemble des zones à émergences réglementées.

## H5.2.3 - PLAN D'OPTIMISATION PROPOSÉ AU REGARD DES PARCS ÉOLIENS ENVIRONNANTS ACCEPTÉS

Au regard des parcs éoliens environnants acceptés, un plan de bridage complémentaire apparaît nécessaire pour le parc du projet, et le cas échéant, pour le parc voisin de la Voie d'Artois (parc en instruction déposé concomitamment par Energieteam) :

➔ Plan de bridage proposé en tenant compte des parcs de l'Enclave :

Plan de bridage _ fonctionnement nocturne des machines								
vitesse (VS10)	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
E1								
E2								
E3								
E4				om 1000				
E5								
E6								
E7				om 1500	om 2000			
E8								
E9								
E10								
E11								
E12					om 1500	om 1500		
E13				om 1000	om 1000	om 1000		
E14				om 600	om 600	om 1000		
E15					om 1500			
E16				om 1500	om 1000			
E17				om 600	om 600	om 1000		
E18					om 1000			
E19				om 1500				
E20				om 1500				
E21								
E22				om 1000	om 1000	om 1500		
E23			om 600	om 600	om 600	om 2000		
E24			om 600	om 400	om 600	om 1500		
B1								
B2								
B3								
B4				mode 8+	mode 4+			
B5								
M1			mode 4+	mode 8+	mode 8+			
M2				mode 8+	mode 3+			
M3				mode 4+				
M4				mode 4+				
M5				mode 4+				
C1								
C2								
C3								
C4								
C5								

- B1 à B5 : Eoliennes au Nord de Louveral (Parc de l'Enclave) ;
- M1 à M5 : Eoliennes à l'Ouest de Moeuvres (Parc de l'Enclave) ;
- C1 à C5 : Eoliennes à l'Est de Boursies (Parc de l'Enclave) ;



• Bruits ambiants résultant :

Position d'étude	Bruits ambiants calculés - période NOCTURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
<b>Fme de l'Abbaye_1M</b>	24,9	30,1	34,2	37,2	38,8	43,0	46,3	47,3
<b>Pronville_1M</b>	32,6	34,0	35,1	36,6	39,3	41,6	44,9	48,9
<b>Pronville_2M</b>	24,1	28,3	31,7	32,2	32,2	35,0	37,6	41,1
<b>Pronville_3M</b>	26,6	29,5	32,2	32,8	33,5	37,0	39,5	43,1
<b>Inchy-en-Artois_M</b>	26,6	32,0	34,9	35,0	38,4	41,0	44,3	47,3
<b>La Paillote_M</b>	25,4	33,1	37,5	38,1	40,6	42,9	46,4	50,5
<b>Morchies_M</b>	28,2	32,6	37,0	39,0	40,1	42,5	45,3	47,9
<b>Lagnicourt-Marcel_1M</b>	24,3	30,4	36,2	38,1	40,2	41,2	43,4	46,2
<b>Lagnicourt-Marcel_2M</b>	31,8	33,8	37,7	39,2	41,2	43,4	45,0	45,6
<b>Quéant_1</b>	25,5	30,7	34,7	37,7	39,2	43,2	46,4	47,4
<b>Quéant_2</b>	24,3	29,5	33,5	36,6	38,2	42,8	46,2	47,2
<b>Pronville_4</b>	27,1	30,4	33,4	34,3	34,6	37,5	39,8	43,4
<b>Pronville_5</b>	27,5	31,0	34,2	34,8	35,0	38,0	40,4	43,7
<b>Moeuvres</b>	27,4	34,7	39,0	38,9	42,3	44,2	46,9	50,7
<b>Boursies</b>	25,6	33,2	37,6	38,2	40,8	43,0	46,4	50,5
<b>Louveral</b>	29,2	34,2	38,9	40,7	41,6	43,9	46,0	48,2
<b>Morchies_2</b>	28,4	32,8	37,2	39,3	40,4	42,7	45,4	47,9
<b>Morchies_3</b>	28,0	32,4	36,8	38,9	39,9	42,4	45,3	47,8
<b>Lagnicourt-Marcel_3</b>	25,9	33,3	37,6	38,1	40,8	43,0	46,4	50,5
<b>Beaumont_Est</b>	28,1	30,7	33,4	36,3	41,9	42,4	43,0	43,5
<b>Beaumont_Ouest</b>	28,5	31,5	34,4	37,3	42,3	42,7	43,5	43,9

• Calculs des émergences :

Position d'étude	Émergences calculées - période NOCTURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
<b>Fme de l'Abbaye_1M</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,4	1,8	0,6	0,3	0,3
<b>Pronville_1M</b>	Lamb<35	Lamb<35	1,2	0,7	0,3	0,2	0,2	0,1
<b>Pronville_2M</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,7	1,3
<b>Pronville_3M</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	1,5	1,5	0,6
<b>Inchy-en-Artois_M</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,9	3,0	1,3	0,6
<b>La Paillote_M</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,7	1,1	0,8	0,5	0,2	0,1
<b>Morchies_M</b>	Lamb<35	Lamb<35	1,0	1,2	1,4	0,7	0,3	0,2
<b>Lagnicourt-Marcel_1M</b>	Lamb<35	Lamb<35	1,0	0,9	1,0	0,8	0,4	0,2
<b>Lagnicourt-Marcel_2M</b>	Lamb<35	Lamb<35	2,8	2,8	2,8	1,7	1,0	0,9
<b>Quéant_1</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,9	2,2	0,8	0,4	0,4
<b>Quéant_2</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	1,8	1,2	0,4	0,2	0,2
<b>Pronville_4</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,0	1,8	0,9
<b>Pronville_5</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,5	2,4	1,2
<b>Moeuvres</b>	Lamb<35	Lamb<35	2,2	1,9	2,5	1,8	0,7	0,3
<b>Boursies</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,8	1,2	1,0	0,6	0,2	0,1
<b>Louveral</b>	Lamb<35	Lamb<35	3,0	2,9	2,9	2,1	1,0	0,5
<b>Morchies_2</b>	Lamb<35	Lamb<35	1,3	1,5	1,7	0,9	0,4	0,2
<b>Morchies_3</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,9	1,1	1,2	0,6	0,3	0,1
<b>Lagnicourt-Marcel_3</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,8	1,1	1,0	0,6	0,2	0,1
<b>Beaumont_Est</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	1,7	0,6	0,5	0,5	0,5
<b>Beaumont_Ouest</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,6	1,0	0,8	1,0	0,9

La gestion d'un impact cumulé lorsqu'il se présenterait nécessite une adaptation légère du plan de bridage du projet de la Voie de Cambrai, ainsi qu'un bridage complémentaire sur certaines éoliennes du parc de la Voie d'Artois. S'agissant du même développeur cela ne posera pas de difficulté.

Les Ferme Eoliennes des Voies de Cambrai et voies d'Artois adapteront leur bridage en fonction des réceptions acoustiques des parcs précédents et des modes de fonctionnement retenus en définitive afin d'obtenir une situation d'impact cumulée acceptable.

➔ Plan de bridage proposé en tenant compte du parc de l'Arbre Chaud (parc accepté au Nord-Est de Pronville) :

Plan de bridage _ fonctionnement nocturne des machines								
vitesse (VS10)	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
E1								
E2								
E3								
E4				om 1500				
E5								
E6								
E7				om 1500	om 2500			
E8								
E9								
E10								
E11								
E12				om 600	om 1000	om 1500		
E13				om 600	om 600	om 1000		
E14				om 600	om 600	om 600	om 1500	
E15					om 1000			
E16					om 1000	om 2000		
E17				om 600	om 600	om 1000	om 2000	
E18					om 1000	om 2000		
E19								
E20								
E21								
E22				om 600	om 1000	om 1500		
E23				om 1000	om 11s			
E24				om 600	om 11s			
A1								
A2								
A3					type B	type B		

• A1 à A3 : Eoliennes au Nord-est de Pronville ;

• Bruits ambiants résultant :

Position d'étude	Bruits ambiants calculés - période NOCTURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
<b>Fme de l'Abbaye_1M</b>	24,9	30,1	34,2	36,7	38,8	43,0	46,4	47,3
<b>Pronville_1M</b>	32,7	34,1	35,2	36,4	39,2	41,7	44,9	48,9
<b>Pronville_2M</b>	24,6	28,6	32,0	31,8	32,1	35,0	37,9	41,2
<b>Pronville_3M</b>	27,8	30,5	33,2	34,2	34,8	38,0	40,0	43,4
<b>Inchy-en-Artois_M</b>	26,5	31,1	34,5	35,0	38,4	40,5	44,0	47,2
<b>La Paillote_M</b>	24,7	32,7	37,0	37,3	40,1	42,5	46,3	50,5
<b>Morchies_M</b>	28,2	32,6	37,0	39,1	40,1	42,5	45,3	47,9
<b>Lagnicourt-Marcel_1M</b>	24,3	30,4	36,2	38,2	40,3	41,2	43,4	46,2
<b>Lagnicourt-Marcel_2M</b>	31,8	33,8	37,7	39,2	41,4	43,4	45,1	45,6
<b>Quéant_1</b>	25,5	30,7	34,7	37,1	39,1	43,2	46,5	47,4
<b>Quéant_2</b>	24,3	29,5	33,5	36,1	38,2	42,8	46,3	47,2
<b>Pronville_4</b>	27,3	30,6	33,6	33,9	34,5	37,5	40,0	43,5
<b>Pronville_5</b>	27,8	31,2	34,4	34,7	34,9	37,9	40,4	43,7
<b>Moeuvres</b>	24,9	32,8	37,1	37,4	40,1	42,6	46,3	50,5
<b>Boursies</b>	25,0	32,8	37,1	37,6	40,2	42,6	46,3	50,5
<b>Louveral</b>	27,6	31,9	36,4	38,3	39,1	42,0	45,1	47,8
<b>Morchies_2</b>	28,4	32,8	37,2	39,3	40,4	42,7	45,4	47,9
<b>Morchies_3</b>	28,0	32,4	36,8	38,9	39,9	42,4	45,3	47,8
<b>Lagnicourt-Marcel_3</b>	25,9	33,3	37,6	38,2	40,9	43,0	46,4	50,5
<b>Beaumetz_Est</b>	28,1	30,7	33,4	36,3	41,9	42,4	43,0	43,5
<b>Beaumetz_Ouest</b>	28,5	31,5	34,4	37,3	42,3	42,7	43,5	43,9

• Calculs des émergences :

Position d'étude	Émergences calculées - période NOCTURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
<b>Fme de l'Abbaye_1M</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,0	1,8	0,6	0,4	0,3
<b>Pronville_1M</b>	Lamb<35	Lamb<35	1,3	0,5	0,3	0,3	0,3	0,1
<b>Pronville_2M</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	3,0	1,4
<b>Pronville_3M</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,5	2,0	0,9
<b>Inchy-en-Artois_M</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,9	2,5	1,0	0,5
<b>La Paillote_M</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1	0,0
<b>Morchies_M</b>	Lamb<35	Lamb<35	1,0	1,3	1,4	0,7	0,3	0,2
<b>Lagnicourt-Marcel_1M</b>	Lamb<35	Lamb<35	1,0	1,0	1,1	0,8	0,4	0,2
<b>Lagnicourt-Marcel_2M</b>	Lamb<35	Lamb<35	2,8	2,8	3,0	1,7	1,1	0,9
<b>Quéant_1</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,3	2,1	0,8	0,5	0,4
<b>Quéant_2</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	1,3	1,2	0,4	0,3	0,2
<b>Pronville_4</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,0	2,0	1,0
<b>Pronville_5</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,4	2,4	1,2
<b>Moeuvres</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,3	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0
<b>Boursies</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,3	0,6	0,4	0,2	0,1	0,0
<b>Louveral</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,4	0,5	0,4	0,3	0,1	0,1
<b>Morchies_2</b>	Lamb<35	Lamb<35	1,3	1,5	1,7	0,9	0,4	0,2
<b>Morchies_3</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,9	1,1	1,2	0,6	0,3	0,1
<b>Lagnicourt-Marcel_3</b>	Lamb<35	Lamb<35	0,8	1,2	1,1	0,6	0,2	0,1
<b>Beaumetz_Est</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	1,7	0,6	0,5	0,5	0,5
<b>Beaumetz_Ouest</b>	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	2,6	1,0	0,8	1,0	0,9

La gestion d'un impact cumulé lorsqu'il se présenterait nécessite une adaptation légère du plan de bridage du projet de la Voie de Cambrai, ainsi qu'un bridage complémentaire sur certaines éoliennes du parc de la Voie d'Artois. S'agissant du même développeur cela ne posera pas de difficulté.

Les Ferme Eoliennes des Voies de Cambrai et voies d'Artois adapteront leur bridage en fonction des réceptions acoustiques des parcs précédents et des modes de fonctionnement retenus en définitive afin d'obtenir une situation d'impact cumulée acceptable.

## H5.3 - MESURES CONTRE LES PERTURBATIONS HERTZIENNES

Comme il a été précisé dans le chapitre relatif aux impacts concernant les faisceaux hertziens, il est possible que le parc éolien engendre des perturbations sur les récepteurs TV du secteur.

Des solutions techniques existent. La Ferme éolienne de la Voie de Cambrai s'engage, conformément à la loi, à les mettre en oeuvre avec l'A.N.F.R. (Agence Nationale des Fréquences).

- **Modification des antennes :**

La surface d'interférence étant réduite, la modification de l'orientation ou le déplacement des antennes pourrait permettre de capter un signal non perturbé depuis un autre émetteur ou un autre réémetteur qui, si besoin, serait modifié, en accord avec l'A.N.F.R., pour pallier ces perturbations.

L'ajout d'une antenne "longue bande" à l'antenne existante devrait aussi permettre d'améliorer la discrimination entre la transmission "utile" et celle réfléchie par l'éolienne et donc d'éliminer les interférences.

- **Installation de paraboles :**

La solution consistant à doter les foyers de paraboles résoudrait définitivement les problèmes de réception. Cette solution présente aussi comme inconvénient l'exclusion des quelques émissions régionales de France 3 et de M6, émises par satellite en version nationale.

- **Installation de réémetteur :**

Enfin, cas ultime, si une grande partie du territoire est touchée, l'installation d'un réémetteur à proximité des sites problématiques s'imposera. Pour cela, une étude réalisée par l'A.N.F.R. devra démontrer la faisabilité de cette installation.

## H6 - MESURES POUR LE PAYSAGE

Comme évoqué dans le chapitre relatif aux impacts, un travail préalable d'investigation a été mené, sous la forme d'un diagnostic paysager, suivi de réunions de concertation avec tous les partenaires du projet. Cette démarche a permis d'affiner les implantations possibles du parc éolien sur le plateau en fonction de l'impact paysager généré.

Des mesures "amont" ont donc été prises, au préalable, pour supprimer ou réduire un certain nombre d'impacts. Celles-ci ont déjà été développées précédemment dans le dossier.

### H6.1 - MESURES PRÉVENTIVES CONCERNANT LES ÉOLIENNES

#### H6.1.1 - COHÉRENCE D'ENSEMBLE

Les machines seront toutes de même teinte au sein du projet, le constructeur retenu sera le même pour l'ensemble des machines du parc.

#### H6.1.2 - COULEUR

La DGAC préconise des couleurs claires, pour des raisons de sécurité. Cette requête, apparemment antinomique avec la volonté d'intégration dans le grand paysage, laisse toutefois une certaine latitude, au niveau chromatique, pour réduire les impacts. En effet, l'expérience menée sur d'autres sites montre qu'une légère variation de nuance peut réduire la brillance et l'effet amplificateur du blanc dans le paysage.

### H6.1.3 - DIMENSIONS ET VOLUMES

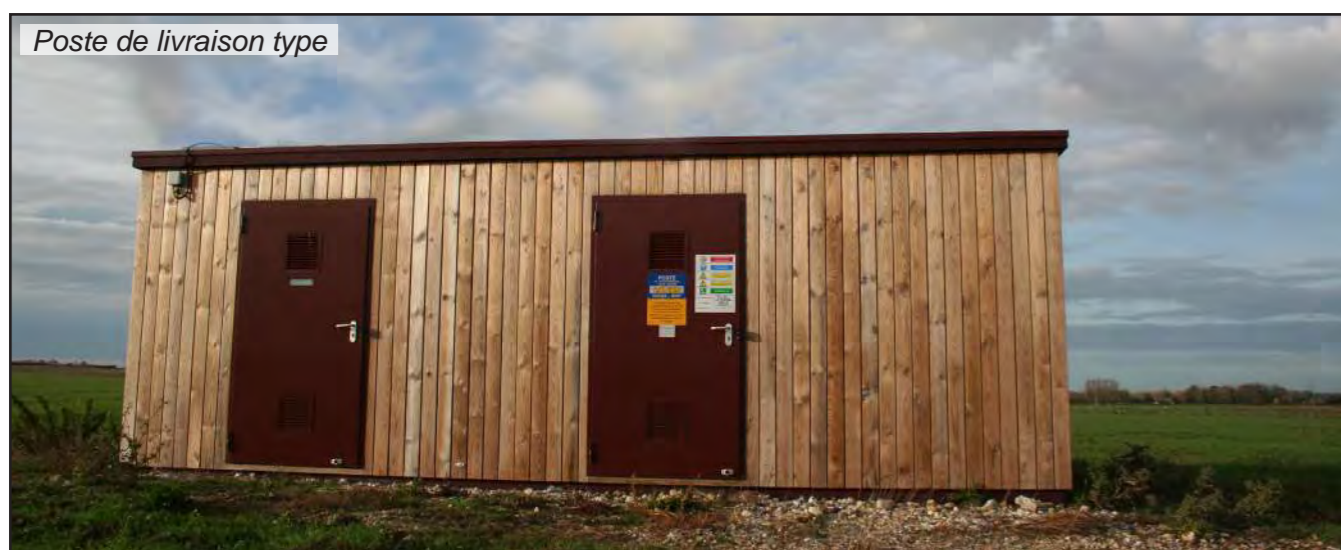
Les éoliennes possèdent des caractéristiques qui ne peuvent pas subir de modifications : elles sont inhérentes à la solidité de la structure et aux performances recherchées.

Le travail de design effectué sur ces types d'éoliennes a permis d'obtenir des lignes très aérodynamiques et esthétiques. Il n'y a pas de prescription paysagère particulière applicable aux caractéristiques physiques et volumétriques des machines.

### H6.2 - MESURES CONCERNANT LES POSTES DE LIVRAISON

Les transformateurs seront intégrés dans les éoliennes et n'auront donc aucun impact visuel. Les quatre postes de livraison (PL3, PL4, PL5 et PL6) n'auront qu'un impact très limité sur le paysage.

De plus, le choix du parti d'aménagement de ces postes a été guidé par le contexte rural local. En effet, les façades seront composées d'un bardage bois rustique qui rappelle les constructions agricoles locales (photo ci-dessous).



### H6.3 - MESURES CONCERNANT LE RACCORDEMENT ÉLECTRIQUE

Pour éviter tout impact paysager lié à la présence de nouvelles lignes électriques aériennes, la Ferme Éolienne de la Voie de Cambrai s'engage à enterrer la totalité du réseau créé.

Afin de limiter au maximum l'impact lié à la mise en œuvre en phase chantier, l'ouverture des tranchées, la mise en place des câbles et la fermeture des tranchées seront opérées en continu, à l'avancement.

Enfin, en vue de compenser l'impact visuel lié à la présence des éoliennes, la Ferme éolienne de la Voie de Cambrai propose de financer l'enfouissement de 900 m minimum de lignes aériennes électriques ou téléphoniques sur les communes d'Inchy-en-Artois, Lagnicourt-Marcel, Pronville et Quéant.

#### EXEMPLE D'EFFACEMENT DE LIGNES (LAGNICOURT-MARCEL)



# H7 - ESTIMATION DU COÛT DES MESURES RÉDUCTRICES, COMPENSATOIRES ET COMPLÉMENTAIRES

Les principales mesures d'évitement, réductrices, compensatoires et complémentaires ou d'accompagnement sont reprises sur la carte en Figure 141.

Le tableau récapitule quant à lui l'ensemble des mesures. Les mesures représentant un surcoût par rapport à un aménagement classique font l'objet d'un chiffrage.

Il est difficile, voire impossible, de faire un estimatif de toutes les mesures du fait que certaines ont été prises très en amont (zones évitées, conception de base des machines...) et ont été intégrées au projet ou encore parce que les coûts de certaines mesures sont encore inconnus (recherches archéologiques, résolution des éventuelles perturbations hertziennes par exemple). On peut toutefois afficher à ce jour un total évalué de 324 200 euros.

Synthèse des enjeux du site	Synthèse des effets potentiels du projet sans mesure	MESURES							Évaluation des impacts résiduels finaux	Coût estimé des mesures (€)
		ÉVITEMENT - RÉDUCTION				COMPENSATION - ACCOMPAGNEMENT-SUIVI				
		Évitement	Réduction	Modalités de réalisation des mesures d'évitement et de réduction	Évaluation des impacts résiduels après évitement et réduction	Compensation	Accompagnement et suivi	Modalités de réalisation des mesures de compensation, d'accompagnement et de suivi		
Géologie - Pédologie (sols limoneux à vocation agricole)	Risque de tassement des terres agricoles dans l'emprise du chantier, risque de mélange des horizons lors des terrassements	Choix d'implantation près de voies et chemins existants, limitation des emprises au sol	Tri des terres lors des terrassements	Choix d'implantation lors de la conception du projet - tri des terres lors du démantèlement des fondations et retour à l'agriculture	Négligeable	-	-	-	Négligeable	-
Climat (enjeu global de lutte contre le réchauffement climatique)	Production d'énergie sans d'émission de gaz à effet de serre (effet positif)	-	-	-	Positif	-	-	-	Positif	-
Hydrologie - hydrogéologie - hydraulique (enjeux localisés sur le site : captages et périmètres de protection, ru et talwegs)	Hydrogéologie : risque de pollution de la nappe sous jacente (pendant le chantier) avec risque sur le captage de Quéant vis-à-vis de E11 (positionnement dans le périmètre de protection éloigné)	La plate-forme de la E11 ne sera pas utilisée comme base de chantier - Pour les autres plates-formes, les produits potentiellement polluants seront placés sur rétention lors du chantier	-	-	Négligeable - (selon l'ANSES)	-	-	-	Négligeable	-
Hydrologie - hydrogéologie - hydraulique (enjeux localisés sur le site : captages et périmètres de protection, ru et talwegs)	Hydraulique : - E22 et E23 dans l'axe d'un talweg (obstacle à l'écoulement naturel) - création de surfaces imperméabilisées susceptibles de générer des ruissellements	Réduction au maximum des surfaces des plates-formes et des linéaires des chemins créés - Implantations en dehors du ru et des axes de ruissellement (sauf E22 et 23)	Création d'ouvrages hydrauliques (2377 ml de fossés) autour des plates-formes pour gérer les eaux du site et pour rétablir l'écoulement des eaux du bassin versant	Choix d'implantation lors de la conception des ouvrages hydrauliques à la mise en place des plates-formes	Faible à nul	-	Nettoyage, curage et entretien des ouvrages hydrauliques	Tontes ou fauches annuelles des fossés (plusieurs par an) pendant l'exploitation du parc - Curage au besoin	Faible à nul	24 000

Synthèse des enjeux du site	Synthèse des effets potentiels du projet sans mesure	MESURES							Évaluation des impacts résiduels finaux	Coût estimé des mesures (€)
		ÉVITEMENT - RÉDUCTION				COMPENSATION - ACCOMPAGNEMENT-SUIVI				
		Évitement	Réduction	Modalités de réalisation des mesures d'évitement et de réduction	Évaluation des impacts résiduels après évitement et réduction	Compensation	Accompagnement et suivi	Modalités de réalisation des mesures de compensation, d'accompagnement et de suivi		
Espaces protégés, de ZNIEFF et de sites Natura 2000 à proximité : espace protégé le plus proche à 10 km, ZNIEFF la plus proche à 3,5 km, NATURA 200 à plus de 20 km	Pas d'impact sur les espaces protégés, ZNIEFF et NATURA 2000 environnants	-	-	-	Nul	-	-	-	Nul	-
Habitat - Flore - Faune terrestre : Espaces agricoles à enjeux faibles, sauf localement modérés : présence de boisements, de haies, de 3 stations d'espèces végétales remarquables, présence d'un corridor écologique potentiel (selon le SRCE).	Impact faible lié à l'emprise du projet sur les espaces agricoles - Risque d'impact sur les stations remarquables et sur les zones à enjeux modérés du site - Arrachage de 8 m de haie	Mise en exclos des stations d'espèces floristiques patrimoniales,	-	-	Non significatif	Replantation des 8 m de haie supprimée  Plantation supplémentaire de 300 m de haie à Inchy-en-Artois	Suivi des habitats et des plantations	Le suivi des habitats sera réalisé au moins deux fois au cours des trois premières années de fonctionnement de l'installation, puis une fois tous les dix ans (Article 12 de l'arrêté du 26/08/2011 modifié).	Non significatif	6 000
Avifaune migratrice : enjeu modéré Pas d'axe majeur de migration mais des passages diffus (axe Nord-Est / Sud-Ouest) avec des zones de haltes et de gagnage (Vanneaux huppés et Pluviers dorés)	Machines de grande taille : susceptibles d'interférer avec les voies de migration - Implantations susceptibles de gêner les zones de halte et de gagnage	-	-	-	Faible car pas d'axe majeur perturbé. Pour les flux diffus, maintien des passages migratoires des petits passereaux (vol à basse altitude) ou léger décalage possible des groupes plus importants	-	-	Suivi ornithologique (voir ci-après)	Faible	-
Avifaune nicheuse : Plusieurs espèces remarquables, sensibles au dérangement en période de nidification, (Alouette des champs, Bruant proyer, Busard Saint-Martin, Caille des blés, Vanneau huppé, Bruant jaune, Fauvette grisette, Linotte mélodieuse, Pouillot fitis)	Effarouchement ou dérangement potentiel lors des travaux	Évitement des travaux pendant la période de nidification des espèces nicheuses potentielles (début mars à fin juillet)	-	En phase travaux : éviter de commencer les terrassements et les excavations à cette période  - Si les travaux débutent avant et se poursuivent pendant, éviter de les interrompre	Faible	-	Sauvegarde des nids de Busard Saint-Martin et de Busard des roseaux  - Suivi (voir ci-après)	La sauvegarde des nids est prévue pour sur les trois premières années à compter de l'année de l'implantation des éoliennes. Il pourra s'étendre au-delà de ces trois années selon les résultats obtenus.	Faible	5 000

Synthèse des enjeux du site	Synthèse des effets potentiels du projet sans mesure	MESURES							Évaluation des impacts résiduels finaux	Coût estimé des mesures (€)
		ÉVITEMENT - RÉDUCTION				COMPENSATION - ACCOMPAGNEMENT-SUIVI				
		Évitement	Réduction	Modalités de réalisation des mesures d'évitement et de réduction	Évaluation des impacts résiduels après évitement et réduction	Compensation	Accompagnement et suivi	Modalités de réalisation des mesures de compensation, d'accompagnement et de suivi		
Chiroptères : enjeux globalement faibles sauf localement (enjeux modérés aux abords du ru de l'Hirondelle, au centre de la zone du projet et du bois des Chauffours, déplacements privilégiés le long de certains chemins)	Risques de collision et de dérangement lors de l'exploitation du parc	- Gestion des lumières en phase d'exploitation - Mise en place de grilles ou de brosses sur les interstices des nacelles et des tours - Ne pas rendre les abords des plates-formes attractifs	Bridage des machines situées au sein et aux abords des secteurs à enjeux modérés	Les mesures sont actives dès la mise en service du parc, et durant toute la phase d'exploitation.	Faible à modéré (risque de collisions)		Suivi de mortalité (voir ci après) - bridage		Faible	5 200
Avifaune nicheuse et migratrice / Chiroptères (présence de quelques espèces patrimoniales)	Modification des comportements suite à l'édification et lors l'exploitation du parc - mortalité éventuelle	-	-	-	Faible	-	Suivi	Le suivi ornithologique et chiroptérologique sera réalisé au moins deux fois au cours des trois premières années de fonctionnement de l'installation, puis une fois tous les dix ans (Article 12 de l'arrêté du 26/08/2011 modifié). De plus, si les conclusions des suivis sont différentes de celles de cette étude, des mesures telles que l'arrêt des turbines aux périodes les plus sensibles peuvent être mises en place	Faible	12 000
Activité agricole	Prélèvement d'emprise (4,15 Ha), perturbation temporaire pendant les travaux	Choix d'implantation près de voies et chemins existants, limitation des emprises au sol	-	-	Faible	-	Démantèlement des fondations et éoliennes après exploitation - retour à l'agriculture	Article 1 de l'arrêté du 26/08/2011 modifié	Négligeable	-

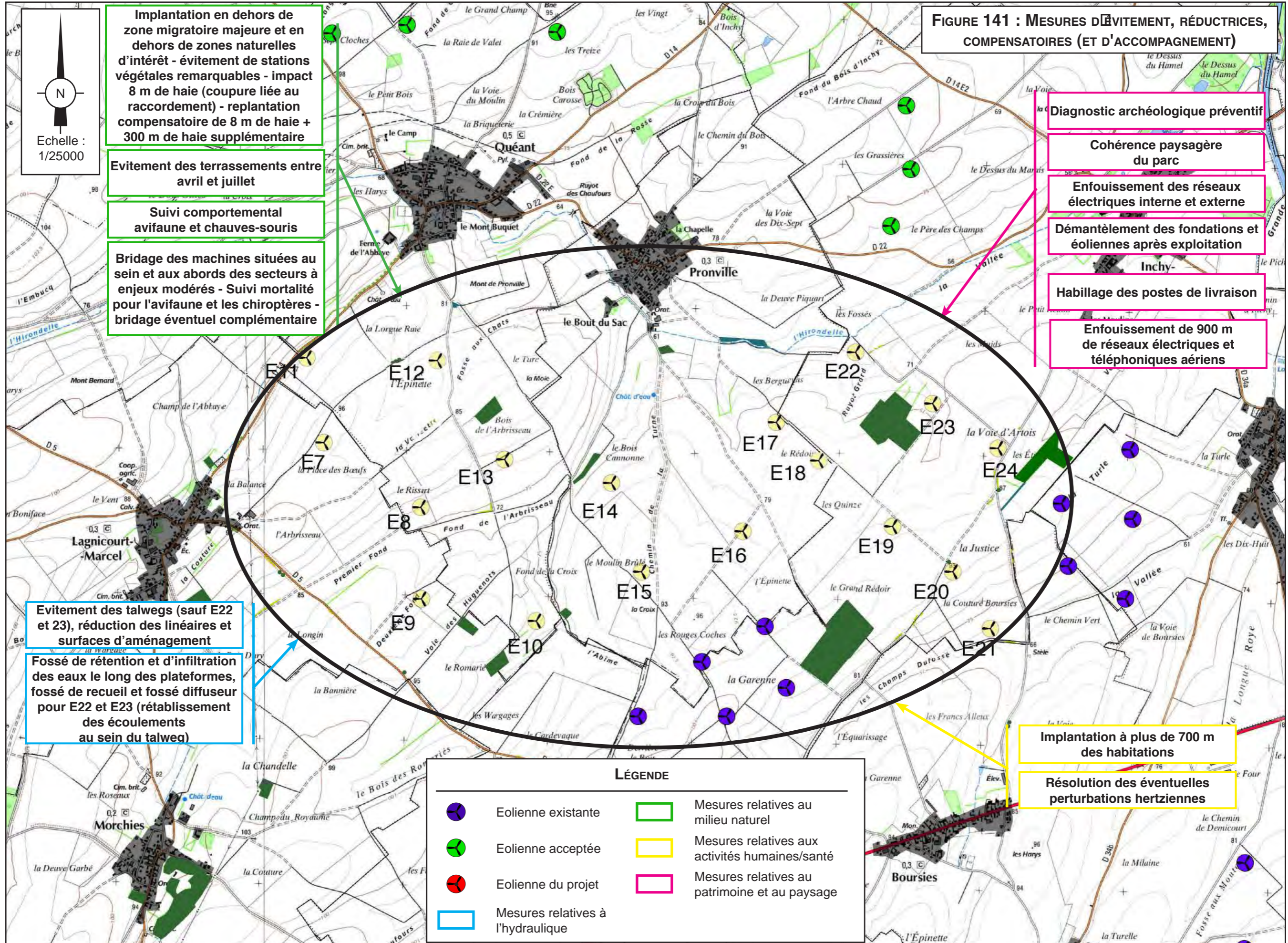


Synthèse des enjeux du site	Synthèse des effets potentiels du projet sans mesure	MESURES							Évaluation des impacts résiduels finaux	Coût estimé des mesures (€)
		ÉVITEMENT - RÉDUCTION				COMPENSATION - ACCOMPAGNEMENT-SUIVI				
		Évitement	Réduction	Modalités de réalisation des mesures d'évitement et de réduction	Évaluation des impacts résiduels après évitement et réduction	Compensation	Accompagnement et suivi	Modalités de réalisation des mesures de compensation, d'accompagnement et de suivi		
Habitat	Risque de nuisances acoustiques, visuelles, perturbation lors des travaux	Éloignement des habitations et des zones urbanisables (> 700 m)	Bridage (plan d'optimisation adapté en fonction des machines et des périodes de fonctionnement)	Mise en place en phase d'exploitation (période nocturne)	Faible	-	Suivi acoustique en phase d'exploitation - bridage éventuel complémentaire des machines en cas de non respect des émergences acoustiques prévues	Vérification de l'émergence sonore à la mise en service du parc	Négligeable	-
	Perturbations possible de la réception TV					Résolution des éventuelles perturbations hertziennes dès leur constatation	-	Les solutions techniques de résolution des éventuelles perturbations hertziennes sont diverses, telles que la modification des antennes, l'installation de paraboles, ou encore l'installation de ré-émetteurs.		
Activités humaines	Incidences du chantier : trafic routier, engins de chantier sur le site... Risque de pollutions accidentelles Risque de perturbation du VOR de Cambrai-Epinoy	Mise en place du projet conditionnée par le remplacement du VOR actuel	Mesures de suivi environnemental du chantier	Suivi environnemental du chantier pendant les travaux	Faible	-	-	-	Faible	2 000 (suivi chantier)
Présence potentielle de vestiges archéologiques (enjeu faible - aucun identifié sur le site)	Mise au jour possible de vestiges lors de la réalisation des fondations	Le Préfet ordonnera, si nécessaire, une campagne de diagnostic archéologique, préliminaire à la phase travaux	Fouilles des vestiges existants si nécessaires	En cas de découverte de vestiges au cours des travaux, le développeur conviendra avec la Préfecture et la DRAC, des mesures à envisager qui sont généralement une fouille préventive	Nul	-	-	-	Nul	-
Monument historique - vestiges de la grande guerre, élément du patrimoine culturel (enjeu faible sur le site)	Absence d'impact sur le site - Raccordement envisagé vers Le Transloy à travers le périmètre de protection de l'église de Rocquigny :				Faible pendant les travaux - nul après travaux				Faible pendant les travaux - nul après travaux	

Synthèse des enjeux du site	Synthèse des effets potentiels du projet sans mesure	MESURES							Évaluation des impacts résiduels finaux	Coût estimé des mesures (€)
		ÉVITEMENT - RÉDUCTION				COMPENSATION - ACCOMPAGNEMENT-SUIVI				
		Évitement	Réduction	Modalités de réalisation des mesures d'évitement et de réduction	Évaluation des impacts résiduels après évitement et réduction	Compensation	Accompagnement et suivi	Modalités de réalisation des mesures de compensation, d'accompagnement et de suivi		
Chemin de randonnée (pas de GR, juste quelques chemins de petites randonnées)	Interférence ponctuelle avec un chemin de petite randonnée : impact essentiellement lors de la phase travaux				Faible pendant les travaux - nul après travaux				Faible pendant les travaux - nul après travaux	
Grand paysage	Machines de grande hauteur, susceptibles d'être visibles de loin  Balisage lumineux obligatoire	Éloignement des sites d'intérêt paysager - éloignement des monuments et sites protégés (implantation dans une zone favorable du SRE) Enfouissement du raccordement interne et externe du parc	Cohérence paysagère du parc, choix du modèle et de la couleur de l'éolienne, synchronisation des balises lumineuses des éoliennes	Les machines seront toutes de la même teinte, et le constructeur retenu sera le même pour l'ensemble des machines	Fort jusqu'à 1,2 km, modéré entre 1,8 et 8,6, faible au delà	Enfouissement de 900 m.l. environ de lignes aériennes électriques ou téléphoniques	Démantèlement des fondations et éoliennes en fin d'exploitation (20 à 25 ans)	Réalisation en phase travaux ou post travaux - à définir sur les communes de Inchy-en-Artois, Lagnicourt-Marcel, Pronville et Quéant et en concertation avec les communes	Après édification : Impact fort du projet jusqu'à 1,8 km mais réduction de l'impact paysager local lié à l'enfouissement de lignes Après démantèlement : Impact nul	270 000
Paysage local	Implantation de quatre postes de livraison	-	Intégration paysagère : façades composées d'un bardage bois rustique	-	Faible	-	-	-	Faible	
<i>Coût total estimé :</i>										324 200

Thèmes concernés : ● Géologie, Pédologie, Climat, Topographie et Hydrologie ● Milieu naturel ● Activités / Santé ● Patrimoine et paysage

**FIGURE 141 : MESURES D'ÉVITEMENT, RÉDUCTRICES, COMPENSATOIRES (ET D'ACCOMPAGNEMENT)**



Implantation en dehors de zone migratoire majeure et en dehors de zones naturelles d'intérêt - évitement de stations végétales remarquables - impact 8 m de haie (coupure liée au raccordement) - replantation compensatoire de 8 m de haie + 300 m de haie supplémentaire

Évitement des terrassements entre avril et juillet

Suivi comportemental avifaune et chauves-souris

Bridage des machines situées au sein et aux abords des secteurs à enjeux modérés - Suivi mortalité pour l'avifaune et les chiroptères - bridage éventuel complémentaire

Diagnostic archéologique préventif

Cohérence paysagère du parc

Enfouissement des réseaux électriques interne et externe

Démantèlement des fondations et éoliennes après exploitation

Habillage des postes de livraison

Enfouissement de 900 m de réseaux électriques et téléphoniques aériens

Évitement des talwegs (sauf E22 et 23), réduction des linéaires et surfaces d'aménagement

Fossé de rétention et d'infiltration des eaux le long des plateformes, fossé de recueil et fossé diffuseur pour E22 et E23 (rétablissement des écoulements au sein du talweg)

Implantation à plus de 700 m des habitations

Résolution des éventuelles perturbations hertziennes

**LÉGENDE**

	Eolienne existante		Mesures relatives au milieu naturel
	Eolienne acceptée		Mesures relatives aux activités humaines/santé
	Eolienne du projet		Mesures relatives au patrimoine et au paysage
	Mesures relatives à l'hydraulique		



# I - COMPATIBILITÉ AVEC LES DOCUMENTS D'URBANISME ET AUTRES PLANS ET PROGRAMMES MENTIONNÉS À L'ARTICLE R. 122-17 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

## I1 - GÉNÉRALITÉS

L'étude d'impact doit présenter, si nécessaire, l'articulation du projet avec les plans, schémas et programmes mentionnés à l'article R.122-17 du code de l'Environnement c'est-à-dire :

- 1° Programme opérationnel mentionné à l'article 32 du règlement (CE) n° 1083/2006 du Conseil du 11 juillet 2006 portant dispositions générales sur le Fonds européen de développement régional, le Fonds social européen et le Fonds de cohésion et abrogeant le règlement (CE) n° 1260/1999 ;
- 2° Schéma décennal de développement du réseau prévu par l'article L. 321-6 du code de l'énergie ;
- 3° Schéma régional de raccordement au réseau des énergies renouvelables prévu par l'article L. 321-7 du code de l'énergie ;
- 4° Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux prévu par les articles L. 212-1 et L. 212-2 du code de l'environnement ;
- 5° Schéma d'aménagement et de gestion des eaux prévu par les articles L. 212-3 à L. 212-6 du code de l'environnement ;
- 6° Document stratégique de façade prévu par l'article L. 219-3 code de l'environnement et document stratégique de bassin prévu à l'article L. 219-6 du même code ;
- 7° Plan d'action pour le milieu marin prévu par l'article L. 219-9 du code de l'environnement ;
- 8° Schéma régional du climat, de l'air et de l'énergie prévu par l'article L. 222-1 du code de l'environnement ;
- 9° Zone d'actions prioritaires pour l'air mentionnée à l'article L. 228-3 du code de l'environnement (1) ;
- 10° Charte de parc naturel régional prévue au II de l'article L. 333-1 du code de l'environnement ;
- 11° Charte de parc national prévue par l'article L. 331-3 du code de l'environnement ;
- 12° Plan départemental des itinéraires de randonnée motorisée prévu par l'article L. 361-2 du code de l'environnement ;
- 13° Orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques prévues à l'article L. 371-2 du code de l'environnement ;
- 14° Schéma régional de cohérence écologique prévu par l'article L. 371-3 du code de l'environnement ;
- 15° Plans, schémas, programmes et autres documents de planification soumis à évaluation des incidences Natura 2000 au titre de l'article L. 414-4 du code de l'environnement à l'exception de ceux mentionnés au II de l'article L. 122-4 même du code ;
- 16° Schéma mentionné à l'article L. 515-3 du code de l'environnement ;
- 17° Plan national de prévention des déchets prévu par l'article L. 541-11 du code de l'environnement ;
- 18° Plan national de prévention et de gestion de certaines catégories de déchets prévu par l'article L. 541-11-1 du code de l'environnement ;
- 19° Plan régional ou interrégional de prévention et de gestion des déchets dangereux prévu par l'article L. 541-13 du code de l'environnement ;
- 20° Plan départemental ou interdépartemental de prévention et de gestion des déchets non dangereux prévu par l'article L. 541-14 du code de l'environnement ;
- 21° Plan de prévention et de gestion des déchets non dangereux d'Ile-de-France prévu par l'article L. 541-14 du code de l'environnement ;
- 22° Plan départemental ou interdépartemental de prévention et de gestion des déchets issus de chantiers du bâtiment et des travaux publics prévu par l'article L. 541-14-1 du code de l'environnement ;
- 23° Plan de prévention et de gestion des déchets issus de chantiers du bâtiment et des travaux publics d'Ile-de-France prévu par l'article L. 541-14-1 du code de l'environnement ;
- 24° Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs prévu par l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement ;
- 25° Plan de gestion des risques d'inondation prévu par l'article L. 566-7 du code de l'environnement ;
- 26° Programme d'actions national pour la protection des eaux contre la pollution par les nitrates d'origine agricole prévu par le IV de l'article R. 211-80 du code de l'environnement ;

- 27° Programme d'actions régional pour la protection des eaux contre la pollution par les nitrates d'origine agricole prévu par le IV de l'article R. 211-80 du code de l'environnement ;
- 28° Directives d'aménagement mentionnées au 1° de l'article L. 122-2 du code forestier ;
- 29° Schéma régional mentionné au 2° de l'article L. 122-2 du code forestier ;
- 30° Schéma régional de gestion sylvicole mentionné au 3° de l'article L. 122-2 du code forestier ;
- 31° Plan pluriannuel régional de développement forestier prévu par l'article L. 122-12 du code forestier ;
- 32° Schéma départemental d'orientation minière prévu par l'article L. 621-1 du code minier ;
- 33° 4° et 5° du projet stratégique des grands ports maritimes, prévus à l'article R. 103-1 du code des ports maritimes ;
- 34° Réglementation des boisements prévue par l'article L. 126-1 du code rural et de la pêche maritime ;
- 35° Schéma régional de développement de l'aquaculture marine prévu par l'article L. 923-1-1 du code rural et de la pêche maritime ;
- 36° Schéma national des infrastructures de transport prévu par l'article L. 1212-1 du code des transports ;
- 37° Schéma régional des infrastructures de transport prévu par l'article L. 1213-1 du code des transports ;
- 38° Plan de déplacements urbains prévu par les articles L. 1214-1 et L. 1214-9 du code des transports ;
- 39° Contrat de plan Etat-région prévu par l'article 11 de la loi n° 82-653 du 29 juillet 1982 portant réforme de la planification ;
- 40° Schéma régional d'aménagement et de développement du territoire prévu par l'article 34 de la loi n° 83-8 du 7 janvier 1983 relative à la répartition des compétences entre les communes, les départements et les régions ;
- 41° Schéma de mise en valeur de la mer élaboré selon les modalités définies à l'article 57 de la loi n° 83-8 du 7 janvier 1983 relative à la répartition des compétences entre les communes, les départements et les régions ;
- 42° Schéma d'ensemble du réseau de transport public du Grand Paris et contrats de développement territorial prévu par les articles 2,3 et 21 de la loi n° 2010-597 du 3 juin 2010 relative au Grand Paris ;
- 43° Schéma des structures des exploitations de cultures marines prévu par l'article 5 du décret n° 83-228 du 22 mars 1983 fixant le régime de l'autorisation des exploitations de cultures marines.

Sont également concernés par la prise en compte, les plans, schémas, programmes et autres documents de planification susceptibles de faire l'objet d'une évaluation environnementale après un examen au cas par cas :

- 1° Directive de protection et de mise en valeur des paysages prévue par l'article L. 350-1 du Code de l'environnement ;
- 2° Plan de prévention des risques technologiques prévu par l'article L. 515-15 du code de l'environnement et plan de prévention des risques naturels prévisibles prévu par l'article L. 562-1 du même code ;
- 3° Stratégie locale de développement forestier prévue par l'article L. 123-1 du code forestier ;
- 4° Zones mentionnées aux 1° et 4° de l'article L. 2224-10 du code général des collectivités territoriales ;
- 5° Plan de prévention des risques miniers prévu par l'article L. 174-5 du code minier ;
- 6° Zone spéciale de carrière prévue par l'article L. 321-1 du code minier ;
- 7° Zone d'exploitation coordonnée des carrières prévue par l'article L. 334-1 du code minier ;
- 8° Aire de mise en valeur de l'architecture et du patrimoine prévue par l'article L. 642-1 du code du patrimoine ;
- 9° Plan local de déplacement prévu par l'article L. 1214-30 du code des transports ;
- 10° Plan de sauvegarde et de mise en valeur prévu par l'article L. 313-1 du code de l'urbanisme.

Le présent projet est localisé dans le Pas-de-Calais (Hauts-de-France), en zone rurale, hors zone boisée et loin du littoral.

Il n'intercepte ni parc naturel qu'il soit régional ou national, ni zone Natura 2000.

Aucun plan de prévention des risques naturels ou technologiques approuvé ne concerne le secteur du projet.

Dans le cas présent, et compte tenu du contexte local (pas en zone littorale, pas de parc naturel, parc national, ...), l'articulation porte sur les éléments suivants :

- Le Règlement National d'Urbanisme (RNU) ;
- Le Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) du Nord-Pas-de-Calais ;
- Le Schéma Régional Climat Air et Energie (SRCAE) du Nord-Pas-de-Calais ;
- Le Schéma décennal de développement du réseau électrique et le Schéma Régional de Raccordement au Réseau des Energies Renouvelables (S3REnR) du Nord-Pas-de-Calais ;
- Le contrat de plan État - Région 2015-2020 (Région Nord-Pas-de-Calais) ;
- Le Schéma Régional d'Aménagement et de Développement Durable du Territoire (SRADDT) du Nord-Pas-de-Calais ;
- Le Schéma National et le Schéma Régional du Nord-Pas-de-Calais des Infrastructures de Transport (SNIT et SRIT) ;
- Le Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE) du Nord-Pas-de-Calais ;
- Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) d'Artois-Picardie ;
- Le Plan national de prévention des déchets, le Plan national de prévention et de gestion de certaines catégories de déchets, le Plan d'Élimination des Déchets Ménagers et Assimilés du Nord et les autres plans régionaux ou départementaux d'élimination des déchets ;
- Le Schéma Interdépartemental des carrières du Nord-Pas-de-Calais (Hauts-de- ;
- Le Programme d'actions national et le programme d'actions régional du Nord-Pas-de-Calais pour la protection des eaux contre la pollution par les nitrates d'origine agricole.

## I2 - COMPATIBILITÉ AVEC LES DOCUMENTS D'URBANISME LOCAUX

Les quatre communes d'implantation répondent au Règlement National d'Urbanisme (RNU), car elle n'ont ni POS, ni PLU, ni carte communale.

### → **Compatibilité avec l'article L111-1-2 du Code de l'Urbanisme**

"En l'absence de plan local d'urbanisme ou de carte communale opposable aux tiers, ou de tout document d'urbanisme en tenant lieu, seuls sont autorisés, en dehors des parties actuellement urbanisées de la commune :

- 1° L'adaptation, le changement de destination, la réfection, l'extension des constructions existantes ou la construction de bâtiments nouveaux à usage d'habitation à l'intérieur du périmètre regroupant les bâtiments d'une ancienne exploitation agricole, dans le respect des traditions architecturales locales ;
- 2° Les constructions et installations nécessaires à l'exploitation agricole, à des équipements collectifs dès lors qu'elles ne sont pas incompatibles avec l'exercice d'une activité agricole, pastorale ou forestière sur le terrain sur lequel elles sont implantées, à la réalisation d'aires d'accueil ou de terrains de passage des gens du voyage, à la mise en valeur des ressources naturelles et à la réalisation d'opérations d'intérêt national.
- Les projets de constructions, aménagements, installations et travaux ayant pour conséquence une réduction des surfaces situées dans les espaces autres qu'urbanisés et sur lesquelles est exercée une activité agricole ou qui sont à vocation agricole doivent être préalablement soumis pour avis par le représentant de l'État dans le département à la commission départementale de la consommation des espaces agricoles prévue à l'article L. 112-1-1 du code rural et de la pêche maritime. Cet avis est réputé favorable s'il n'est pas intervenu dans un délai d'un mois à compter de la saisine de la commission ;
- 3° Les constructions et installations incompatibles avec le voisinage des zones habitées et l'extension mesurée des constructions et installations existantes.
- 4° Les constructions ou installations, sur délibération motivée du conseil municipal, si celui-ci considère que l'intérêt de la commune, en particulier pour éviter une diminution de la population communale, le justifie, dès lors qu'elles ne portent pas atteinte à la sauvegarde des espaces naturels et des paysages, à la salubrité et à la sécurité publique, qu'elles n'entraînent pas un surcroît important de dépenses publiques et que le projet n'est pas contraire aux objectifs visés à l'article L. 110 et aux dispositions des chapitres V et VI du titre IV du livre Ier ou aux directives territoriales d'aménagement précisant leurs modalités d'application."

Le projet, objet du présent dossier répond aux points 2 et 3.

# I3 - ARTICULATION AVEC LE PLAN DE PROTECTION DE L'ATMOSPHERE DU NORD ET DU PAS-DE-CALAIS

Le Plan interdépartemental de Protection de l'Atmosphère (PPA) du Nord et du Pas-de-Calais a pour objet de définir les actions permettant de ramener les concentrations en polluants dans l'air ambiant sous des valeurs assurant le respect de la santé des populations (valeurs réglementaires définies dans le Code de l'Environnement). Il a été approuvé le 27 mars 2014.

Le Plan vise en priorité la réduction des particules et des oxydes d'azote, principales émissions responsables de la mauvaise qualité de l'air dans la région. Pour ce faire, il prévoit des réductions des émissions dans tous les secteurs contributeurs sous la forme de 14 mesures réglementaires et 8 d'actions d'accompagnement.

Les actions réglementaires visent les problématiques liées à la combustion, au transport, à l'agriculture, à la prise en compte de la qualité de l'air dans la planification ainsi qu'à l'amélioration de certaines connaissances, principalement dans le milieu industriel.

Les actions d'accompagnement visent les problématiques liées au transport et à la combustion, ainsi qu'à la diffusion de l'information et à l'amélioration des connaissances.

Le projet éolien, tel qu'il est proposé, n'est pas de nature à s'opposer aux objectifs fixés par ce Plan. Au contraire, le développement d'énergies renouvelables telles que l'éolien concourt à limiter les émissions liées aux énergies fossiles et donc à une meilleure qualité de l'air.



# 14 - ARTICULATION AVEC LE SCHÉMA RÉGIONAL DU CLIMAT, DE L'AIR ET DE L'ÉNERGIE (SRCAE)

Pour répondre aux enjeux liés au réchauffement climatique et ses conséquences, la loi du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement dite loi « Grenelle 2 » a prévu l'élaboration, par le préfet de région et le président du Conseil régional, d'un Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie (SRCAE) qui, en s'appuyant sur un diagnostic réalisé à l'échelle régionale, a pour vocation de définir pour les années à venir des orientations en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre, de réduction de la pollution, d'amélioration de l'efficacité énergétique et de développement des énergies renouvelables, notamment éoliennes.

Pour le Nord-Pas-de-Calais, ce schéma a été approuvé par arrêté préfectoral le 20 novembre 2012.

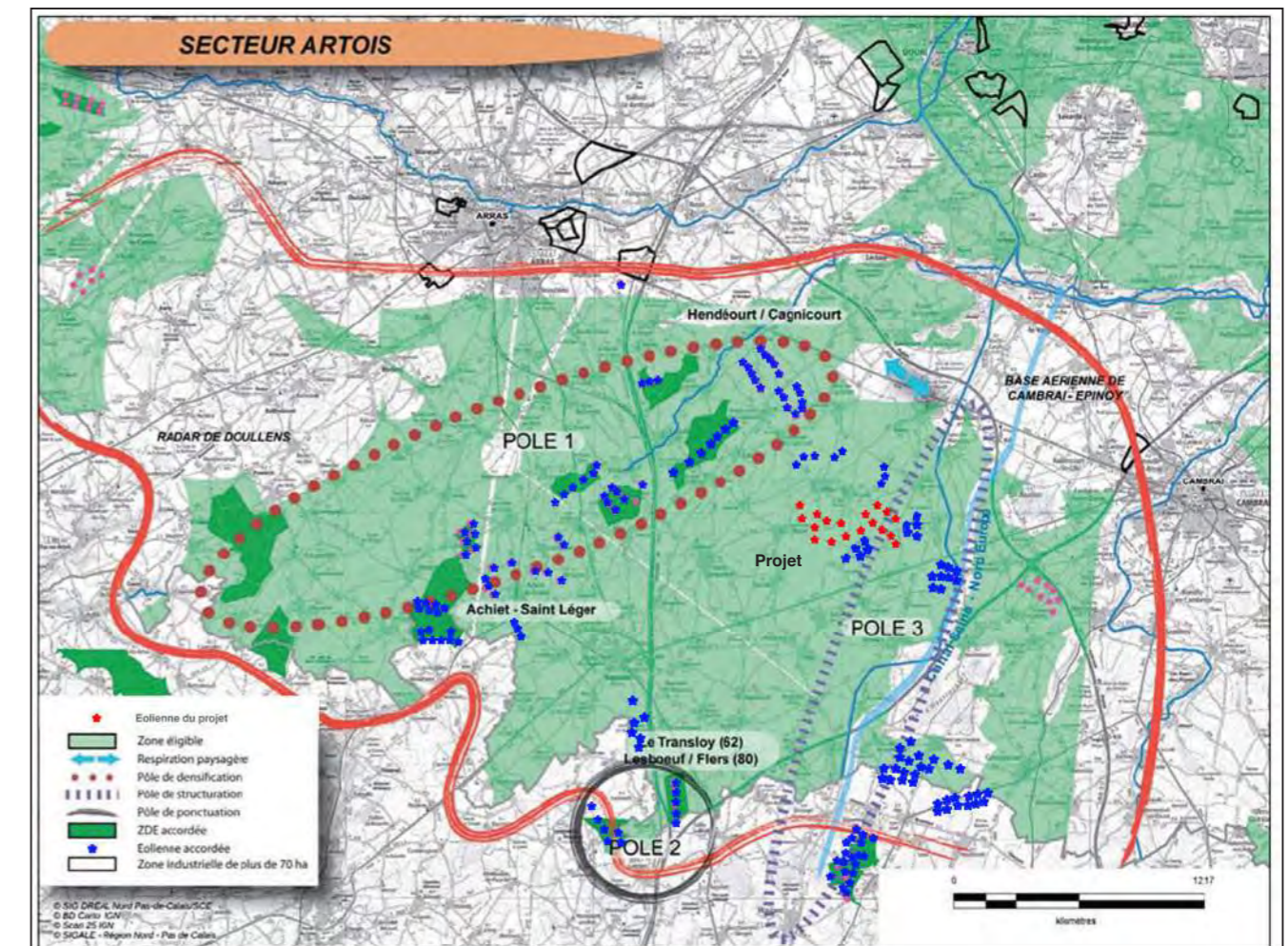
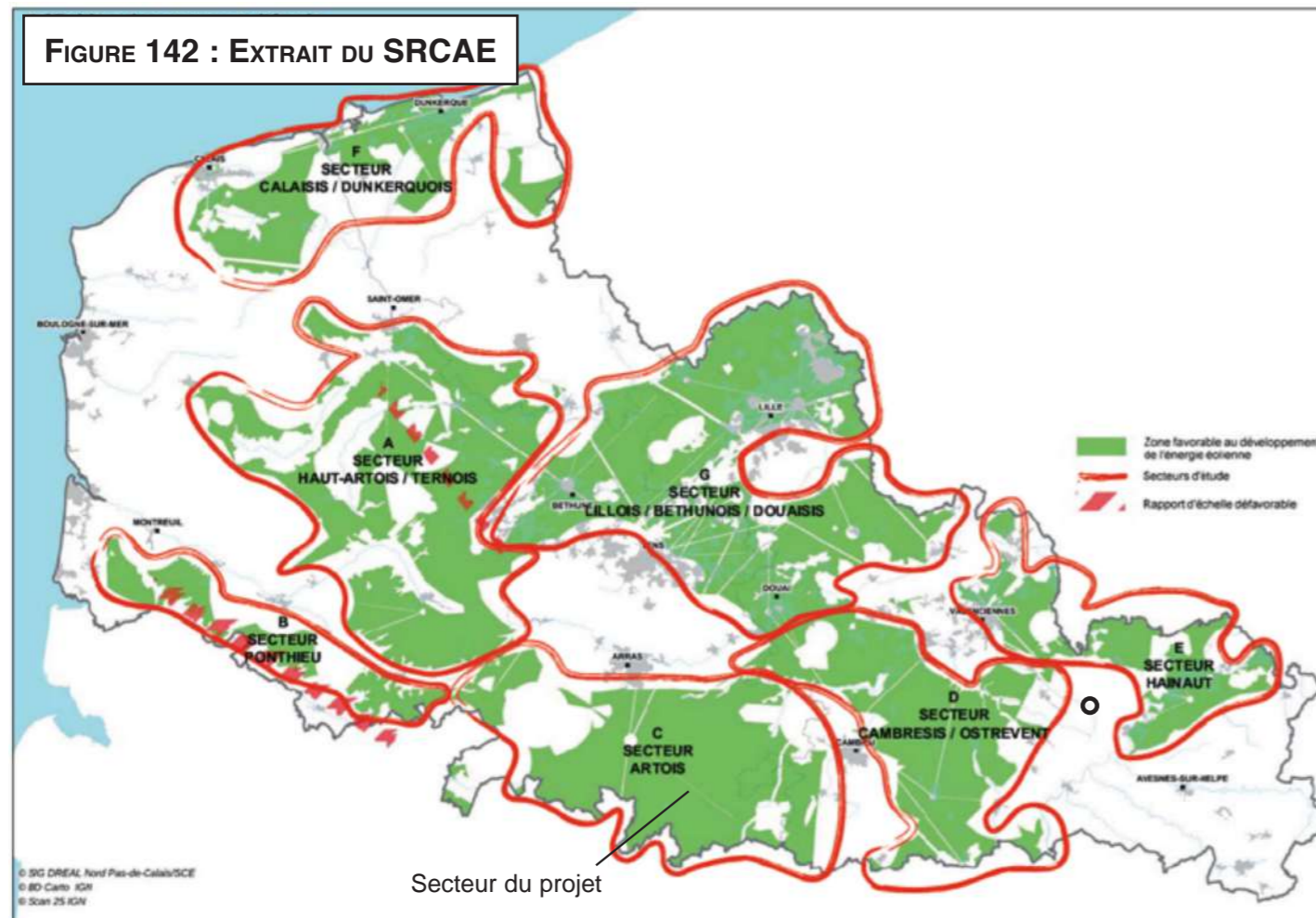
Les travaux réalisés au cours de l'élaboration du SRCAE ont permis d'identifier 47 orientations ayant pour but d'atteindre les objectifs internationaux de lutte contre le changement climatique pour 2020, c'est-à-dire réduction de 20% des consommations énergétiques, réduction de 20% des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES), et 20% d'énergies renouvelables dans le bouquet énergétique.

L'autre objectif fixé consiste en le « facteur 4 », soit la réduction par 4 des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050.

Des orientations liées aux énergies renouvelables sont également précisées. L'ambition régionale affichée dans le SRCAE est ainsi de viser une capacité installée de 1346 MW à l'horizon 2020 pour l'éolien.

Pour l'éolien, les objectifs sont développés dans un document annexe, le SRE (Schéma Régional Éolien). Bien que ce document ait aujourd'hui été annulé par le Tribunal Administratif de Lille, nous avons regardé l'articulation du projet avec ses orientations. Le SRE localise notamment les communes éligibles et les zones favorables à l'éolien dans la région. Le secteur du projet en fait partie (secteur C - Artois). Comme on peut le voir sur la carte, trois pôles éoliens ont été définis dans ce secteur : un pôle de densification (pôle 1), un pôle de ponctuation (pôle 2) et un pôle de structuration (pôle 3).

Le projet est situé à proximité du pôle 3 et des éoliennes acceptées (parcs de l'Enclave et de Graincourt). Il peut être considéré comme faisant partie des entités du pôle éolien.



# 15 - ARTICULATION AVEC LE SCHÉMA DÉCENNAL DE DÉVELOPPEMENT DU RÉSEAU ÉLECTRIQUE ET LE SCHÉMA RÉGIONAL DE RACCORDEMENT AU RÉSEAU DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

Le Schéma décennal de développement du réseau de transport d'électricité présente les principales infrastructures de transport d'électricité à envisager dans les 10 ans sur le territoire national et répertorie les investissements de développement de réseau qui doivent être réalisés et mis en service dans les 3 ans.

Le Schéma Régional de Raccordement au Réseau des Énergies Renouvelables (S3REnR) doit respecter le Schéma décennal ainsi que le Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie (SRCAE) qui précise les besoins de raccordement électrique pour les énergies renouvelables (EnR) à venir.

Dans le Nord-Pas-de-Calais, l'ambition régionale affichée dans le SRCAE est de viser 1966 MW de capacité EnR installée à l'horizon 2020 (1346 MW pour l'éolien, 560 MW pour le photovoltaïque et 60 MW pour la méthanisation). C'est dans ce cadre que le gestionnaire du réseau public de transport d'électricité (RTE) a établi le S3REnR, qui a été approuvé le 17 janvier 2014 et modifié par arrêté préfectoral le 26 mars 2015.

En considérant l'état initial des productions déjà en service (538 MW) et en file d'attente (455 MW), l'effort restant à réaliser à la date du dépôt du S3REnR au préfet est de 973 MW. Ce volume est réparti entre environ 710 MW qui sont réservés sur les capacités actuellement disponibles ou dont les investissements sont déjà engagés et environ 265 MW pour lesquels il est nécessaire de mener des travaux supplémentaires pour créer et réserver cette capacité.

La réservation des puissances sur le territoire a été faite en s'attachant à identifier et à analyser les projets les plus concrets à court terme sur la base de tous les éléments à la disposition de RTE (projets ayant un permis de construire accordé ou en cours d'instruction notamment). La réservation des capacités a également été faite de manière à couvrir au maximum les zones identifiées comme favorables et de suivre les objectifs des 7 secteurs définis dans le SRE (schéma régional éolien).

Dans ce cadre, on peut noter que les postes les plus proches du site sont ceux d'Arras (11 MW de capacité), Achiet (39 MW), Marquion (28 MW) et Premy (45 MW). Ces postes sont déjà saturés mais des travaux sont programmés afin d'augmenter leur capacité d'accueil :

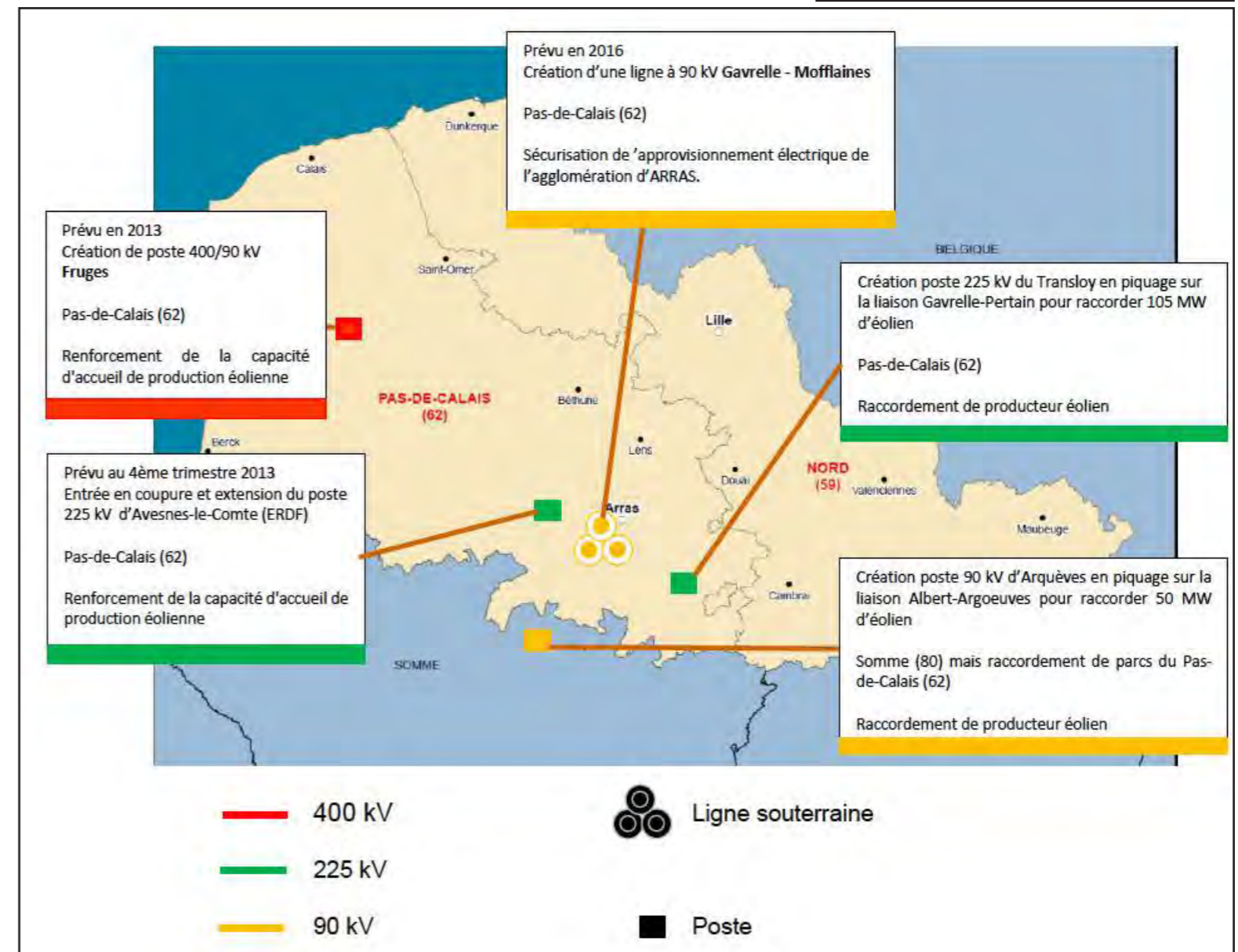
- Arras : création de 2 nouveaux transformateurs, capacité d'accueil attendue : 55,8 MW,
- Achiet : mutation des transformateurs de 20 MVA à 36 MVA, capacité d'accueil attendue : 46,8 MW,
- Marquion : mise à disposition d'une cellule réservée, capacité d'accueil attendue : 27,5 MW.

Enfin, RTE a pris en compte qu'un opérateur privé a prévu de créer un nouveau poste au Transloy afin de renforcer encore la capacité d'accueil du secteur (possibilité de raccordement évaluée à 105 MW).

Comme on peut le constater, le secteur disposera donc à terme suffisamment de capacité pour accueillir le projet (en l'occurrence ici, le projet (54 à 57,6 MW) prévoit de se raccorder sur le futur poste à créer au Transloy).

Le projet est donc compatible avec ce schéma.

FIGURE 143 : EXTRAIT DU S3REnR



## I6 - ARTICULATION AVEC LE CONTRAT DE PLAN ÉTAT-RÉGION

Pour répondre aux enjeux des années à venir, et accompagner la réforme de l'organisation territoriale de la France engagée par le Gouvernement, l'Etat a décidé d'investir dans les territoires avec une nouvelle génération de CPER (Contrat de Plan État-Région) en partenariat avec les collectivités. Ces CPER ont vocation à financer les projets exerçant un effet de levier et de convergence de financement pour l'investissement local et des projets structurants pour les territoires. Ils s'organiseront autour d'une priorité transversale : l'emploi.

Cinq volets essentiels ont été retenus pour cette nouvelle génération de CPER 2015-2020 :

- les mobilités multimodales ;
- la transition écologique et énergétique ;
- l'enseignement supérieur et la recherche ;
- l'innovation, les filières d'avenir et l'usine du futur ;
- la couverture du territoire en très haut débit et le développement des usages du numérique.

Le projet éolien, objet du présent dossier, propose le développement des énergies renouvelables. Il entre donc bien, à priori, dans le cadre de la 2<sup>ième</sup> orientation de ce futur Contrat de plan (transition énergétique).

## I7 - ARTICULATION AVEC LE SCHÉMA RÉGIONAL D'AMÉNAGEMENT ET DE DÉVELOPPEMENT DURABLE DU TERRITOIRE

Le SRADDT (Schéma d'Aménagement et de Développement Durable du Territoire) est défini par la Loi d'Orientation et de Développement Durable du Territoire du 25 juin 1999. Dès son lancement en 2001, la Région a choisi de faire de son SRADDT un véritable projet de territoire régional élaboré avec l'ensemble des acteurs de l'aménagement et du développement régional et notamment des territoires. En l'adoptant, la Région a aussi validé le principe du SRADDT évolutif : mettre en œuvre des objectifs du SRADDT et poursuivre des réflexions prospectives nourrissant la vision collective proposée à travers ce schéma. La dynamique d'élaboration du SRADDT ne s'est ainsi pas arrêtée à son adoption en novembre 2006, mais s'est poursuivie.

La nouvelle version (actualisée) est donc celle adoptée le 26 septembre 2013, qui met en avant les enjeux suivants :

- Faire de la connaissance un bien partagé,
- Valoriser l'ouverture de la région au monde,
- Conforter les dynamiques territoriales au service du développement régional,
- Promouvoir le bien être et le mieux vivre ensemble
- Engager la région dans la transition écologique
- Mobiliser les ressorts de la citoyenneté et les pratiques interterritoriales.

Il s'articule autour de cinq volets : le volet transports et mobilités, le volet climat, le volet biodiversité Trame verte et bleue, le volet économie emploi et formation et le volet enseignement supérieur et recherche.

Le projet éolien, à son échelle, répond aux problématiques de transition écologique notamment aux priorités 1 - oeuvrer pour une politique ambitieuse de lutte contre le changement climatique qui soit aussi une opportunité de développement et 3 - faire de la gestion raisonnée des espaces et du foncier un vecteur de la transition écologique (l'emprise au sol d'une éolienne étant très limitée). Notons également dans une moindre mesure, l'aspect économique (la maintenance des éoliennes crée des emplois localement). Le projet peut donc être considéré comme un vecteur favorable aux objectifs du SRADDT.

## 18 - ARTICULATION AVEC LE SCHÉMA NATIONAL ET LE SCHÉMA RÉGIONAL DES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT

Le Schéma National des Infrastructures de Transport (SNIT) fixe les orientations de l'Etat en matière d'entretien, de modernisation et de développement des réseaux de transports pour les prochaines décennies. Tel qu'il est élaboré, le schéma favorise le développement des modes de transport alternatifs à la route : le ferroviaire, les transports en commun en site propre, le fluvial et le maritime.

Le Schéma Régional des Transports, élaboré par le Conseil Régional du Nord-Pas-de-Calais fixe quant à lui les orientations stratégiques à retenir en matière de transport pour le Nord-Pas de Calais en cohérence avec les objectifs d'aménagement du territoire et de préservation du climat et de la biodiversité et propose une vision à 2030 d'un système régional de transport performant au regard des préoccupations des habitants et des agents de développement de la région, notamment économiques.

Il est sous-tendu par deux objectifs majeurs :

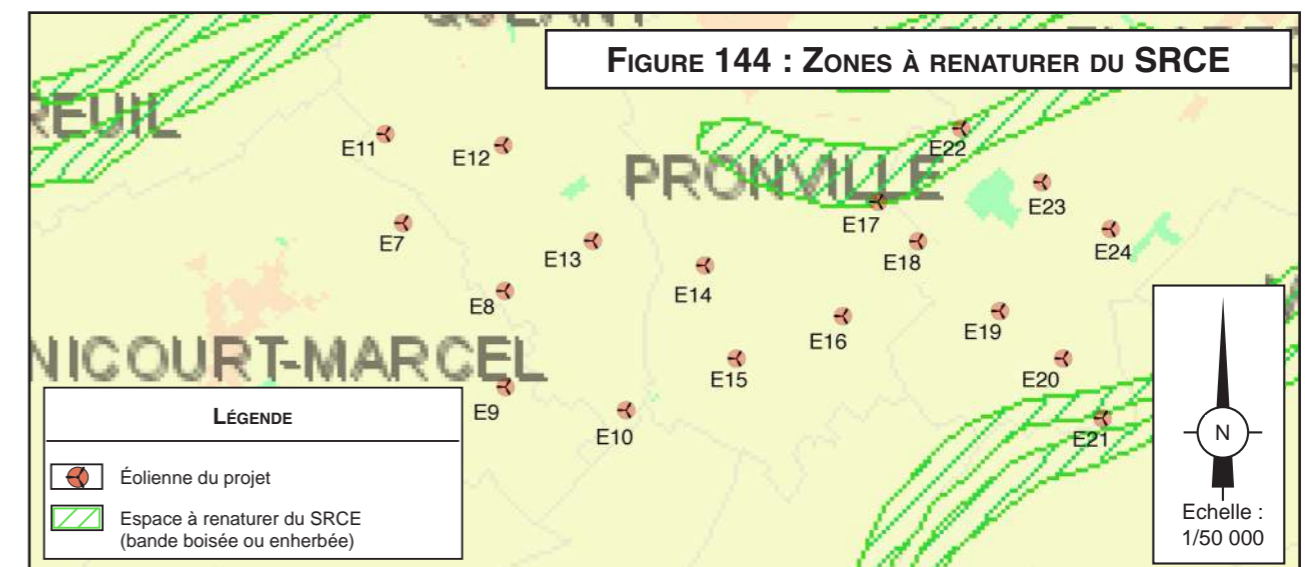
- parvenir à un système de transport au service de l'attractivité des territoires, du bien-être de la population et de la mobilité régionale ;
- faire de la Région une plate-forme d'échanges, valeur ajoutée pour le rayonnement et le développement régional.

Le projet n'agissant pas sur les infrastructures et les modalités de déplacement n'interfère pas avec ces documents cadres.

## 19 - ARTICULATION AVEC LES ORIENTATIONS NATIONALES POUR LA PRÉSERVATION ET LA REMISE EN BON ÉTAT DES CONTINUITÉS ÉCOLOGIQUES ET AVEC LE SCHÉMA RÉGIONAL DE COHÉRENCE ÉCOLOGIQUE (SRCE)

L'objectif du Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE\*) est de contribuer à préserver la biodiversité en essayant d'identifier et de préserver les principaux milieux réservoirs et des corridors biologiques suffisants à l'échelle de la région, pour les différentes espèces de la flore et la faune. Son élaboration s'appuie sur les orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques, déclinées dans un certain nombre de guides, issus des travaux du comité opérationnel « Trame verte et bleue » (COMOP TVB) du Grenelle Environnement. Pionnière en matière de trame verte et bleue et de protection de la biodiversité, la Région Nord - Pas-de-Calais a inscrit l'élaboration du SRCE dans la continuité de la démarche Trame verte et bleue initiée dès les années 1990. Le SRCE-TVB du Nord-Pas-de-Calais, arrêté par le préfet de région le 16/07/2014, fixe les objectifs assignés aux continuités écologiques selon une double approche, par milieu et par écopaysage. Il entend rechercher le bon état écologique des milieux et éviter leur destruction. Les éléments du SRCE situés dans la zone du projet et ses abords ont été décrits dans la partie consacrée au milieu naturel, au chapitre "D7.3.2 - Biocorridors - trames vertes et bleues", page 82.

Comme on peut le constater, le projet ne s'implante ni dans des réservoirs de biodiversité, ni sur des corridors écologiques. Par contre, les éoliennes E17, E21 et E22 interfèrent avec les zones à renaturer du secteur. La présence de ces éoliennes dans les zones à renaturer du SRCE n'est pas incompatible.



\* : Le SRCE a été pris en compte lors de l'élaboration du projet. on notera toutefois que celui-ci a été annulé par le Tribunal administratif de Lille le 26 janvier 2017.

# I10 - ARTICULATION AVEC LE SDAGE ARTOIS-PICARDIE ET AVEC LE SAGE DE LA SENSÉE

## I10.1 - SDAGE ARTOIS-PICARDIE

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) est le document qui fixe, pour chaque bassin hydrographique, les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau. Il prend en compte les principaux programmes arrêtés par les collectivités publiques et définit de manière générale et harmonisée les objectifs de quantité et de qualité des milieux aquatiques ainsi que les aménagements à réaliser pour les atteindre. Il définit également le périmètre des sous-bassins pour l'élaboration des Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE).

Ce document a une portée juridique qui s'impose aux décisions administratives en matière de police des eaux, notamment l'instruction des déclarations et autorisations administratives (rejets, urbanisme...).

Le SDAGE Artois-Picardie (2016-2021) a été arrêté par le Préfet Coordonnateur du bassin Artois- Picardie le 23 novembre 2015. Il définit 5 enjeux :

- **Enjeu A** : maintenir et améliorer la biodiversité des milieux aquatiques,
- **Enjeu B** : garantir une eau potable en qualité et en quantité satisfaisante,
- **Enjeu C** : s'appuyer sur le fonctionnement naturel des milieux pour prévenir et limiter les effets négatifs des inondations,
- **Enjeu D** : protéger le milieu marin,
- **Enjeu E** : mettre en oeuvre des politiques publiques cohérentes avec le domaine de l'eau.

Ces enjeux se déclinent en 34 orientations présentées dans le tableau ci-contre, comportant 79 dispositions.

Le projet du parc éolien ne s'oppose aucunement aux différentes orientations et dispositions du SDAGE Artois-Picardie. Il ne détruit aucune zone humide, ne favorise pas les risques d'inondation ou de ruissellement et n'engendre aucun impact notable sur les nappes et masses d'eau du territoire.

## I10.1 - SAGE DE LA SENSÉE

En ce qui concerne le SAGE de la Sensée, celui-ci est actuellement en consultation administrative avant son approbation.

Les enjeux de ce SAGE, tels qu'ils ont été définis à ce jour sont :

- Protection et gestion de la ressource en eau souterraine,
- Reconquête de la qualité des cours d'eau et des milieux humides,
- Maîtrise et limitation des risques liés à l'eau,
- Sensibilisation et communication sur la ressource en eau et les milieux aquatiques.

Il énonce un règlement qui concernera :

- la gestion des plans d'eau (Art 1),
- la gestion quantitative de la ressource en eau souterraine (Art 2),
- la protection des zones humides (Art 3),
- la gestion des eaux pluviales (Art 4).

Tel qu'il a été élaboré, le projet n'est pas de nature à s'opposer aux objectifs et orientations du SAGE.

Il respectera également le règlement tel qu'il est à ce jour, connu : le projet n'interfère avec aucun plan d'eau ni aucune zone humide. Il ne génère aucun impact notable sur la ressource en eau souterraine. Il prévoit une gestion de ses eaux pluviales dans le respect de règles édictées par le SAGE (gestion in situ, pas de débit de rejet en aval).

<b>ENJEU A</b>	<b>Maintenir et améliorer la biodiversité des milieux aquatiques</b>
Orientation A1	Continuer la réduction des apports ponctuels de matières polluantes classiques dans les milieux
Orientation A2	Maîtriser les rejets par temps de pluie en milieu urbanisé par des voies alternatives (maîtrise de la collecte et des rejets) et préventives (règles d'urbanisme notamment pour les constructions nouvelles)
Orientation A3	Diminuer la pression polluante par les nitrates d'origine agricole sur tout le territoire
Orientation A4	Adopter une gestion des sols et de l'espace agricole permettant de limiter les risques de ruissellement, d'érosion, et de transfert des polluants vers les cours d'eau, les eaux souterraines et la mer
Orientation A5	Préserver et restaurer la fonctionnalité des milieux aquatiques dans le cadre d'une gestion concertée
Orientation A6	Assurer la continuité écologique et sédimentaire
Orientation A7	Préserver et restaurer la fonctionnalité écologique et la biodiversité
Orientation A8	Réduire l'incidence de l'extraction des matériaux de carrière
Orientation A9	Stopper la disparition, la dégradation des zones humides à l'échelle du bassin Artois Picardie et préserver, maintenir et protéger leur fonctionnalité
Orientation A10	Poursuivre l'identification, la connaissance et le suivi des pollutions par les micropolluants nécessaires à la mise en oeuvre d'actions opérationnelles
Orientation A11	Promouvoir les actions, à la source de réduction ou de suppression des rejets de micropolluants
Orientation A12	Améliorer les connaissances sur l'impact des sites pollués
<b>ENJEU B</b>	<b>Garantir une eau potable en qualité et en quantité satisfaisante</b>
Orientation B1	Poursuivre la reconquête de la qualité des captages et préserver la ressource en eau dans les zones à enjeu eau potable définies dans le SDAGE
Orientation B2	Anticiper et prévenir les situations de crise par la gestion équilibrée des ressources en eau
Orientation B3	Inciter aux économies d'eau
Orientation B4	Anticiper et assurer une gestion de crise efficace, en prévision, ou lors des étiages sévères
Orientation B5	Rechercher et réparer les fuites dans les réseaux d'eau potable
Orientation B6	Rechercher au niveau international, une gestion équilibrée des aquifères
<b>ENJEU C</b>	<b>S'appuyer sur le fonctionnement naturel des milieux pour prévenir et limiter les effets négatifs des inondations</b>
Orientation C1	Limiter les dommages liés aux inondations

Orientation C2	Limiter le ruissellement en zones urbaines et en zones rurales pour réduire les risques d'inondation et les risques d'érosion des sols et coulées de boues
Orientation C3	Privilégier le fonctionnement naturel des bassins versants
Orientation C4	Préserver et restaurer la dynamique naturelle des cours d'eau
<b>ENJEU D</b>	<b>Protéger le milieu marin</b>
Orientation D1	Réaliser ou réviser les profils pour définir la vulnérabilité des milieux dans les zones protégées baignade et conchyliculture mentionnées dans le registre des zones protégées (document d'accompagnement numéro 1)
Orientation D2	Limiter les risques microbiologiques en zone littorale ou en zone d'influence des bassins versants définie dans le cadre des profils de vulnérabilité pour la baignade et la conchyliculture
Orientation D3	Respecter le fonctionnement dynamique du littoral dans la gestion du trait de côte
Orientation D4	Intensifier la lutte contre la pollution issue des installations portuaires et des bateaux
Orientation D5	Prendre des mesures pour lutter contre l'eutrophisation en milieu marin
Orientation D6	Préserver les milieux littoraux particuliers indispensables à l'équilibre des écosystèmes avec une forte ambition de protection au regard des pressions d'aménagement
Orientation D7	Assurer une gestion durable des sédiments dans le cadre des opérations de curage ou de dragage
<b>ENJEU E</b>	<b>Mettre en oeuvre des politiques publiques cohérentes avec le domaine de l'eau</b>
Orientation E1	Renforcer le rôle des Commissions Locales de l'Eau (CLE) des SAGE
Orientation E2	Permettre une meilleure organisation des moyens et des acteurs en vue d'atteindre les objectifs du SDAGE. L'autorité administrative favorise l'émergence de maîtres d'ouvrages pour les opérations les plus souvent « orphelines »
Orientation E3	Former, informer et sensibiliser
Orientation E4	Adapter, développer et rationaliser la connaissance
Orientation E5	Tenir compte du contexte économique dans l'atteinte des objectifs

# I11 - ARTICULATION AVEC LE PLAN NATIONAL DE PRÉVENTION DES DÉCHETS, LE PLAN NATIONAL DE PRÉVENTION ET DE GESTION DE CERTAINES CATÉGORIES DE DÉCHETS, LE PLAN D'ÉLIMINATION DES DÉCHETS MÉNAGERS ET ASSIMILÉS DU PAS-DE-CALAIS ET LES AUTRES PLANS RÉGIONAUX OU DÉPARTEMENTAUX D'ÉLIMINATION DES DÉCHETS

Les principaux documents nationaux, régionaux et départementaux concernant les déchets sont les suivants :

- Le Programme national de prévention des déchets 2014-2020 : il s'inscrit dans le contexte de la directive-cadre européenne sur les déchets (directive 2008/98/CE du 19 novembre 2008), qui prévoit une obligation pour chaque État membre de l'Union européenne de mettre en œuvre des programmes de prévention des déchets ;
- le Plan national de prévention et de gestion de certaines catégories de déchets : citons en particulier le Plan national de décontamination et d'élimination des appareils contenant des PCB et des PCT approuvé le 26 février 2003 ;
- Le plan d'élimination des déchets ménagers et assimilés du Pas-de-Calais : c'est un document de planification qui fixe les grands objectifs de prévention et de gestion durable des déchets ménagers et assimilés. Ce Plan a été approuvé en 1996 et révisé en 2002. Les enjeux principaux sont de faire évoluer les comportements pour diminuer les tonnages de déchets produits d'une part et d'augmenter la valorisation et le recyclage d'autre part.
- Le Plan Régional d'Élimination des Déchets Dangereux (PREDD), prend en compte, quant à lui, l'ensemble des déchets dits "dangereux". Les principales orientations retenues dans le PREDD Nord-Pas-de-Calais sont les suivantes :
  - Autosuffisance : la région se dote des moyens et filières en capacité suffisante pour satisfaire à ses besoins. Ce principe est à adapter en fonction de la spécificité et de la technicité des filières. Il doit être impérativement appliqué pour le stockage des déchets ultimes.
  - Proximité : ce principe vise à limiter le transport des déchets en distance et en volume. De même que le principe précédent, le principe de proximité est à décliner en fonction de la nature et de la filière choisie pour traiter le déchet. Ce principe n'est pas attaché aux frontières administratives de la région, mais simplement à la situation géographique des activités.
  - Progrès et d'amélioration de l'environnement : promouvoir l'amélioration des pratiques et des filières en matière de déchet.

Cette amélioration porte à la fois sur la protection de l'environnement et sur les aspects techniques de la gestion des déchets (développement de technologies nouvelles et diversification des filières), tout en tenant compte de la dimension économique.

- Développement de la connaissance des déchets : afin de suivre l'application du Plan, mais aussi de mieux informer le public sur la production et l'élimination des déchets dans la région, il est nécessaire de développer la connaissance des déchets visés par le Plan Régional. Cette connaissance porte aussi bien sur leur nature que leur quantité, dans le respect des règles de confidentialité prévues par la loi, ainsi que sur les effets sur l'environnement et la santé publique des opérations liées à la production et au traitement des déchets. Enfin, elle doit permettre le développement de filières d'élimination et de valorisation les mieux adaptées du point de vue de la protection de l'environnement, et du rapport qualité/coût.
- Les plans régionaux et départementaux de gestion des déchets du BTP : la gestion des déchets du BTP est de la responsabilité des professionnels du bâtiment et des travaux publics, entreprises ou maîtres d'ouvrage, selon qu'il s'agisse de construction neuve ou de travaux de démolition. Les gisements régionaux et départementaux étant importants, des plans régionaux et départementaux ont été ou sont en cours d'élaboration. Trois grandes orientations prioritaires ont été définies :
  - obtenir des déchets plus homogènes, et donc plus faciles à utiliser, en améliorant le tri sur le chantier et dans les installations de regroupement ;
  - promouvoir les produits recyclés et susciter l'expérimentation dans ce domaine ;
  - préserver une concurrence loyale

Le projet éolien n'est pas de nature à s'opposer aux objectifs fixés par les Plans et Schémas énumérés ci-avant. Notons aussi qu'il respectera la réglementation en matière d'élimination de ses déchets, notamment ceux liés au chantier (les déchets, qu'ils soient issus des opérations de montage ou des opérations de maintenance seront en effet récupérés et traités conformément à la législation).

## **I12 - ARTICULATION AVEC LE SCHÉMA INTER-DÉPARTEMENTAL DES CARRIÈRES DU NORD - PAS-DE-CALAIS**

Selon l' art. L.515-3 du Code de l'Environnement, le schéma régional des carrières définit les conditions générales d'implantation des carrières et les orientations relatives à la logistique nécessaire à la gestion durable des granulats, des matériaux et des substances de carrières dans la région. Il prend en compte l'intérêt économique national et régional, les ressources, y compris marines et issues du recyclage, ainsi que les besoins en matériaux dans et hors de la région, la protection des paysages, des sites et des milieux naturels sensibles, la préservation de la ressource en eau, la nécessité d'une gestion équilibrée et partagée de l'espace, l'existence de modes de transport écologiques, tout en favorisant les approvisionnements de proximité, une utilisation rationnelle et économe des ressources et le recyclage. Il identifie les gisements potentiellement exploitables d'intérêt national ou régional et recense les carrières existantes. Il fixe les objectifs à atteindre en matière de limitation et de suivi des impacts et les orientations de remise en état et de réaménagement des sites.

Le schéma inter-départemental des carrières du Nord - Pas-de-Calais introduit 9 orientations visant une exploitation des matériaux avec un impact réduit sur l'environnement et leur utilisation économe et durable.

Le projet éolien, objet du présent dossier n'est pas de nature à s'opposer aux orientations de ce schéma. Il n'interfère avec aucune carrière en activité et n'est pas susceptible d'entraver les possibilités futures d'exploitations sur cette partie du territoire départemental.

## **I13 - ARTICULATION AVEC LE PROGRAMME D' ACTIONS NATIONAL ET LE PROGRAMME D' ACTIONS RÉGIONAL POUR LA PROTECTION DES EAUX CONTRE LA POLLUTION PAR LES NITRATES D'ORIGINE AGRICOLE**

Le programme d'actions national et les programmes régionaux définissent les mesures (et actions) nécessaires à une bonne maîtrise de la fertilisation azotée et à une gestion adaptée des terres agricoles en vue de limiter les fuites de composés azotés à un niveau compatible avec les objectifs de restauration et de préservation, pour le paramètre nitrates, de la qualité des eaux superficielles et souterraines.

Comme on peut le constater, ces programmes ne concernent pas le projet.



# J - IDENTIFICATION ET CARACTÉRISATION DES POTENTIELS DE DANGER

## J1 - MÉTHODE D'ANALYSE UTILISÉE POUR IDENTIFIER ET CARACTÉRISER LES POTENTIELS DE DANGERS

Cette étude s'appuie notamment sur le guide technique de l'INERIS (Élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens - Mai 2012).

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'Analyse Préliminaire des Risques (APR).

La méthodologie utilisée pour identifier et caractériser les potentiels de dangers repose sur une analyse aussi exhaustive que possible des 4 catégories d'éléments porteurs de dangers, à savoir :

- les produits pouvant être présents à l'intérieur de l'installation,
- les procédés,
- les utilités en cas de perte,
- les événements externes aux procédés, d'origine naturelle et non naturelle.

Cette étude de dangers est réalisée sur une base majorante, en ne considérant que des éoliennes de 150 m de haut, de 116,8 m de diamètre de rotor, et un moyeu à 93 m (voir aussi "B2.3 - Description détaillée des éoliennes utilisées", page 22).

## J2 - 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 notera parmi les principaux éléments chimiques présents (voir le tableau en page suivante) :

- le liquide de refroidissement (eau glycolée),
- les huiles de lubrification pour la boîte de vitesse excepté pour le modèle ENERCON (Voir chapitre "B2.3.3 - Les éléments de production", page 24).
- les huiles pour le système hydraulique,
- les graisses pour la lubrification des roulements.

Les huiles, les graisses et l'eau glycolée 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, comme :

- 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 anticorrosion.

Certains de ces produits de maintenance peuvent être inflammables. Mais conformément à l'Art. 16. de l'arrêté du 26 août 2011 modifié 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 le surplus est repris en fin d'opération.

Le tableau ci-dessous synthétise les dangers liés aux produits présents dans une éolienne avec boîte de vitesse à partir de la Fiche de Données de Sécurité (FDS)\* de chacun d'entre eux, car les quantités de produits présents sont plus élevées dans ce type de modèle.

Ces dangers liés aux produits dépendent de 3 facteurs : la nature du produit lui-même et ses caractéristiques dangereuses (traduites par sa classification au sens de l'arrêté du 20 avril 1994 modifié), la quantité de produit stockée ou utilisée et les conditions de stockage ou de mise en œuvre.

Appellation du produit	Fonction	Quantité	Principaux danger	Indications particulières	Point éclair (°C)	Code déchet
Hexafluorure de soufre (SF <sub>6</sub> )	gaz utilisé comme milieu isolant pour les cellules de protection électrique	varie entre 1,5 kg et 2,15 kg suivant le nombre de caissons composant la cellule	-	le SF <sub>6</sub> possède un potentiel de réchauffement global (gaz à effet de serre) très important, mais les quantités présentes sont très limitées (seulement 1 à 2 kg de gaz dans les cellules de protection).		
Eau glycolée Havoline XLC	Système de refroidissement	120 L	Nocif (Xn)	R22 : nocif en cas d'ingestion, S 2 : conserver hors de la portée des enfants, S 46 : en cas d'ingestion, consulter immédiatement un médecin et lui montrer l'emballage ou l'étiquette, S 36/37 : porter un vêtement de protection et des gants appropriés.		16 01 14
Huile hydraulique Texaco Rando WM32	Circuit haute pression	315 L	non classé	R10 : inflammable, R65 : nocif (peut provoquer une atteinte des poumons en cas d'ingestion) R66 : l'exposition répétée peut provoquer le dessèchement ou des gerçures de la peau.	150	13 01 10
Huile Mobil Gear SHCXMP 320	Lubrification du multiplicateur	environ 300 à 400 L	non classé		205	13 02 06
Graisse SKF LGWM1	Lubrification : - vérins des pales, - roulements principaux, - boulons du rotor.	5 g/vérin 1200 g/1304 cm <sup>3</sup> 2 x 25 g	non classé	S24/25 : éviter le contact avec la peau et les yeux		12 01 12
Graisse Shell Rhodina BBZ	Lubrification des roulements des pales	1600 g/1814 cm <sup>3</sup>	Nocif (Xn)			
Graisse Klüberplex BEM 41-132	Lubrification du générateur	450 g	non classé		250	
Graisse Mobilgear 630	Lubrification du palan interne	faible (non défini précisément)	non classé		255	13 02 05
Graisse White Oil Farmaceutical 240, 29 934	Lubrification de la chaîne du palan interne	faible (non défini précisément)	non classé			
Huile Shell Tivela S 320	Huile du moteur d'orientation de la nacelle	faible (non défini précisément)	non classé		286	
Graisse Klüberplex AG11-462	Lubrification du système de rotation de la nacelle	100 g	non classé			
Graisse Shell Stamina HDS 2	Lubrification du système d'orientation de la nacelle	200 g	non classé	R52/53 : nocif pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme sur l'environnement aquatique.	> 200	12 01 12

D'autres produits peuvent être utilisés lors des phases de maintenance (lubrifiants, décapants, produits de nettoyage), mais toujours en faibles quantités (quelques litres au plus).

\* Ce formulaire contient des données relatives aux propriétés d'une substance chimique. La conception des FDS est régie par le règlement européen REACH1 (n° 1907/2006).

En conclusion, il ressort que les produits ne présentent pas de réel danger, si ce n'est lorsqu'ils sont soumis à un incendie (car dans ce cas ils vont entretenir et alimenter cet incendie), ou s'ils sont déversés dans l'environnement du fait du risque de pollution des sols ou des eaux.

→ **Risque de feu de flaque / feu de nappe**

Lorsque de l'huile se répand sur le sol ou sur une surface, elle forme une nappe qui s'évapore plus ou moins vite selon les caractéristiques du milieu sur lequel elle s'étend. Étant donné le point éclair élevé de ces huiles, elles s'enflammeront difficilement. Cependant, un feu de nappe ou un feu de flaque ne peut être écarté.

## J3 - POTENTIELS DE DANGERS LIÉS AUX PROCÉDÉS

Les tableaux ci-dessous 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 (excluant les phases de construction, transport, maintenance lourde...). Elle comprend également les dangers liés au raccordement électrique.

### J3.1 - IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS LIÉS AUX CONDITIONS D'EXPLOITATION

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

### J3.2 - POTENTIELS DE DANGERS LIÉS AUX PERTES D'UTILITÉ

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'Analyse Préliminaire des Risques (APR).

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 (Supervisory Control Data and Acquisition)	Perte du transfert des informations et défauts

\* L'ensemble du raccordement électrique inter-éoliennes réalisé conformément à l'article 24 du Décret 2011-1697 et à l'arrêté interministériel du 17 Mai 2001 modifié par les normes en vigueur, n'aura donc pas d'impact sur la sécurité ou la santé des personnes fréquentant le site ("B2.8 - Raccordement aux postes de livraison et liaisons électriques inter-éoliennes", page 31).

# J4 - POTENTIELS DE DANGERS LIÉS AUX ÉVÉNEMENTS EXTERNES AUX PROCÉDÉS

Potentiel de dangers		Description des dangers
Conditions climatiques exceptionnelles	Température	<p>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. L'environnement est généralement soumis à des cycles de température. Ils accroissent souvent les effets des variations de température et peuvent conduire à une fatigue mécanique précoce. L'application rapide de contraintes, de chocs thermiques, risque de rendre cassants certains matériaux et de provoquer une rupture pour une contrainte de fatigue nettement inférieure à celle qui serait nécessaire dans les conditions stables.</p> <p>Les défauts de fonctionnement, le plus fréquemment rencontrés sur les installations, sont les dysfonctionnements de composants électroniques dus à des décompositions et des ruptures de diélectriques, provoquées par de trop hautes températures.</p> <p>La combinaison de températures froides avec un taux d'humidité élevé peut conduire à la formation de glace sur les pales des éoliennes. Dans ces conditions climatiques extrêmes ("icing conditions"), des gouttes d'eau surfondues heurtent les pales froides et gèlent. Des blocs de glace peuvent alors se former sur les pales de l'éolienne et être projetés sous l'effet du vent ou de la rotation des pales.</p>
	Pluie	<p>Les précipitations sont l'une des sources d'humidité qui constituent un facteur essentiel dans la plupart des types de corrosion. L'impact des gouttes de pluie risque d'engendrer une érosion de nombreux matériaux et de revêtements de protection.</p> <p>À l'extérieur, les pales du rotor sont protégées des intempéries par un revêtement de surface. Ce revêtement à base de polyuréthane est robuste et très résistant.</p> <p>De fortes précipitations peuvent conduire à une inondation ayant pour conséquence la dégradation des installations et une éventuelle chute du mât des éoliennes.</p> <p>Notons que ce risque est plutôt limité dans le secteur (pas d'éléments permanents du réseau hydrographique, pas de zone inondable).</p>
	Neige et glace	<p>La neige est une précipitation de cristaux de glace. Son accumulation sur des surfaces horizontales occasionne des charges importantes. Les défauts les plus souvent rencontrés sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- rupture des structures, due à une charge trop importante,</li> <li>- courts-circuits par dépôts de neige,</li> <li>- perte de visibilité des pales.</li> </ul> <p>Par les surcharges qu'il apporte aux toitures, l'enneigement peut provoquer leur effondrement si elles ne sont pas suffisamment dimensionnées.</p> <p>Le risque d'accumulation de neige est limité compte tenu de l'architecture d'une éolienne et du secteur concerné.</p>
	Vents violents	<p>Les vents violents peuvent être la cause de détériorations de structures, de chute/pliage de mât, de survitesse des pales et de projection de pales.</p> <p>Les vents violents sont pris en compte dans le dimensionnement des éoliennes. Les cas de charge sont décrits dans la norme IEC 61400. Cette dernière 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.</p>
	Foudre	<p>La foudre est un phénomène électrique de très courte durée, véhiculant des courants de forte intensité, 20 kA en moyenne avec des maxima de l'ordre de 100 kA, se propageant avec des fronts de montée extrêmement raides entre deux masses nuageuses ou entre une masse nuageuse et le sol.</p> <p>Les dangers liés à la foudre sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les effets thermiques pouvant être à l'origine d'un incendie ou d'une explosion, soit au point d'impact, soit par l'énergie véhiculée par les courants de circulation conduits ou induits, et/ou de dommages aux structures et construction,</li> <li>- les perturbations électromagnétiques qui entraînent la formation de courants induits pouvant endommager les équipements électroniques, en particulier les équipements de contrôle commande et/ou de sécurité,</li> <li>- les effets électriques pouvant induire des différences de potentiel.</li> </ul> <p>De par leur taille, les éoliennes sont particulièrement vulnérables au risque foudre. L'éolienne est équipée d'un système parafoudre fiable afin d'éviter que l'éolienne ne subisse des dégâts.</p> <p>Les éoliennes doivent également répondre aux exigences de l'arrêté du 15 janvier 2008 relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Article 1, deuxième alinéa : "En outre, les dispositions du présent arrêté peuvent être rendues applicables par le préfet aux installations classées soumises à autorisation non visées par l'annexe du présent arrêté dès lors qu'une agression par la foudre sur certaines installations classées pourrait être à l'origine d'événements susceptibles de porter atteinte, directement ou indirectement, aux intérêts visés à l'article L. 511-1 du Code de l'environnement."</li> <li>- L'article 3 de cet arrêté précise que la définition des mesures de prévention et des dispositifs de protection doit être réalisée dans une étude technique, distincte de l'Analyse du Risque Foudre, qui définira également les modalités de leur vérification et de leur maintenance.</li> </ul> <p>Le secteur de l'Artois présente une exposition relativement faible au risque de foudre avec une densité de foudroiement inférieure à la moyenne nationale.</p>

Potentiel de dangers		Description des dangers
Mouvements de terrain	Séisme	<p>Les séismes sont caractérisés par deux grandeurs : la magnitude et l'intensité.            La magnitude est une mesure logarithmique de la puissance du séisme (énergie dégagée sous forme d'ondes élastiques au sol). Cette notion a été définie par Richter en 1935. C'est une grandeur continue. L'énergie est multipliée par 30 quand la magnitude croît de 1. La magnitude seule ne permet pas de caractériser les dégâts causés à la surface du séisme. En effet, ceux-ci dépendent aussi de la nature et des mouvements du sol, du contenu fréquentiel et de la durée du phénomène.            L'intensité macrosismique permet de caractériser les effets destructeurs observés des séismes. C'est une quantité empirique, basée sur des observations. C'est la seule quantité qui puisse être utilisée pour décrire l'importance des séismes historiques qui ont eu lieu avant l'ère instrumentale, c'est-à-dire avant les premiers réseaux d'observation sismologique du début XX<sup>ème</sup> siècle.</p> <p>La prévention du risque sismique est notamment régie par :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- le Code de l'Environnement, au travers des articles R563-1 à R563-8 relatifs à la prévention du risque sismique,</li> <li>- l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite "à risque normal",</li> <li>- le décret n° 2010-1255 du 22/10/10 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français,</li> <li>- le décret n° 2010-1254 du 22/10/10 relatif à la prévention du risque sismique,</li> <li>- la circulaire n° 2000-77 du 31/10/00 relative au contrôle technique des constructions pour la prévention du risque sismique,</li> <li>- l'arrêté du 10 mai 1993 fixant les règles parasismiques applicables aux installations soumises à la législation sur les installations classées,</li> <li>- la circulaire DPPR/SEI du 27 mai 1994 relative à l'arrêté du 10 mai 1993 fixant les règles parasismiques applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement.</li> </ul> <p>Les articles R563-1 à D563-8-1 du Code de l'Environnement définissent :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- le risque "normal",</li> <li>- le risque "spécial",</li> <li>- les Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles,</li> <li>- Pour l'application des mesures de prévention du risque sismique aux bâtiments, équipements et installations de la classe dite "à risque normal", le territoire national est divisé en cinq zones de sismicité croissante :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zone de sismicité 1 (très faible),</li> <li>- Zone de sismicité 2 (faible),</li> <li>- Zone de sismicité 3 (modérée),</li> <li>- Zone de sismicité 4 (moyenne),</li> <li>- Zone de sismicité 5 (forte).</li> </ul> </li> </ul> <p>La présence d'une grande partie de la masse en haut de la tour rend les éoliennes particulièrement vulnérables aux séismes. Un séisme pourrait conduire à la chute du mât.            Les éoliennes doivent être dimensionnées conformément à la réglementation française en vigueur.            Le parc éolien La Voie de Cambrai est localisé dans la zone de sismicité 3. Le projet intégrera donc les règles parasismiques qui s'imposent (normes Eurocode 8) afin d'assurer la solidité des ouvrages contre les secousses sismiques éventuelles.</p>
	Mouvement de terrain hors séisme	<p>Un mouvement de terrain pourrait être à l'origine d'une chute d'éolienne.            Le risque de mouvement de terrain hors séisme doit faire l'objet d'une étude géotechnique. Son but est de garantir un bon dimensionnement des installations à la vue de la géologie du site d'implantation, ceci afin d'écartier le risque de mouvement de terrain hors séisme.</p>

Potentiel de dangers		Description des dangers
Proximité de la mer	Atmosphère saline	L'atmosphère en bordure de mer peut conduire à une détérioration accélérée d'équipements ou d'ouvrages à cause des phénomènes de corrosion, accentués par le taux de salinité de l'air qui est souvent plus élevé qu'à l'intérieur des terres. Cette source de dangers est prise en compte dans la conception des éoliennes, principalement par un choix de matériaux adaptés à l'environnement dans lequel ils se trouveront. Le parc en projet n'est pas concerné car il est situé loin de la mer (plus de 120 km).
	Marées, vagues	Des marées ou des vagues de forte amplitude présentent un risque de submersion des installations. Les dangers liés à ces événements de nature exceptionnelle sont l'endommagement des installations et la chute d'éolienne. Le parc en projet n'est pas concerné car il est situé loin de la mer (plus de 120 km).
	Tsunami	Un tsunami est une onde provoquée par un mouvement rapide d'un grand volume d'eau. Ce mouvement est en général dû à un séisme, une éruption volcanique sous-marine de type explosive ou bien un glissement sous-marin de grande ampleur. L'onde générée se propage ensuite : ce phénomène ondulatoire est caractérisé par une grande longueur d'onde (plusieurs centaines de kilomètres) et une grande période (de l'ordre de plusieurs dizaines de minutes). L'onde associée au tsunami est en général à peine perceptible en haute-mer en raison de sa faible amplitude (généralement inférieure à 1 m). En revanche, lorsque l'onde parvient à des zones de hauts fonds, son amplitude augmente : les vagues résultantes peuvent ainsi atteindre plusieurs mètres et pénétrer à l'intérieur des terres. La partie du littoral français principalement concernée par le risque de tsunamis est la côte méditerranéenne : l'activité tectonique méditerranéenne est en effet la plus susceptible de générer des tsunamis. Ainsi, les études menées par les autorités françaises sur le risque de tsunamis concernent essentiellement le littoral méditerranéen. Le parc en projet n'est pas concerné car il est situé loin de la mer (plus de 120 km).
Incendie de végétation		Un incendie de la végétation présente sur le site et aux alentours serait susceptible de se propager aux installations. Rappelons que les éoliennes sont situées dans les champs, qui constituent une zone de faible risque incendie.
Dangers externes d'origine non naturelle	Activités industrielles voisines	Un accident sur les installations industrielles voisines (incendie, explosion, projection) pourrait être à l'origine de dégradations des éoliennes. Des projections ou des suppressions peuvent impacter une éolienne et causer des dégradations majeures (chute du mât, rupture de pales ou de fragments de pales). Des effets thermiques peuvent également endommager significativement les installations. L'installation classée la plus proche est une installation de "collecte et traitement des eaux usées, installations de méthanisation et de compostage" située à Graincourt-les-Havrincourt à 2,3 km environ de l'éolienne E21.
	Activités humaines	Parachute, parapente, ... Un choc sur les pales des éoliennes pourrait causer un endommagement de ces dernières.
	Réseau de canalisations de gaz /autres produits	Un accident sur les canalisations de transport de fluides inflammables peut conduire à des phénomènes dangereux de type explosion, incendie (feu torche, feu de nappe). Par effet domino, les éoliennes peuvent être significativement endommagées. Aucune canalisation de transport de fluides inflammables n'est située dans le secteur.
	Voies de communication Voies ferroviaires, routières et transport aérien	Un accident routier/ferroviaire/maritime peut aggraver les installations en raison d'un impact/choc de véhicule sur le mât d'une éolienne et d'un accident sur des camions/wagons de matières dangereuses (incendie, explosion, ...). Le projet est situé à l'écart des grands axes, seules des routes départementales sont présentes. La plus proche est la RD 14 située à 60 m de l'éolienne E11. Sous réserve que les éoliennes soient implantées à une distance supérieure à 2 km des aéroports, le site n'est pas considéré comme se trouvant dans la zone de proximité d'un aéroport, selon la lettre au Préfet de la Sarthe du 5 février 2007, relative à la prise en compte de l'événement initiateur "chute d'avion" dans les Études de Dangers et dans la Maîtrise de l'Urbanisation et définition de la zone de proximité d'un aéroport. Aucun aéroport n'est présent à moins de 2 km. En effet, l'aéroport de Cambrai-Epinoy est situé à 9 km de l'éolienne la plus proche du projet et celui de Cambrai-Niergnies à 15 km. Par conséquent, selon l'annexe IV de l'arrêté du 10 mai 2000 relatif à la prévention des accidents majeurs, l'événement initiateur "chute d'aéronef" n'a pas à être pris en compte dans l'analyse des risques.
	Réseau électrique	Une perte du réseau électrique est étudiée au chapitre "Analyse préliminaire des risques".
Malveillance	Les installations peuvent faire l'objet de tentatives éventuelles d'intrusions ou d'actes de malveillance (vols de cuivre, sabotage, etc...) 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 présentée au chapitre "Analyse préliminaire des risques".	
Maintenance et extension du parc éolien		Les activités d'extension du parc éolien ou de maintenance lourde peuvent être à l'origine de dommages sur les installations existantes en raison notamment de la présence de grues et de véhicules de maintenance. Ces activités sont considérées comme des événements initiateurs potentiels dans l'analyse des risques présentée au chapitre "Analyse préliminaire des risques".

# J5 - RÉDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS

## J5.1 - OBJECTIFS

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

- Suppression des procédés et des produits dangereux, c'est-à-dire des éléments porteurs de dangers,
- Remplacement de ceux-ci par des procédés et des produits présentant un danger moindre,
- Réduction des quantités de produits dangereux mises en œuvre sur le site.

## J5.2 - RÉDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS PAR LE CHOIX D'IMPLANTATION

Lors du choix de l'emplacement des éoliennes, plusieurs enjeux ont été pris en compte afin de limiter les risques :

- respect d'une distance minimale de 500 m par rapport aux zones urbanisées (700 m dans le cas présent) et urbanisables,
- éloignement des routes à fort trafic. La RD 930 (> 2000 véhicules par jour) est à plus de 1 200 m de l'éolienne la plus proche (E21),
- éloignement des canalisations de gaz,
- éloignement (> 420 m) des lignes électriques aériennes très haute tension.

## J5.3 - SUPPRESSION ET RÉDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS LIÉS AUX PRODUITS

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 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 sont équipées de nombreux détecteurs de niveau d'huile (boîte de vitesse, système hydraulique, générateur...) permettant de détecter les éventuelles fuites d'huile et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence.

Les éoliennes ENERCON et SIEMENS ne possèdent pas de système d'engrenage principal : le rotor est directement couplé à un générateur annulaire. La vitesse de rotation n'a pas besoin d'être échelonnée. Par conséquent, la quantité d'huile d'engrenage habituellement disponible sur les éoliennes classiques (> 200 litres) n'est pas nécessaire.

Pour les éoliennes SENVION et NORDEX, les opérations de vidange de la boîte de vitesse sont effectuées de manière rigoureuse et font l'objet de procédures spécifiques. Plusieurs situations de vidange peuvent se présenter allant d'une vidange simple sans rinçage de la boîte de vitesse (remplacement d'huile par une huile identique) à la vidange impliquant un nettoyage de la boîte de vitesse (remplacement d'une huile par une autre huile incompatible). Dans tous les cas, le transfert des huiles s'effectue de manière sécurisée via un système de tuyauterie et de pompes directement entre la boîte de vitesse et le camion de vidange.

En cas de fuite, les véhicules de maintenance sont équipés de kits de dépollution composés de grandes feuilles absorbantes. Ces kits d'intervention d'urgence permettent :

- de contenir et arrêter la propagation de la pollution,
- d'absorber jusqu'à 20 litres de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools...) et produits chimiques (acides, bases, solvants...),
- de récupérer les déchets absorbés.

Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, le maintenancier se charge de faire intervenir une société spécialisée qui récupérera et traitera la terre souillée via les filières adéquates.

Il n'existe pas à ce jour de Meilleures Techniques Disponibles (MTD) publiées pour les éoliennes, en revanche une norme internationale existe, CEI 61400-1. Ces prescriptions concernent la conception, la fabrication, l'installation et la maintenance de l'éolienne. Elles sont prises en compte par les constructeurs pour leurs éoliennes.

# J6 - ANALYSE DE L'ACCIDENTOLOGIE

Il n'existe actuellement aucune base de données officielle recensant l'accidentologie dans la filière éolienne. Néanmoins, il a été possible d'analyser les informations collectées en France et dans le monde par plusieurs organismes divers (associations, organisations professionnelles, littérature spécialisée...). Ces bases de données sont cependant très différentes tant en termes de structuration des données qu'en termes de détail de l'information. Rappelons que l'objectif de l'analyse de l'accidentologie n'est pas de dresser une liste exhaustive de tous les accidents ou incidents survenus, ni d'en tirer des données statistiques. Il s'agit, avant tout, de rechercher les types de sinistres les plus fréquents, leurs causes et leurs effets, ainsi que les mesures prises pour limiter leur occurrence ou leurs conséquences.

## J6.1 - INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE

### J6.1.1 - BASES DE DONNÉES CONSULTÉES

Plusieurs sources ont été utilisées pour effectuer le recensement des accidents et incidents au niveau français (INERIS - *Guide pour l'élaboration de l'étude de dangers des parcs éoliens*). Il s'agit à la fois de sources officielles, d'articles de la presse locale ou de bases de données mises en place par des associations :

- Rapport du Conseil Général des Mines (juillet 2004),
- Base de données ARIA du Ministère du Développement Durable\*,
- Communiqués de presse du SER-FEE et/ou des exploitants éoliens,
- Site Internet de l'association "Vent de Colère",
- Site Internet de l'association "Fédération Environnement Durable",
- Articles de presse divers,
- Données diverses fournies par les exploitants de parcs éoliens en France.

Dans le cadre de ce recensement, il n'a pas été réalisé d'enquête exhaustive directe auprès des exploitants de parcs éoliens français. Cette démarche pourrait augmenter le nombre d'incidents recensés, mais cela concernerait essentiellement les incidents les moins graves.

Le groupe de travail composé du Syndicat des énergies renouvelables et de l'INERIS a élaboré une base de données qui apparaît aujourd'hui comme représentative des incidents majeurs ayant affecté le parc éolien français depuis l'année 2000. L'ensemble de ces sources permet d'arriver à un inventaire aussi complet que possible des incidents survenus en France.

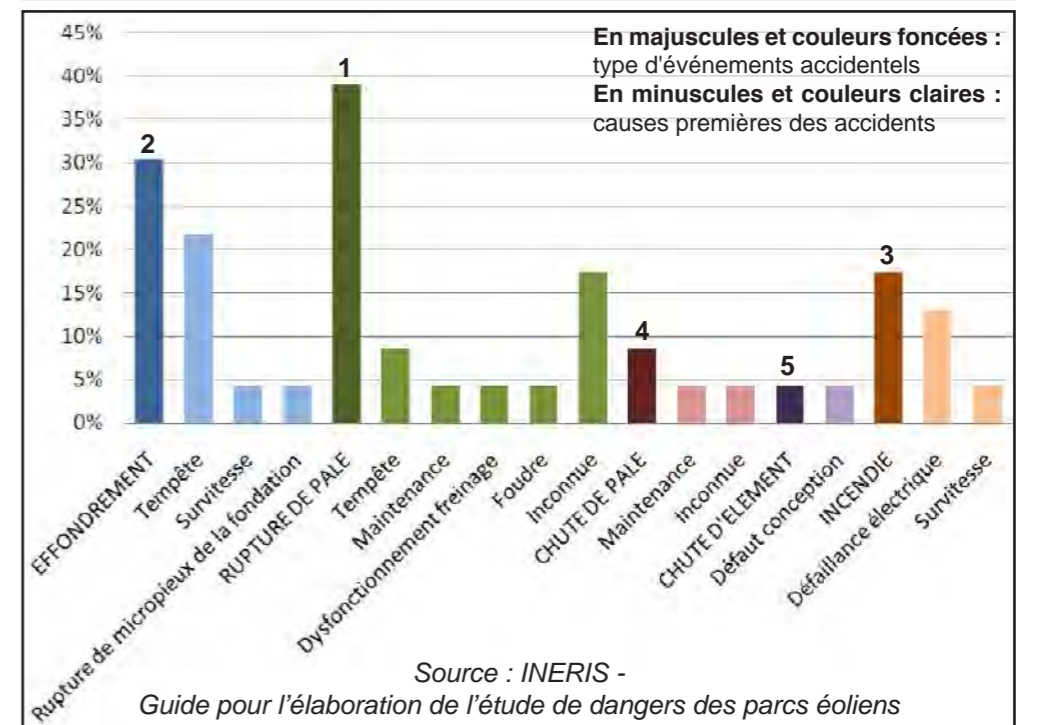
\* La base ARIA (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents) du BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles – Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire) recense et analyse les accidents et incidents, survenus en France, depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1992 (date de création du BARPI). Les événements les plus graves qui ont pu se produire avant 1992 sont également répertoriés.

## J6.1.2 - INVENTAIRE DES ACCIDENTS/INCIDENTS EN FRANCE

Sur la période 2000 - fin 2012, un total de 42 incidents a pu être recensé dans le cadre de l'étude menée par l'INERIS sur les risques liés à l'éolien. Le détail des événements répertoriés est présenté dans le tableau en page suivante, auxquels nous avons ajouté les derniers accidents connus jusqu'en 2015. Il apparaît dans ce recensement que les aérogénérateurs accidentés sont principalement des modèles anciens ne bénéficiant généralement pas des dernières avancées technologiques.

Le graphique ci-contre (Figure 145) montre la répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateurs français entre 2000 et 2011. Cette synthèse exclut les accidents du travail (maintenance, chantier de construction, etc.) et les événements qui n'ont pas conduit à des effets sur les zones autour des aérogénérateurs.

**FIGURE 145 : TYPE D'ÉVÉNEMENTS ACCIDENTELS ET CAUSES PREMIÈRES SUR LE PARC D'AÉROGÉNÉRATEURS FRANÇAIS ENTRE 2000 ET 2011**



Par ordre d'importance, les accidents les plus recensés sont :

- 1. les ruptures (projection) de pale,
- 2. les effondrements,
- 3. les incendies,
- 4. les chutes de pale,
- 5. les chutes des autres éléments de l'éolienne.

Les tempêtes sont les principales causes de ces accidents. Le détail des événements répertoriés est présenté dans le tableau ci-après



Date et lieu	Référence	Détail de l'accident	Projection/ chute de pales	Chute/pliage du mât	Chute nacelle/rotor	Incendie	Projection de glace	Dégât sur les pales	Autre	Cause(s)
11/2000 11 - PORT LA NOUVELLE	SER - FEE	Le mât d'une éolienne (Vestas V39) s'est plié lors d'une tempête suite à la perte d'une pale (coupure courant prolongée pendant 4 jours suite à la tempête)		x						Tempête avec foudre répétée
2001 11 - SALLELES LIMOUSIS	SER - FEE	Bris de pales en bois (avec inserts) (Windmaster WM43/750)	x							Non connues
01/02/2002 59 - WORMHOUT	SER - FEE	Bris d'hélice et mât plié (Turbowinds T400-34)	x	x						Tempête
01/07/2002 11 - PORT LA NOUVELLE	SER - FEE	Grave électrisation avec brûlures d'un technicien (éolienne : Gamesa G47)							x	Lors de mesures pour caractériser la partie haute d'un transformateur 690V/20kV en tension, le mètre utilisé par la victime, déroulé sur 1,46 m, s'est soudainement plié et est entré dans la zone du transformateur, créant un arc électrique.
28/12/2002 11 - NEVIAN GRANDE GARRIGUE	SER - FEE	Effondrement d'une éolienne suite au dysfonctionnement du système de freinage		x						Tempête + dysfonctionnement du système de freinage
25/02/2002 11 - SALLELES LIMOUSIS	SER - FEE	Bris de pale en bois (avec inserts) sur une éolienne bipale (Windmaster WM43/750)	x							Tempête
05/11/2003 11 - SALLELES LIMOUSIS	SER - FEE	Bris de pales en bois (avec inserts) sur trois éoliennes (Windmaster WM43/750). Morceaux de pales disséminés sur 100 m.	x							Dysfonctionnement du système de freinage
01/01/2004 62 - LE PORTEL	BARPI N°26119	Une éolienne, parmi les 4 aérogénératrices hautes de 60 m de la ferme éolienne du Portel inaugurée en mai 2002, se brise durant la nuit en entraînant la chute de sa génératrice et des pales du rotor. Les aérogénératrices représentent chacune une puissance de 3 mégawatts. Le projet a coûté 3 millions d'euros. Les 3 hélices de 25 m sont retrouvées sur la plage. Un défaut de serrage des boulons servant à relier 2 tronçons du mât (défaillance d'entretien) est sans doute à l'origine de l'incident. Selon le concepteur et gérant de cette ferme éolienne, le montant des dommages s'élèverait à plus de 450 000 euros.	x	x	x					Défaut de serrage des boulons servant à relier 2 tronçons du mât (défaillance d'entretien) et tempête
20/03/2004 59 - DUNKERQUE	BARPI N°29388	Le vent abat une des 9 éoliennes en service (Windmaster 300 kW) suite à l'arrachement de la fondation.		x						Rupture de 3 des 4 micro-pieux de la fondation, erreur de calcul (facteur de 10)
22/06/2004 et 08/07/2004 29 - PLEYBER CHRIST Site du Télégraphe	SER - FEE	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5 m à 50 m, mât intact (Windmaster WM28/300)	x							Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)
2004 11 - ESCALES CONILHAC	SER - FEE	Bris de trois pales (Jeumont J48/750)								Non connues

Date et lieu	Référence	Détail de l'accident	Projection/ chute de pales	Chute/pliage du mât	Chute nacelle/rotor	Incendie	Projection de glace	Dégât sur les pales	Autre	Cause(s)
22/12/2004 26 - MONTJOYER	BARPI N°29385	Bris des trois pales et début d'incendie sur une éolienne (Jeumont J48/750 - survitesse de plus de 60 tr/min). A la suite d'un dysfonctionnement du dispositif de freinage d'une éolienne, de la fumée et un bruit inhabituel sont perceptibles. Les pompiers envoient 2 fourgons pompes sur les lieux et installent un périmètre de sécurité. Ils constatent que les 3 pales de l'éolienne se sont brisées, 2 sont tombées au sol désintégrées et la 3 <sup>ème</sup> qui est cassée pend. La mise en sécurité est effective après l'arrêt de toutes les éoliennes par l'exploitant ; il n'y a aucune victime sur les lieux. En matière de sécurité une règle locale prévoit de respecter une distance de sécurité entre les voies de circulation et les installations d'éoliennes. Chaque éolienne développe 750 kW et est connectée au réseau 20 000 V.	x							Survitesse due à une maintenance en cours, problème de régulation, et dysfonctionnement du dispositif de freinage
2005 59 - WORMHOUT	SER - FEE	Bris de pale (Turbowinds T400-34)	x							Non connues
08/10/2006 29 - PLEYBER CHRIST Site du Télégraphe	SER - FEE	Chute d'une pale de 20 m pesant 3 tonnes (Windmaster WM28/300)	x							Allongement des pales et retrait de sécurité (débridage), pas de retour d'expérience suite aux précédents accidents sur le même parc
18/11/2006 11 - ROQUETAILLADE	SER - FEE	Acte de malveillance : explosion de bonbonne de gaz au pied de 2 éoliennes (Gamesa G47). L'une d'entre elles a mis le feu en pieds de mât qui s'est propagé jusqu'à la nacelle.				x				Acte de malveillance / incendie criminel
03/12/2006 59 - BONDUES	SER - FEE	Sectionnement du mât puis effondrement d'une éolienne dans une zone industrielle (Lagerwey LW80-18)		x						Tempête (vents mesurés à 137 Km/h)
31/12/2006 43 - ALLY	SER - FEE	Chute de pale lors d'un chantier de maintenance visant à remplacer les rotors (GE 1.5sl)	x							Accident faisant suite à une opération de maintenance
03/2007 50 - CLITOURPS	SER - FEE	Rupture d'un morceau de pale de 4 m et éjection à plus de 200 m de distance dans un champ (Vestas V47/660)	x							Non connues
11/10/2007 29 - PLOUVIEN	SER - FEE	Chute d'un élément de la nacelle (trappe de visite de 50 cm de diamètre - Eolienne : Siemens SWT 1.3)			x					Défaut au niveau des charnières de la trappe de visite. Correctif appliqué et retrofit des boulons de charnières effectué sur toutes les machines en exploitation
10/03/2008 29 - DINEAULT	BARPI N°34340	L'une des 4 éoliennes (Windmaster WM28/300) installées depuis les années 2000 sur les hauteurs de Dinéault devient incontrôlable. Des coupures de courant dues à des vents de tempête soufflant à plus 100 km/h ont effectivement endommagé le dispositif d'arrêt automatique des pales prévu en cas de vents trop violents. Un bruit assourdissant est relevé, mais toute intervention humaine se révèle trop risquée tant que la tempête ne s'est pas calmée. En accord avec les services préfectoraux et la gendarmerie, la municipalité prend un arrêté pour établir un large périmètre de sécurité autour de l'installation et interdire les accès piéton et la circulation, aucune habitation n'étant implantée à proximité immédiate de ce site de production d'électricité. Chaque pale mesure 12,50 m, le risque redouté étant que l'une d'entre elles se détache et soit projetée au loin sous les bourrasques de vent. L'une de ces pales avait d'ailleurs commencé à se plier, risquant de frotter contre le mat.						x		Endommagement du dispositif d'arrêt automatique des pales suite à des coupures de courant dues à des vents de tempête

Date et lieu	Référence	Détail de l'accident	Projection/ chute de pales	Chute/pliage du mât	Chute nacelle/rotor	Incendie	Projection de glace	Dégât sur les pales	Autre	Cause(s)
04/2008 29 - PLOUGUIN	SER - FEE	Léger choc entre l'aile d'un bimoteur Beechcraftch (liaison Ouessan-Brest) et une pale d'éolienne à l'arrêt. Perte d'une pièce de protection au bout d'aile. Mise à l'arrêt de la machine pour inspection (Enercon E66/2000).						x		Mauvaise météo, conditions de vol difficiles et faute de pilotage (altitude trop basse)
19/07/2008 55 - ERIZE LA BRULEE	SER - FEE	Chute de pale et projection de morceaux de pale suite à un coup de foudre (Gamesa G90)	x							Foudre + défaut de pale
28/08/2008 80 - VAUVILLERS	SER - FEE	Incendie de la nacelle (Vestas V80/2000)				x				Problème au niveau d'éléments électroniques
26/12/2008 55 - RAIVAL	SER - FEE	Chute de pale (Gamesa G90)	x							Non connues
26/01/2009 02 - CLASTRES	BARPI N°35814	Deux techniciens sont électrisés vers 19 h lors de la maintenance de compteurs électriques implantés au 1 <sup>er</sup> niveau d'une éolienne (Neg-Micon NM92). Gravement brûlés au 3 <sup>ème</sup> degré et sur plus de 50 % du corps, ils sont transportés à l'hôpital en ambulance escortée par la gendarmerie, l'hélicoptère des secours ne pouvant décoller en raison des conditions météorologiques. Les 2 employés portaient leur harnais de sécurité et les compteurs étaient accessibles par un escalier extérieur. Une enquête est effectuée pour déterminer les conditions de l'accident.							x	Accident électrique (explosion d'un convertisseur)
08/06/2009 84 - BOLLENE	SER - FEE	Bout de pale d'une éolienne ouvert						x		Coup de foudre sur la pale
21/10/2009 85 - FROIDFOND	SER - FEE	Incendie de la nacelle (Gamesa G80/2000)				x				Probablement un court-circuit dans transformateur sec embarqué en nacelle
30/10/2009 07 - FREYSSENET	BARPI N°37601	Un feu se déclare vers 18h20 au sommet du rotor d'une éolienne (Vestas V80/2000) de 70 m de haut, mise en service en 2005. Les secours n'engagent pas de moyens d'extinction mais mettent en place un périmètre de sécurité de 250 m et surveillent l'évolution du sinistre. Le matériel, en fibre de carbone et de verre, fond sous l'effet de la chaleur en dégageant de la fumée et en générant des nuisances olfactives perceptibles dans la vallée de l'Ouvèze. Devant le risque de détachement des pales, le lieu est sécurisé et la circulation interrompue sur la route proche pendant une semaine. Le réseau électrique de l'ensemble du parc éolien (5 aérogénérateurs) est coupé, empêchant le fonctionnement des signaux lumineux préventifs pour les aéronefs. Selon l'exploitant, un court-circuit faisant suite à une opération de maintenance serait à l'origine du sinistre.				x				Probablement un court-circuit faisant suite à une opération de maintenance
20/04/2010 FRANCE 59 - TOUFFLERS	Article de presse (Voix du Nord, 20/04/10)	Décès d'un technicien au cours d'une opération de maintenance (ne concerne pas directement l'étude de dangers).							x	Crise cardiaque
30/05/2010 11 - PORT LA NOUVELLE	SER - FEE	Effondrement d'une éolienne (Vestas V25)		x						Le rotor avait été endommagé par l'effet d'une survitesse. La dernière pale (entière) a pris le vent créant un balourd. Le sommet de la tour a plié et est venu buter contre la base entraînant la chute de l'ensemble.

Date et lieu	Référence	Détail de l'accident	Projection/ chute de pales	Chute/pliage du mât	Chute nacelle/rotor	Incendie	Projection de glace	Dégât sur les pales	Autre	Cause(s)
19/09/2010 26 - MONTJOYER	SER - FEE	Emballement de deux éoliennes et incendie des nacelles (Jeumont J48/750)				x				Maintenance en cours, problème de régulation, freinage impossible, évacuation du personnel, survitesse d'environ 60 tours par minute.
15/12/2010 44 - POUILLE-LES-COTEAUX	SER - FEE	Chute de 3 m d'un technicien de maintenance à l'intérieur de l'éolienne. Il a été secouru par le GRIMP de Nantes. Aucune fracture et blessure grave (ne concerne pas directement l'étude de dangers).							x	Non connues
31/05/2011 71 - MESVRES	Article de presse (Le Bien Public, 01/06/11)	Collision entre un train régional et un convoi exceptionnel transportant une pale d'éolienne, sur un passage à niveau. Aucun blessé n'est à déplorer (ne concerne pas directement l'étude de dangers).							x	
14/12/2011 FRANCE	Interne exploitant	Pale endommagée par la foudre sur une éolienne mise en service en 2003. Fragments retrouvés par l'exploitant agricole à une distance n'excédant pas 300 m.	x							Foudre
03/01/2012 FRANCE	Interne exploitant	Départ de feu en pied de tour. Acte de vandalisme : la porte de l'éolienne a été découpée pour y introduire des pneus et de l'huile que l'on a essayé d'incendier. Le feu ne s'est pas propagé, dégâts très limités et restreints au pied de la tour.				x				Malveillance
04/01/2012 62 - WIDHEM	BARPI N°41578	Alors que le vent souffle en rafales à plus de 100 km/h, les 6 éoliennes d'un parc se mettent en arrêt de sécurité vers 20 H 50. Sur l'une d'elles, une pale se disloque, percute le mât puis une seconde pale. Des débris sont projetés à 160° jusqu'à 380 m de distance sur une surface de 4,3 ha. La force publique met en place un périmètre de sécurité. La vitesse sur l'autoroute est localement réduite à 90 km/h. Un arrêté préfectoral impose le maintien à l'arrêt des installations dans l'attente d'une réparation et d'essais confirmant leur sécurité. Les pertes matérielles sont estimées à 800 k€. Juste avant l'accident, une perte d'alimentation sur le réseau 20 kV pendant 300 ms a provoqué l'indisponibilité prolongée du poste source alimentant le site. Cette coupure électrique a déclenché la mise en sécurité passive des éoliennes (ouverture des électrovannes commandant le circuit hydraulique de freinage). Selon l'exploitant, les violentes rafales instantanées (150 km/h) enregistrées le 3/01 ont pu endommager la pale en générant des efforts excédant les valeurs admissibles. Les fortes contraintes mécaniques lors de l'arrêt brutal de la rotation auraient alors déclenché sa dislocation. L'éolienne détruite était la seule du parc dépourvue de dispositif de ralentissement aérodynamique en bout de pale actionné par la force centrifuge. Suite à l'accident, la vitesse de bridage des éoliennes est par ailleurs temporairement abaissée de 25 à 19 m/s.	x							Tempête et panne électrique
06/02/2012 02 - LEHAUCOURT	BARPI N°41628	Au cours d'une opération de maintenance dans la nacelle d'une éolienne de 100 m de hauteur, un arc électrique (690 V) blesse deux sous-traitants, l'un gravement (brûlures aux mains et au visage) et l'autre légèrement (brûlures aux mains). Les deux victimes descendent par leurs propres moyens. Les pompiers hospitalisent l'employé le plus gravement atteint et s'assurent qu'il n'y a plus de risque dans la nacelle. Les victimes portaient leurs EPI lors des faits. Un accident similaire s'était produit en 2009 - ARIA N°35814.							x	Opération de maintenance

Date et lieu	Référence	Détail de l'accident	Projection/ chute de pales	Chute/pliage du mât	Chute nacelle/rotor	Incendie	Projection de glace	Dégât sur les pales	Autre	Cause(s)
11/04/2012 11 - SIGEAN	BARPI N°43841	Une éolienne se met en arrêt automatique suite à l'apparition d'un défaut à 10 H. Des agents de maintenance la réarment à 12 H 14. Un défaut de vibration apparaît 11 minutes plus tard. Sur place les techniciens constatent la présence d'un impact sur le mât et la projection à 20 m d'un débris de pale long de 15 m. Un périmètre de sécurité de 100 m est mis en place et l'éolienne est mise en sécurité (pales en drapeau). Au moment de l'accident, la vitesse du vent était de 10 à 12 m/s. L'expertise d'assurance attribue l'accident à un impact de foudre sur l'éolienne. Un an plus tard, celle-ci est toujours arrêtée.	x							Foudre
18/05/2012 28 - FRESNAY-L'EVEQUE	BARPI N°42919	Dans un parc de 26 éoliennes de 2 MW mis en service en 2008, la détection vers 3 h par le système de supervision d'une oscillation anormale d'un aérogénérateur provoque sa mise à l'arrêt. L'équipe de maintenance d'astreinte constate à 8 h la chute d'une pale (9 tonnes, 46 m) au pied de l'installation et la rupture du roulement qui raccordait la pale au hub. Le pied de mat se situe à 190 m de la D389 et à 400 m de l'A10. L'analyse des relevés des capteurs et des compte-rendus d'entretien ne révèle aucune anomalie ni signe précurseur (contraintes anormales qui auraient pu endommager le roulement, vibration suspecte avant la rupture, différence d'orientation des pales, défaut d'aspect visuel lors des contrôles...). Des traces de corrosion sont détectées dans les trous d'alésages traversant une des bagues du roulement reliant pale et hub. Selon le fabricant, cette corrosion proviendrait des conditions de production et de stockage des pièces constitutives du roulement. L'exploitant met en place une détection visuelle de la corrosion dans les alésages, qu'il prévoit de remplacer à terme par un procédé instrumenté conçu spécifiquement.	x							Corrosion résultante des conditions de production et de stockage des pièces constitutives du roulement
30/05/2012 11 - PORT LA NOUVELLE	BARPI N°43110	Les rafales de vent à 130 km/h observées durant la nuit ont provoqué l'effondrement de la tour en treillis de 30 m de haut. Construit en 1991, l'aérogénérateur de 200 kW faisait partie des premières installations de ce type en France. Il était à l'arrêt pour réparations au moment des faits.		x						Rafales de vent à 130 km/h
01/11/2012 15 - VIEILLESPESE	BARPI N°43120	Un élément de 400 g constitutif d'une pale d'éolienne est projeté à 70 m du mât, à l'intérieur de la parcelle clôturée du parc de 4 aérogénérateurs de 2,5 MW mis en service en 2011.	x							
05/11/2012 11 - SIGEAN	BARPI N°43228	Un feu se déclare sur une éolienne de 660 kW au sein d'un parc éolien. Des projections incandescentes enflamment 80 m² de garrigue environnante. Le feu s'est déclaré en partie basse de l'éolienne (transformateur ou armoire basse tension). Les flammes ont ensuite atteint la nacelle, sans doute en se propageant le long des câbles électriques (non résistants au feu) à l'intérieur du mât. Un dysfonctionnement du frein de l'éolienne à la suite de la perte des dispositifs de pilotage résultant de l'incendie en pied pourrait avoir agi comme circonstance aggravante. Cet accident met en lumière la nécessaire tenue au feu des câbles, les possibilités de suraccident (propagation de l'incendie à la végétation environnante, chute de pale).				x				Dysfonctionnement transformateur ou armoire basse tension

Date et lieu	Référence	Détail de l'accident	Projection/ chute de pales	Chute/plage du mât	Chute nacelle/rotor	Incendie	Projection de glace	Dégât sur les pales	Autre	Cause(s)
06/03/2013 11 - CONILHAC-DE-LA- MONTAGNE	BARPI N°43576	A la suite d'un défaut de vibration, une éolienne se met automatiquement à l'arrêt. Sur place le lendemain, des techniciens du constructeur trouvent au sol l'une des 3 pales qui s'est décrochée avant de percuter le mât. L'éolienne est mise en sécurité (2 pales restantes mises en drapeau, blocage du rotor, inspection du moyeu). L'une des pales de cette éolienne avait déjà connu un problème de fixation en novembre 2011. Les fixations de cette pale au moyeu avaient été remplacées et le serrage des vis des 2 autres avait été contrôlé en avril 2012. La veille du défaut de vibration, la machine s'était arrêtée après la détection d'un échauffement du frein et d'une vitesse de rotation excessive de la génératrice. Un technicien l'avait remise en service le matin même de l'accident sans avoir constaté de défaut.	x							Défaut de vibration
17/03/2013 51 - EUVY	BARPI N°43630	L'exploitant arrête 7 des 18 aérogénérateurs du parc suite au signallement d'un feu dans la nacelle d'une éolienne. Un périmètre de sécurité de 150 m est mis en place. Le sinistre émet une importante fumée. Une des pales tombe au sol, une autre menace de tomber. 450 l d'huile de boîte de vitesse s'écoulent, conduisant l'exploitant à faire réaliser une étude de pollution des sols. Au moment du départ de feu, le vent soufflait à 11 m/s. La puissance de l'éolienne était proche de sa puissance nominale. La gendarmerie évoque une défaillance électrique après avoir écarté la malveillance. Le parc, mis en service en 2011, avait déjà connu un incendie quelques mois plus tôt selon la presse. Les 18 machines sont inspectées.	x			x			x	Possible défaillance électrique
01/07/2013 34 - CAMBON-ET- SALVERGUE	BARPI N°44150	Un opérateur remplissant un réservoir d'azote sous pression dans une éolienne est blessé par la projection d'un équipement. Alors qu'il vient de faire l'appoint en gaz d'un cylindre sous pression faisant partie du dispositif d'arrêt d'urgence des pâles d'une éolienne, un technicien de maintenance démonte l'embout d'alimentation vissable. Une partie de la visserie de la vanne de fermeture reste solidaire de l'embout et se dévisse avec lui. L'ensemble démonté est projeté au visage de l'opérateur et lui brise le nez et plusieurs dents. Le jet de gaz affecte ses voies respiratoires. Descendue de la nacelle de l'éolienne avec l'assistance de son collègue, la victime est hospitalisée. La gendarmerie place l'accumulateur de gaz sous scellé pour être expertisé. Afin d'éviter de tels accidents, la visserie de la vanne présentait une petite perforation destinée à alerter l'opérateur : un sifflement et une formation de glace liée à la détente du gaz se produisent 4 tours et demi avant le dévissage total. La survenue de l'accident malgré ce dispositif amène l'exploitant à repenser la procédure d'alimentation de l'accumulateur de gaz dans la configuration exigüe de la nacelle d'éolienne : 8 000 machines sont potentiellement concernées. Dans l'attente des résultats d'expertise, les accumulateurs seront remplis en usine après démontage.							x	Maintenance
03/08/2013 56 - MOREAC	BARPI N°44197	Une nacelle élévatrice utilisée pour une intervention de maintenance sur une éolienne perd 270 l d'huile hydraulique. Le produit pollue le sol sur 80 m². 25 t de terres polluées sont excavées et envoyées en filière spécialisée.							x	Fuite

Date et lieu	Référence	Détail de l'accident	Projection/ chute de pales	Chute/pliage du mât	Chute nacelle/rotor	Incendie	Projection de glace	Dégât sur les pales	Autre	Cause(s)
09/01/2014 08 - ANTHENY	SDIS Ardennes BARPI N°44831	Vers 19h le CTA CODIS reçoit un appel pour signaler un feu sur une de cinq éoliennes du parc. A leur arrivée sur place les soldats du feu sont confrontés à un feu situé dans la nacelle de l'éolienne. Ils ont mis en place un périmètre de 300 m autour du sinistre, et la machine a été mise en sécurité par les responsables du site. Les éoliennes (NORDEX N100 - 2,5 MW) avaient été installées en août 2013.				x				
20/01/2014 11 - SIGEAN	BARPI N°44870	Une éolienne s'arrête automatiquement à 3h09 à la suite d'un défaut "vibration". A 9 H 30, une pale de 20 m est retrouvée au pied du mât. Les 2 autres pales sont toujours en place. Un périmètre de sécurité de 100 m est établi autour de l'éolienne et surveillé par une société de gardiennage. L'ensemble des machines du parc est mis à l'arrêt pour inspection puis redémarré, à l'exception de l'éolienne endommagée dont la pale sera remplacée. Le morceau de pale détaché est évacué du site en vue d'une expertise. Lors de l'accident le vent soufflait entre 18 m/s et 22 m/s.	x							
14/11/2014 07 - SAINT-CIRGUES-EN- MONTAGNE	BARPI N°45960	Lors d'un orage, la pale d'une éolienne chute à son pied, mais certains débris sont projetés à 150 m. Des rafales de vent atteignent les 130 km/h. L'exploitant sécurise la pale endommagée et bloque la rotation de la nacelle. L'installation est expertisée et les 8 autres éoliennes du parc sont inspectées.	x							Orage?
05/12/2014 11 - FITOU	BARPI N°46030	Des techniciens de maintenance constatent que l'extrémité d'une pale d'une éolienne est au sol. Cette partie de l'aérofrein de la pale, en fibre de verre, mesurant 3 m de long est retrouvée à 80 m du mât. La seconde partie de l'aérofrein constituant sa partie mécanique interne, est encore en place sur la pale. L'éolienne est arrêtée et mise en sécurité, la pale endommagée vers le bas. En première approche, l'exploitant attribue l'incident à une défaillance matérielle ou à un décollement sur les plaques en fibre de verre. Les morceaux récupérés au sol sont envoyés au centre de maintenance de l'exploitant pour expertise.						x		Défaillance matérielle?
29/01/2015 02 - REMIGNY	BARPI N°46304	A 6 H 25 un feu se déclare dans une éolienne. Celle-ci est automatiquement mise à l'arrêt sur alarme du détecteur de fumée. Sur place à 7 H 30, des employés constatent la présence de flammes et de fumée. Ils alertent les pompiers. A cause des fumées, ces derniers ne parviennent pas à approcher de la source de l'incendie. Ils doivent attendre leur dissipation. A 9 H 20 ils réussissent à progresser dans l'éolienne et éteignent l'incendie.  Les dommages matériels sont estimés à 150 k€. Les 1 500 l d'eau utilisés pour le nettoyage sont pompés. Un défaut d'isolation au niveau des connexions des conducteurs de puissance serait à l'origine du sinistre. Le câble mis en cause assure la jonction entre la base et le haut de la tour. Ce défaut aurait provoqué un arc électrique entre 2 phases ce qui aurait initié l'incendie. L'éolienne n'était pas encore en exploitation, mais en phase de test. L'exploitant prévoit de tester la qualité de l'isolation de tous les câbles de puissance avant la mise en service. Il prévoit également de réaliser des mesures thermiques sur tous les câbles de puissance à 80% de leur charge nominale.				X				Défaillance matérielle

Date et lieu	Référence	Détail de l'accident	Projection/ chute de pales	Chute/pliage du mât	Chute nacelle/rotor	Incendie	Projection de glace	Dégât sur les pales	Autre	Cause(s)
06/02/2015 79 - LUSSERAY	BARPI N°46237	Vers 15 H 30, un feu se déclare dans une éolienne, au niveau d'une armoire électrique où interviennent 2 techniciens. Ces derniers éteignent l'incendie avec 2 extincteurs. L'éolienne est hors service le temps des réparations.				x				
24/08/2015 28 - SANTILLY	BARPI N° 47062	Un feu se déclare vers 13h30 sur le moteur d'une éolienne situé à 90 m de hauteur. La nacelle étant trop haute pour la grande échelle des pompiers, ces derniers décident de laisser brûler le foyer sous surveillance. Les chemins menant à l'éolienne sont interdits à la circulation.				x				
10/11/2015 55 - MÉNIL-la-HORGNE	Interne exploitant	Trois pales et un rotor d'une éolienne de type SENVION MD77 chutent de leur mât de 85 m de haut pour une raison inconnue (enquête en cours)	x		x					
18/08/2016 60 - DARGIES	Presse	Un début d'incendie est constaté dans une nacelle (80 m de hauteur). Celle-ci est rapidement mise en sécurité par les services techniques d'ENERCON et les services de secours.				x				

### J6.1.3 - INVENTAIRE DES ACCIDENTS SURVENUS SUR LES SITES DE L'EXPLOITANT

Aucun accident n'est survenu jusqu'à présent sur les sites d'Energieteam.



## J6.2 - INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS À L'INTERNATIONAL

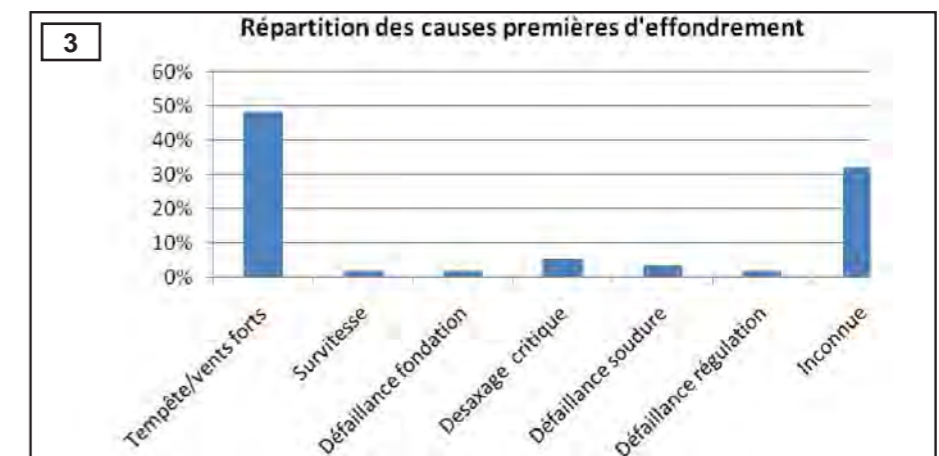
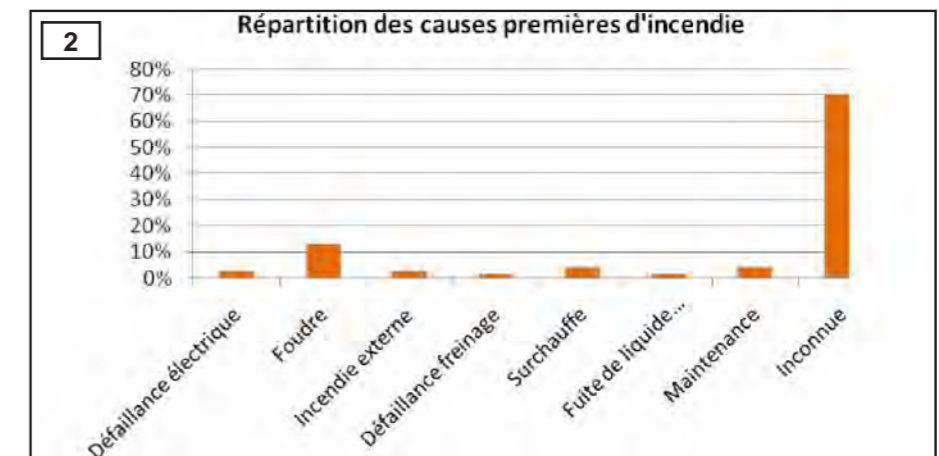
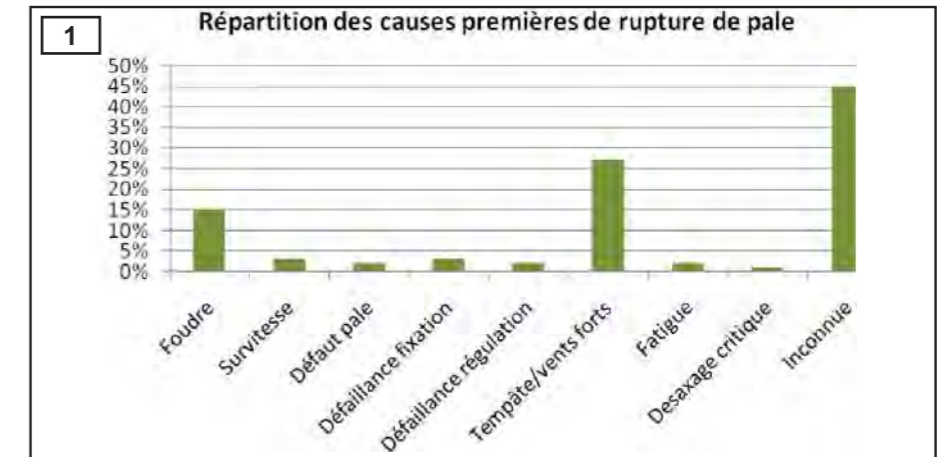
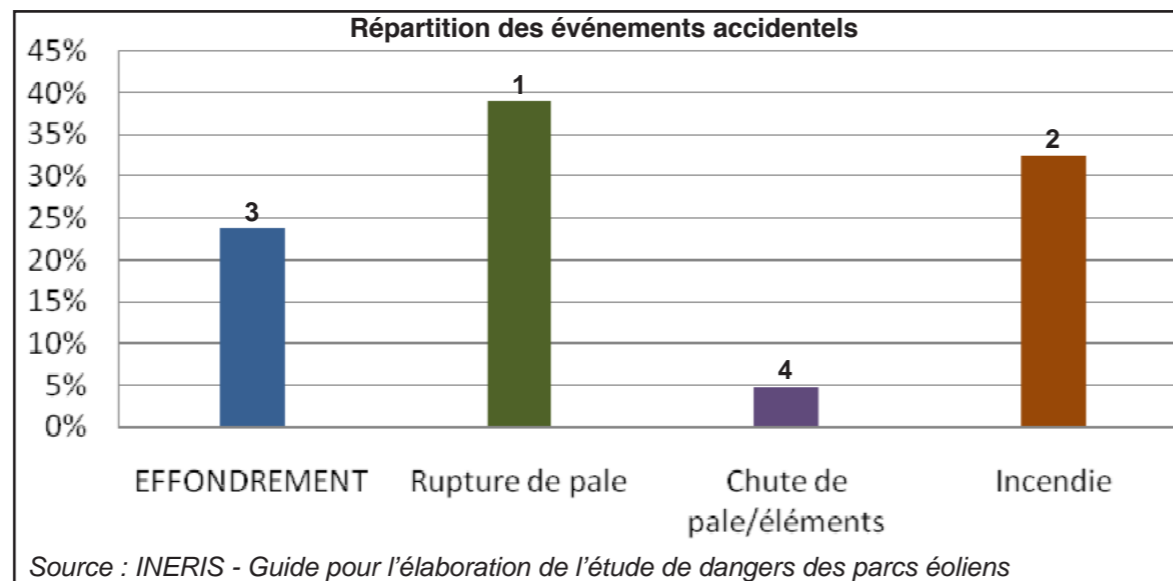
Un inventaire des incidents et accidents à l'international a également été réalisé. Il se base sur le retour d'expérience de la filière éolienne. La synthèse ci-dessous provient de l'analyse de la base de données réalisée par l'association Caithness Wind Information Forum (CWIF).

Sur les 994 accidents décrits dans la base de données au moment de sa consultation, seuls 236 sont considérés comme des "accidents majeurs". Les autres concernant plutôt des accidents du travail, des presque-accidents, des incidents (...), ils ne sont pas pris en compte dans l'analyse suivante.

Les graphiques suivants (source : INERIS) montrent d'une part la répartition des événements accidentels par rapport à la totalité des accidents analysés et d'autre part les causes des trois principaux événements accidentels, à savoir l'effondrement, la rupture de pale et l'incendie (Figure 146). Le constat est assez semblable à l'échelle française et internationale.

La rupture de pale est également l'événement accidentel le plus répandu. L'incendie est le deuxième événement accidentel tandis que l'effondrement est le troisième (inversion par rapport à la France). 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.

**FIGURE 146 : RÉPARTITION DES ÉVÉNEMENTS ACCIDENTELS ET DE LEURS CAUSES PREMIÈRES SUR LE PARC D'AÉROGÉNÉRATEURS MONDIAL ENTRE 2000 ET 2011**



## J6.3 - SYNTHÈSE DES PHÉNOMÈNES DANGEREUX REDOUTÉS ISSUS DU RETOUR D'EXPÉRIENCE

### J6.3.1 - ANALYSE DES TYPOLOGIES D'ACCIDENTS LES PLUS FRÉQUENTS

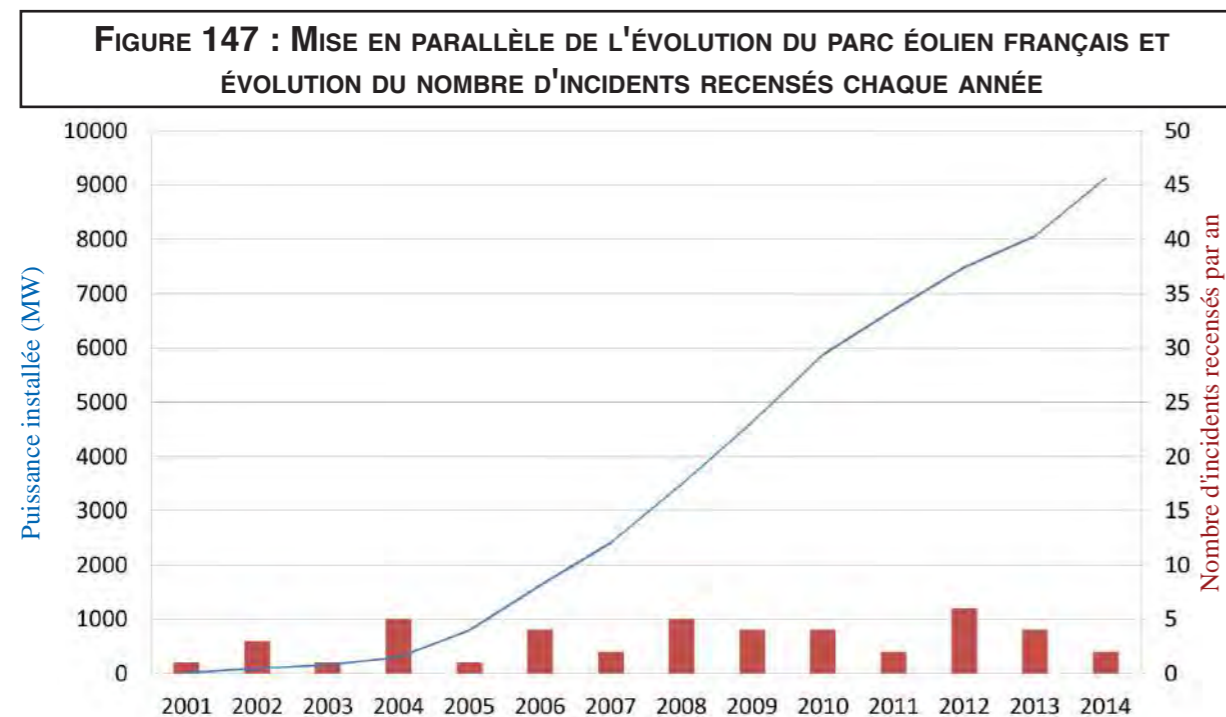
Le retour d'expérience de la filière éolienne française et internationale permet d'identifier les principaux événements redoutés suivants :

- effondrements,
- ruptures de pale,
- chutes de pale et d'éléments de l'éolienne,
- incendie.

### J6.3.2 - ANALYSE DE L'ÉVOLUTION DES INCIDENTS EN FRANCE

A partir de l'ensemble des phénomènes dangereux qui ont été recensés, il est possible d'étudier leur évolution en fonction du nombre d'éoliennes installées (Figure 147).

Il apparaît clairement que le nombre d'incidents n'augmente pas proportionnellement au nombre d'éoliennes installées.



Depuis 2005, l'énergie éolienne s'est en effet fortement développée en France, mais le nombre d'incidents par an reste relativement constant. Cette tendance s'explique principalement par un parc éolien français assez récent, qui utilise majoritairement des éoliennes de nouvelle génération, équipées de technologies plus fiables et plus sûres.

### J6.3.3 - LIMITES D'UTILISATION DE L'ACCIDENTOLOGIE

Ces retours d'expérience permettent de dégager de grandes tendances mais doivent être pris avec précaution. Ils comportent notamment les biais suivants :

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

# J7 - ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES

L'Analyse 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 "J8 - Étude détaillée des risques", page 539.

## J7.1 - RECENSEMENT DES ÉVÉNEMENTS INITIATEURS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES

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

- chute de météorite,
- séisme d'amplitude supérieure aux séismes maximums de référence éventuellement corrigés de facteurs, tels que définis par la réglementation applicable aux installations classées considérées,
- crues d'amplitude supérieure à la crue de référence, selon les règles en vigueur,
- événements climatiques d'intensité supérieure aux événements historiquement connus ou prévisibles pouvant affecter l'installation, selon les règles en vigueur,
- chute d'avion hors des zones de proximité d'aéroport ou aérodrome (rayon de 2 km des aéroports et aérodromes),
- rupture de barrage de classe A ou B au sens de l'article R.214-112 du Code de l'environnement ou d'une digue de classe A, B ou C au sens de l'article R. 214-113 du même code,
- actes de malveillance.

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

- inondations,
- séismes d'amplitude suffisante pour avoir des conséquences notables sur les infrastructures,
- incendies de cultures ou de forêts,
- pertes de confinement de canalisations de transport de matières dangereuses,
- explosions ou incendies générés par un accident sur une activité voisine de l'éolienne.

## J7.2 - RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES

La première étape de l'analyse des risques consiste à recenser les "agressions externes potentielles".

Ces agressions provenant d'une activité ou de l'environnement extérieur sont des événements susceptibles d'endommager ou de détruire les aérogénérateurs de manière à initier un accident qui peut à son tour impacter des personnes.

### J7.2.1 - AGRESSIONS EXTERNES LIÉES AUX ACTIVITÉS HUMAINES

Les activités humaines susceptibles de constituer un agresseur potentiel, selon l'INERIS sont les suivantes :

- les aérodromes lorsqu'ils sont implantés dans un rayon de 2 km
  - aucun aérodrome ne se trouve dans ce rayon de 2 km
- les autres aérogénérateurs présents dans un rayon de 500 mètres,
  - aucune autre éolienne dans ce rayon de 500 m
- les autres activités humaines (dont gazoducs, lignes électriques à très haute tension) dans un rayon de 200 m
  - dans un rayon de 200 m, on trouve :
    - des espaces cultivés, des chemins agricoles, des chemins,
    - la RD 14 (non structurante avec moins de 2000 véhicules par jour).

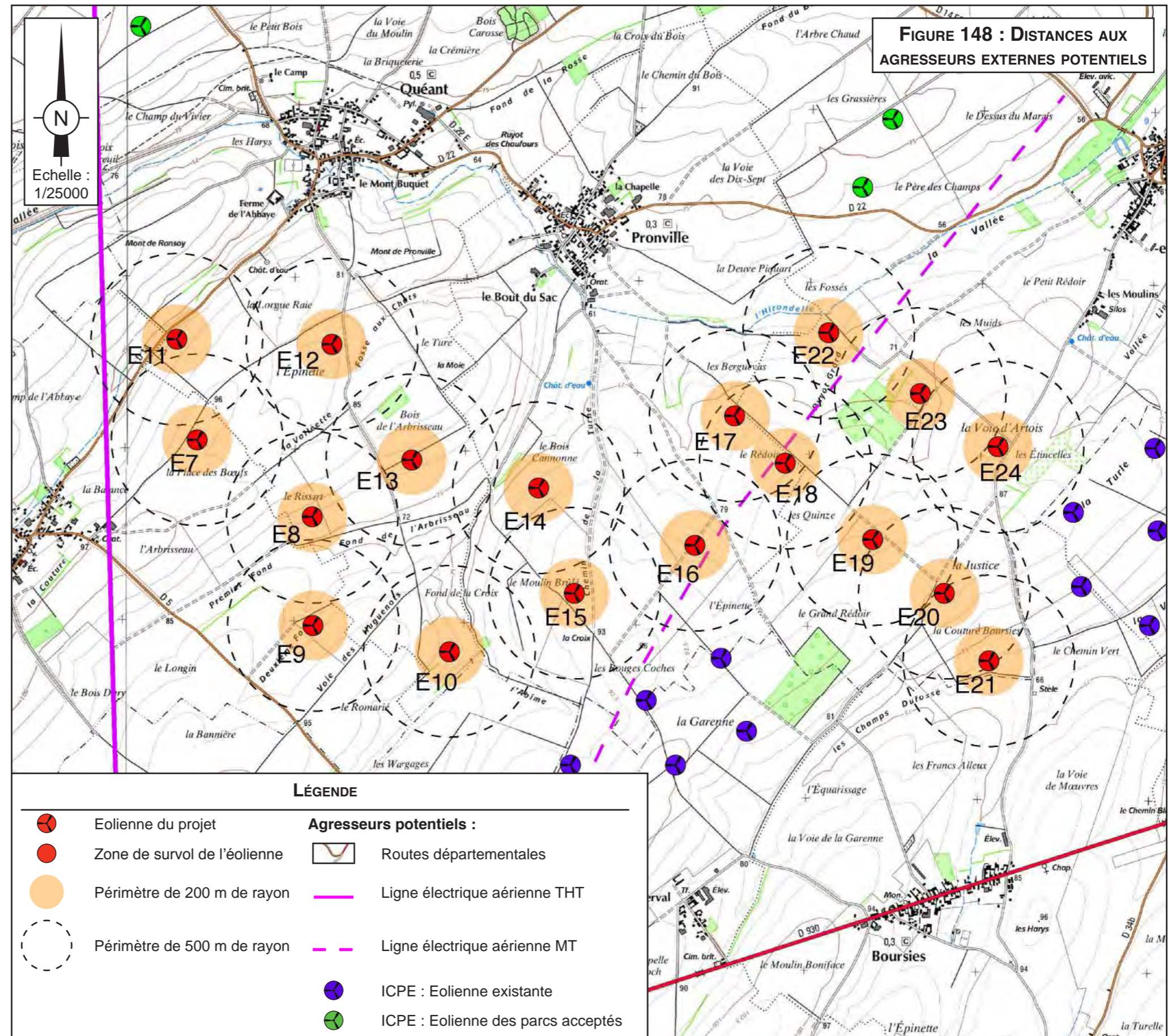
Le tableau qui suit synthétise les principales agressions externes liées aux activités humaines.

Exception faite des aérodromes, les activités ne peuvent pas constituer un agresseur potentiel au delà de 500 m. Par ailleurs, le rayon de la zone d'effet des scénarios de l'étude détaillée des risques ne dépasse pas 500 m à partir de chaque aérogénérateur. Une estimation des distances minimales séparant l'aérogénérateur de la source de l'agression potentielle est donc fournie lorsque celle-ci est située dans ce périmètre.

Lorsque les conditions pour constituer un agresseur potentiel sont remplies, la case du tableau est orange. La couleur verte est utilisée le cas échéant, lorsque l'infrastructure est trop éloignée pour être un agresseur potentiel.

Un périmètre de 200 m de rayon est matérialisé à partir de chaque éolienne sur la Figure 148, de même que la zone des 500 m, afin de visualiser les agresseurs externes potentiels liés aux activités humaines.

Une route départementale, la RD 14, constitue un agresseur externe potentiel. Cependant compte tenu de ses caractéristiques (notamment volume de trafic faible...), elle peut difficilement être considérée comme tel. Notons également que des engins agricoles sont ponctuellement présents sur les parcelles cultivées. Ainsi il n'existe pas de véritables agresseurs potentiels pour les aérogénérateurs du projet. (Cf. Figure 148 ).



Infrastructure	Volume de trafic 2010 (véhicules/jour)	Fonction	Evènement redouté	Danger potentiel	Conditions pour constituer un agresseur potentiel selon l'INERIS	Eoliennes du projet																							
						E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22	E23	E24						
RD930	environ 6000	Transport routier	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou plusieurs véhicule(s)	Energie cinétique des véhicules et flux thermiques	< 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m				
RD5	< 2000	Transport routier			< 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m			
RD14	< 2000	Transport routier			< 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	60 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m			
RD 22	< 2000	Transport routier			< 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m			
Aérodrome	NC	Transport aérien	Chute d'aéronef	Energie cinétique de l'aéronef et flux thermiques	< 2 km	Pas d'aérodrome à moins de 2 km																							
Ligne THT	NC	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	< 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m mais < 500 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m	> 200 m				
Canalisation d'hydrocarbures	NC	Transport d'hydrocarbures	Fuite d'hydrocarbures, explosion	Flux thermiques	< 200 m	Distance supérieure à 200 m																							
Canalisation de gaz	NC	Transport de gaz	Fuite de gaz, explosion	Flux thermiques	< 200 m	Distance supérieure à 200 m																							
Autre aérogénérateur	NC	Production d'électricité	Projection d'éléments	Energie cinétique des éléments projetés	< 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m					
PROJET	E7	NC	Production d'électricité	Accident générant des projections d'éléments	Énergie cinétique des éléments projetés	< 500 m		> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m					
	E8								> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m		
	E9									> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	
	E10										> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	
	E11											> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	
	E12												> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	
	E13														> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	
	E14															> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	
	E15																> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	
	E16																	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	
	E17																				370 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	
	E18																					> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	
	E19																						> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	
	E20																							470 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m	
E21																			> 500 m	> 500 m	> 500 m	> 500 m							
E22																				> 500 m	> 500 m	> 500 m							
E23																					> 500 m	> 500 m							
E24																						> 500 m							

D'après la définition de l'INERIS, les installations susceptibles de constituer des agresseurs potentiels sont :

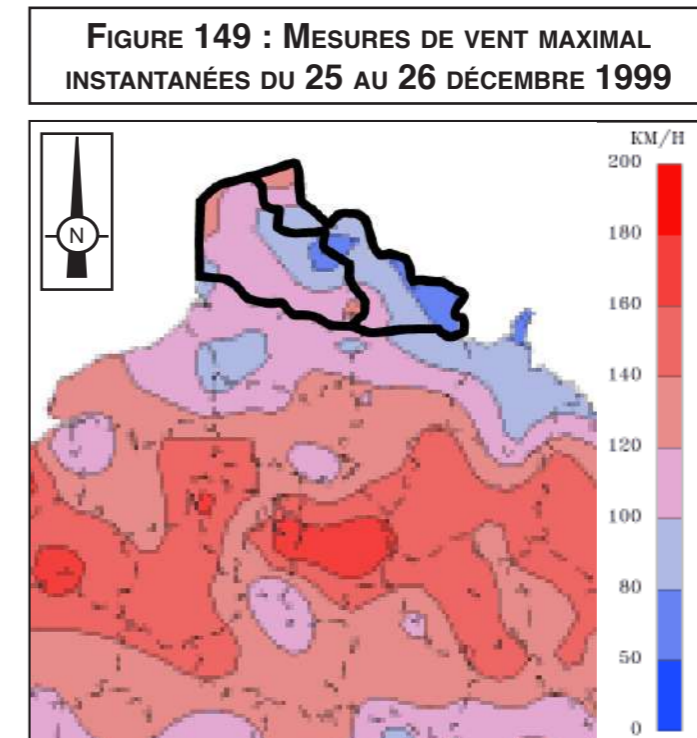
- la RD 14, située à moins de 200 m de l'éolienne E11,
- les éoliennes du projet entre elles : E20 et E21, E17 et E18.

Néanmoins, les éventuels accidents sur la RD 14 ont des impacts très localisés et ne sont pas susceptibles de porter atteinte aux éoliennes, en raison de la distance qui les sépare (au moins 60 m).

## J7.2.2 - AGRESSIONS EXTERNES LIÉES AUX PHÉNOMÈNES NATURELS

Le tableau ci-dessous synthétise et indique l'intensité\* des principales agressions externes liées aux phénomènes naturels auxquelles l'aérogénérateur est soumis.

Agression externe	Intensité
Vents et tempêtes	Les rafales supérieures à 100 km/h sont peu fréquentes (4 à 5 jours/an) au droit de la zone d'implantation. Météo France a établi une carte des vitesses de vents enregistrées lors de la tempête de 1999, présentée ci-contre. Rappelons que cette dernière a induit la reconnaissance de catastrophe naturelle sur les communes des départements du Nord et du Pas-de-Calais, où les vents ont atteint jusqu'à 140 km/h. Au droit de la zone d'implantation, les vents étaient compris entre 100 et 120 km/h (Figure 149).
Foudre	La densité de foudroiement dans l'Artois est inférieure à la moyenne nationale. Le risque orageux dans le secteur du projet, peut donc être considéré comme relativement faible.
Glissement de sols et affaissement minier	Aucun mouvement de terrain n'a été recensé sur le territoire des communes concernées.



Rappelons que les agressions externes liées à des inondations, à des incendies de forêt ou de cultures ou à des séismes ne sont pas considérées dans ce tableau dans le sens où les dangers qu'elles pourraient entraîner sont largement inférieurs aux dommages causés par le phénomène naturel lui-même.

Concernant la foudre, l'INERIS considère que le respect des normes IEC 61 400-24 (Juin 2010) ou la norme EN 62 305-3 (Décembre 2006) rend le risque d'effet direct de la foudre négligeable\*\* (risque électrique, risque d'incendie, etc.). En effet, le système de mise à la terre permet d'évacuer l'intégralité du courant de foudre. Il n'est donc pas traité en tant que tel dans l'analyse des risques et dans l'Étude Détaillée des Risques. Cependant, les conséquences indirectes de la foudre, comme la possible fragilisation progressive de la pale, sont prises en compte dans les scénarios de rupture de pale.

Rappelons que la protection foudre des éoliennes qui seront installées répond au standard IEC61400-24 et aux standards non spécifiques aux éoliennes comme IEC62305-1, IEC62305-3 et IEC62305-4.

En outre, notons que le contrôle du système de protection contre le foudre fait partie de la maintenance normale des machines. Elle inclut une vérification des dommages mécaniques dus à la foudre sur la pale si le système parafoudre n'a pas fonctionné. Plus spécifiquement lors de la maintenance électrique, les contrôles particuliers sont effectués.

\* Lorsque les données sont disponibles.

\*\* Guide Technique Élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens - INERIS, SER, FEE - Mai 2012

## J7.3 - SCÉNARIOS ÉTUDIÉS DANS L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES

A 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 et 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.

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



N°	Événement initiateur / cause	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité	Phénomène dangereux	Intensité
C02	Défaillance fixation anémomètre	Chute anémomètre	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9)	Impact sur cible	1
C03	Défaut fixation nacelle – pivot central – mât	Chute nacelle	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9)	Impact sur cible	1
P01	Survitesse	Contraintes trop importantes sur les pales	Projection de tout ou partie de pale	Prévenir la survitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue Corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie de pale	Prévenir la 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 de pale	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	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	Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	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 les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort (N°12)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E09	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir la 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

## J7.4 - MISE EN PLACE DES MESURES DE SÉCURITÉ

La troisième étape de l'Analyse Préliminaire des Risques consiste à identifier les systèmes de sécurité installés 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 tableaux en pages suivantes ont 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, elles sont néanmoins décrites dans la mesure où elles concourent à une meilleure sécurité sur le site d'exploitation.

Un principe clé du processus d'élaboration d'une étude de dangers est qu'elle doit être proportionnelle au niveau de risques engendrés par les éoliennes sur leur environnement.

Ainsi dans le cadre de l'étude de dangers des parcs éoliens, les aspects relatifs aux fonctions de sécurité qui seront détaillés sont les suivants :

- **Fonction de sécurité** : un tableau par fonction de sécurité est proposé. Cet intitulé décrit l'objectif de la ou des mesure(s) de sécurité : il s'agira principalement d'"empêcher, éviter, détecter, contrôler ou limiter" et sera en relation avec un ou plusieurs événements conduisant à un accident majeur identifié dans l'analyse des risques. Plusieurs mesures de sécurité peuvent assurer une même fonction de sécurité.
- **Numéro de la fonction de sécurité** : ce numéro vise à simplifier la lecture de l'étude de dangers en permettant des renvois à l'analyse de risque par exemple.
- **Mesures de sécurité** : cette ligne permet d'identifier les mesures assurant la fonction concernée. Dans le cas de systèmes instrumentés de sécurité, tous les éléments de la chaîne de sécurité seront présentés (détection + traitement de l'information + action).
- **Description** : cette ligne permet de préciser la description de la mesure de maîtrise des risques, lorsque des détails supplémentaires sont nécessaires, pour permettre à l'inspection de comprendre leur fonctionnement.

- **Indépendance** ("oui" ou "non") : cette caractéristique décrit le niveau d'indépendance d'une mesure de maîtrise des risques vis-à-vis des autres systèmes de sécurité et des scénarios d'accident. Cette condition peut être considérée comme remplie (renseigner "oui") ou non (renseigner "non"). Dans le cadre des études de dangers éoliennes, cette indépendance est mesurée à travers les questions suivantes :

- Est-ce que la mesure de sécurité décrite a pour unique but d'agir pour la sécurité ? Il s'agit en effet ici de distinguer ces dernières de celles qui ont un rôle dans la sécurité mais aussi dans l'exploitation de l'aérogénérateur.
- Cette mesure est-elle indépendante des autres mesures intervenant sur le scénario ?

- **Temps de réponse** (en secondes ou en minutes) : cette caractéristique mesure le temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la fonction de sécurité. Il s'agit ici de vérifier que la mesure de maîtrise des risques agira "à temps" pour prévenir ou pour limiter les accidents majeurs. Dans le cadre d'une étude de dangers éolienne, l'estimation de ce temps de réponse peut être simplifiée et se contenter d'une estimation d'un temps de réponse maximum qui doit être atteint. Néanmoins, et pour rappel, la réglementation impose les temps de réponse suivants :

- une mesure de maîtrise des risques remplissant la fonction de sécurité "limiter les conséquences d'un incendie" doit permettre de détecter un incendie et de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes,
- une seconde mesure de maîtrise des risques remplissant la fonction de sécurité "limiter les conséquences d'un incendie" doit permettre de détecter un incendie et de mettre en œuvre une procédure d'arrêt d'urgence dans un délai de 60 minutes,
- une mesure de maîtrise des risques remplissant la fonction de sécurité "limiter les conséquences d'une survitesse" doit permettre de détecter une survitesse et de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes,
- si applicable, une mesure de maîtrise des risques remplissant la fonction de sécurité "Prévenir les projections de glace" doit permettre de détecter la formation importante de glace sur les pales et de mettre en œuvre une procédure d'arrêt d'urgence dans un délai de 60 minutes.

- **Efficacité** (100 % ou 0 %) : l'efficacité mesure la capacité d'une mesure de maîtrise des risques à remplir la fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation. Il s'agit de vérifier qu'une mesure de sécurité est bien dimensionnée pour remplir la fonction qui lui a été assignée. En cas de doute sur une mesure de maîtrise des risques, une note de calcul de dimensionnement peut être produite.
- **Test** (fréquence) : il s'agit ici de reporter les tests/essais qui seront réalisés sur les mesures de maîtrise des risques. Pour rappel, la réglementation demande qu'à minima un essai d'arrêt, d'arrêt d'urgence et d'arrêt à partir d'une situation de survitesse doivent être réalisés avant la mise en service de l'aérogénérateur. Dans tous les cas, les tests effectués sur les mesures de maîtrise des risques seront tenus à la disposition de l'inspection des installations classées pendant l'exploitation de l'installation.
- **Maintenance** (fréquence) : il s'agit ici de fournir la périodicité des contrôles qui permettront de vérifier la performance de la mesure de maîtrise des risques dans le temps. Pour rappel, la réglementation demande qu'à minima : un contrôle tous les ans soit réalisé sur la performance des mesures de sécurité permettant de mettre à l'arrêt, à l'arrêt d'urgence et à l'arrêt à partir d'une situation de survitesse et sur tous les systèmes instrumentés de sécurité.

Pour qu'une mesure de maîtrise des risques remplissant une fonction de sécurité puisse être retenue comme barrière de sécurité, il convient qu'elle vérifie les critères préliminaires suivants, pour un scénario d'accident donné :

- la barrière doit être de **concept éprouvé**.
- la barrière doit être **indépendante du procédé**. Ce critère est un principe général. Une étude approfondie des modes de défaillance peut permettre de s'en affranchir.
- la barrière doit être **indépendante des autres barrières évaluées** (cas où plusieurs barrières sont mises en œuvre pour le même scénario d'accident).

Si la barrière peut être considérée comme une barrière de sécurité, il conviendra de s'assurer de son aptitude à remplir efficacement la fonction de sécurité qui lui est attribuée.

Pour cela, trois critères sont pris en compte :

- **l'efficacité**, elle doit être efficace à 100% par rapport à sa fonction de sécurité.
- **le temps de réponse**, son temps de réponse doit être en adéquation avec la cinétique du phénomène qu'elle doit maîtriser.
- **le niveau de confiance**, il dépend de la nature de la barrière et intègre la probabilité moyenne de défaillance.

Remarque : pour certaines fonctions de sécurité, certains de ces critères peuvent ne pas être applicables. Il convient alors de renseigner le critère correspondant avec l'acronyme "NA" (Non Applicable).

Fonction de sécurité	Détecter la formation de glace et prévenir la projection de glace	Numéro de la fonction de sécurité
Mesure de sécurité	- <b>Système de détection du givre/glace</b> - <b>Procédure adéquate de redémarrage</b>	<b>FS 1</b>
Description	<p>La formation de glace se traduit par un balourd du rotor.</p> <p>L'éolienne est donc équipée d'un capteur de vibration qui, en cas de détection (le seuil de détection dépend du type de machine, du type de mât et de la hauteur de la machine), entraîne un réglage rapide des pales de l'éolienne en position drapeau, ce qui induit un arrêt de la rotation des pales de l'éolienne (freinage aérodynamique de l'éolienne). Il suffit qu'une seule pale soit mise en drapeau pour freiner l'éolienne.</p> <p>Le capteur de vibration est un capteur dédié à la sécurité. Le signal du capteur est traité par microprocesseur au sein des armoires de commandes situé dans la nacelle. Si ce microprocesseur tombe en panne la machine s'arrête pour défaut de communication. De plus, les 3 systèmes de régulation des angles des pales sont indépendants.</p> <p>En fonction de la machine concernée et du système ayant détecté le problème, le redémarrage peut se faire :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- automatiquement après disparition des conditions de givre (lorsque le système de détection conclut à l'absence de glace : température supérieure à + 2°C de manière permanente par exemple),</li> <li>- et/ou manuellement sur site, avant la reprise automatique lorsque le système de détection conclut à l'absence de glace ou suite à un arrêt d'urgence, Pour ce faire, une inspection visuelle concluant à l'absence de glace sur l'aérogénérateur est nécessaire.</li> </ul>	
Indépendance	Non	
Temps de réponse	Quelques minutes (< 60 min.) conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié	
Efficacité	100%	
Test	Tests menés par le concepteur au moment de la construction de l'éolienne	
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié et maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement	

Fonction de sécurité	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	Numéro de la fonction de sécurité
Mesure de sécurité	- <b>Panneautage en pied de machine</b> - <b>Éloignement des zones habitées et fréquentées</b>	<b>FS 2</b>
Description	Mise en place de panneaux informant de la possible formation de glace, en pied de machines (conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié).	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	NA	
Efficacité	100 %	
Test	NA	
Maintenance	Vérification de l'état général du panneau, de l'absence de détérioration, entretien de la végétation afin que le panneau reste visible.	

Fonction de sécurité	Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	Numéro de la fonction de sécurité
Mesure de sécurité	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capteurs de température des pièces mécaniques</li> <li>- Définition de seuils critiques de t° pour chaque type de composant avec alarmes</li> <li>- Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement</li> </ul>	FS 3
Description	<p>Une température trop élevée peut limiter l'efficacité des systèmes de refroidissement (mauvaise évacuation des énergies) ou affecter le fonctionnement de certains composants.</p> <p>Ainsi, des capteurs sont mis en place pour mesurer les températures ambiantes. Un capteur, situé sous la nacelle, contrôle la température externe et conduit à l'arrêt de l'éolienne (mise en pause) pour une température supérieure à 40 °C. L'arrêt est également activé lorsque la température interne de la nacelle dépasse 40 °C.</p> <p>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). Ces capteurs ont des seuils hauts qui, une fois dépassés, conduisent à une alarme et à une mise à l'arrêt du rotor.</p>	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	NA	
Efficacité	100%	
Test	NA	
Maintenance	<p>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 modifié.</p> <p>Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.</p>	

Fonction de sécurité	Prévenir la survitesse	Numéro de la fonction de sécurité
Mesure de sécurité	- Détection de survitesse et système de freinage	FS 4
Description	<p>L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale (fonction du modèle). Cet arrêt est réalisé par le frein aérodynamique de l'éolienne avec mise en drapeau des pales (positionnement des pales à un angle de 85 à 90 °/minimum de prise au vent). Cette mise en drapeau est effectuée par le système d'orientation des pales "Pitch System". L'éolienne s'arrête également si l'angle maximal des pales admis est dépassé.</p> <p>Chaque pale possède son propre système de régulation de l'angle des pales. Ces trois systèmes sont indépendants. La mise en drapeau d'une seule pale suffit à freiner l'éolienne.</p> <p>En cas de coupure de courant, l'éolienne est automatiquement stoppée par les systèmes de réglage de pale alimentés par des batteries de secours. La charge des batteries est assurée par un chargeur automatique.</p>	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	<p>Temps de détection &lt; 1 minute</p> <p>L'exploitant ou l'opérateur désigné est en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur conformément aux dispositions de l'arrêté du 26 août 2011 modifié.</p>	
Efficacité	100%	
Test	<p>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 modifié.</p>	
Maintenance	<p>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 modifié (notamment de l'usure du frein et de pression du circuit de freinage d'urgence.)</p> <p>Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.</p>	

Fonction de sécurité	Prévenir les courts-circuits	Numéro de la fonction de sécurité
Mesure de sécurité	- Coupure de la transmission électrique en cas de fonctionnement anormal d'un composant électrique	FS 5
Description	<p>Les organes et armoires électriques de l'éolienne sont équipés d'organes de coupures et de protection adéquats et correctement dimensionnés. Tout fonctionnement anormal des composants électriques est suivi d'une coupure de la transmission électrique et de la transmission d'un signal d'alerte vers l'exploitant qui prend alors les mesures appropriées.</p> <p>Le fonctionnement du détecteur commande le déclenchement de la cellule HT située en pied de mât, conduisant ainsi à la mise hors tension de la machine. La remise sous tension puis le recouplage de la machine ne peuvent être faits qu'après inspection visuelle des éléments HT de la nacelle, puis du réarmement du détecteur d'arc et de l'acquiescement manuel du défaut.</p>	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	De l'ordre de la seconde	
Efficacité	100%	
Test	NA	
Maintenance	<p>Des vérifications de tous les composants électriques ainsi que des mesures d'isolement et de serrage des câbles sont intégrés dans la plupart des mesures de maintenance préventives mises en oeuvre.</p> <p>Les installations électriques sont contrôlées avant la mise en service du parc puis à une fréquence annuelle, conformément à l'article 10 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié.</p> <p>Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.</p>	

Fonction de sécurité	Prévenir les effets de la foudre	Numéro de la fonction de sécurité
Mesure de sécurité	- Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur	FS 6
Description	<p>Respect de la norme IEC 61 400 - 24 (juin 2010)</p> <p>Les pales sont équipées de dispositifs de capture. 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 (ensemble de prises de terre individuelles, intégrées dans les fondations puis connectées sur une barre de terre située en pied de mât). En cas de coup de foudre sur une pale, le courant de foudre est ainsi évacué.</p> <p>Certains équipements présents dans la nacelle notamment le générateur, le châssis du transformateur et la sortie basse tension du transformateur sont reliées au châssis de la nacelle mis à la terre. Le multiplicateur, lorsqu'il est présent, est isolé électriquement du générateur,</p> <p>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,</p> <p>Les capteurs de vents disposés sur le toit de la nacelle, de même que les dispositifs de balisage lumineux sont protégés contre les coups de foudre directs (dispositifs de capture reliés à la structure métallique de la nacelle, elle-même mise à la terre).</p>	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	Immédiat	
Efficacité	100%	
Test	NA	
Maintenance	Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre inclus dans les opérations de maintenance, conformément à l'article 9 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié	

Fonction de sécurité	Protection et intervention incendie	Numéro de la fonction de sécurité
Mesure de sécurité	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capteurs de températures sur les principaux composants de l'éolienne pouvant permettre, en cas de dépassement des seuils, la mise à l'arrêt de la machine</li> <li>- Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle</li> <li>- Intervention des services de secours</li> </ul>	FS 7
Description	<p>Le système de détection incendie est alimenté par le réseau secouru. La nacelle est équipée d'un détecteur de fumée, disposé à proximité des armoires électriques. Un deuxième détecteur est implanté en pied de tour, également au dessus des armoires électriques. Le détecteur de fumée de la nacelle est, d'un point de vue de la détection incendie, redondant avec la détection de température haute.</p> <p>Le déclenchement de ces détecteurs de fumée génère une alarme locale (sirène dans la nacelle et dans le tour) et une information vers le système de contrôle (arrêt de l'éolienne et isolement électrique par ouverture de la cellule en pied de mât). De façon concomitante un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance via le système de contrôle commande.</p> <p>Plusieurs extincteurs (dans la nacelle et en pied de tour) sont utilisables par le personnel sur un départ de feu.</p>	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	< 1 minute pour les détecteurs et l'enclenchement de l'alarme L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur. Le temps d'intervention des services de secours est quant à lui dépendant de la zone géographique.	
Efficacité	100%	
Test	NA	
Maintenance	<p>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 modifié. Le matériel incendie (type extincteurs) est contrôlé périodiquement par le fabricant du matériel ou un organisme extérieur.</p> <p>Maintenance curative suite à une défaillance du matériel.</p>	

Fonction de sécurité	Prévention et rétention des fuites	Numéro de la fonction de sécurité
Mesure de sécurité	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Détecteurs de niveau d'huiles</li> <li>- Procédure d'urgence</li> <li>- Kits antipollution</li> </ul>	FS 8
Description	<p>De nombreux détecteurs de niveau d'huile et de liquide de refroidissement permettent de détecter les éventuelles fuites et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence.</p> <p>Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. Dans tous les cas, le transfert des huiles s'effectue de manière sécurisée via un système de tuyauterie et de pompes directement entre l'élément à vidanger et le camion de vidange.</p> <p>Des kits de dépollution d'urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant pourront être utilisés afin :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- de contenir et arrêter la propagation de la pollution,</li> <li>- d'absorber jusqu'à 20 litres de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools ...) et produits chimiques (acides, bases, solvants...),</li> <li>- de récupérer les déchets absorbés.</li> </ul> <p>Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, une société spécialisée récupérera et traitera le gravier souillé via les filières adéquates, puis le remplacera par un nouveau revêtement.</p>	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	Dépendant du débit de fuite	
Efficacité	100%	
Test	NA	
Maintenance	Inspection des niveaux d'huile plusieurs fois par an	

Fonction de sécurité	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage	Numéro de la fonction de sécurité
Mesure de sécurité	- Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) - Procédures qualité	FS 9
Description	<p>La norme IEC 61 400-1 "Exigence pour la conception des aérogénérateurs" fixe les prescriptions propres à fournir "un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie" de l'éolienne.</p> <p>Ainsi la nacelle, le nez, les fondations et la tour répondent au standard IEC 61 400-1.</p> <p>Les pales respectent le standard IEC 61 400-1 ; 12 ; 23.</p> <p>Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223.</p>	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	NA	
Efficacité	100%	
Test	NA	
Maintenance	Les couples de serrage (brides sur les diverses sections de la tour, bride de raccordement des pales au moyeu, bride de raccordement du moyeu à l'arbre lent, éléments du châssis, éléments du pitch system, couronne d'orientation de la nacelle, boulons de fixation de la nacelle...) sont vérifiés au bout de 3 mois de fonctionnement puis tous les 3 ans, conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié.	

Fonction de sécurité	Prévenir les erreurs de maintenance	Numéro de la fonction de sécurité
Mesure de sécurité	- Procédure maintenance et formation	FS 10
Description	<p>Le personnel intervenant sur les installations (monteurs, personnel affecté à la maintenance) est formé et encadré.</p> <p>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.</p> <p>Des check-lists sont établies afin d'assurer la traçabilité des opérations effectuées.</p>	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	NA	
Efficacité	100%	
Test	NA	
Maintenance	NA	



## J7.5 - CONCLUSION DE L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES

Rappelons que l'Analyse Préliminaire des Risques permet de sélectionner les accidents étudiés dans l'Étude Détaillée des Risques (EDR), en ne retenant que les séquences accidentelles dont l'intensité est telle qu'il peut y avoir des effets significatifs sur la vie humaine.

Les accidents étudiés au cours de cette analyse sont ceux pour lesquels l'estimation de la criticité potentielle conduit à les placer dans la zone "EDR" de la matrice de sélection présentée ci-dessous :

Gravité	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
5. Désastreux					
4. Catastrophique					
3. Important					
2. Sérieux					
1. Modéré					

Fonction de sécurité	Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	Numéro de la fonction de sécurité
Mesure de sécurité	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents.</li> <li>- Détection et prévention des vents forts et tempêtes</li> <li>- Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pales) par le système de conduite</li> <li>- Surveillance des vibrations et turbulences</li> </ul>	FS 11
Description	L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale (fonction du modèle). Cet arrêt est réalisé par le frein aérodynamique de l'éolienne avec mise en drapeau des pales. Cette mise en drapeau est effectuée par le système d'orientation des pales "Pitch System".	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	< 1 minute	
Efficacité	100%	
Test	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 modifié.	
Maintenance	Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié (notamment de l'usure du frein et de pression du circuit de freinage d'urgence.) Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.	

Les trois catégories de scénario ci-après sont exclues de l'étude détaillée, en raison de leur faible intensité :

Scénario non étudié	Argumentaire
<p><b>Incendie de l'éolienne (effets thermiques)</b></p>	<p>En cas d'incendie de nacelle, et en raison de la hauteur des nacelles, les effets thermiques ressentis au sol seront mineurs. Par exemple, dans le cas d'un incendie de nacelle située à 50 mètres de hauteur, la valeur seuil de 3 kW/m<sup>2</sup> n'est pas atteinte au sol. Dans le cas d'un incendie au niveau du mât les effets sont également mineurs et l'arrêté du 26 août 2011 modifié encadre déjà largement la sécurité des installations. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques.</p> <p>Néanmoins il peut être redouté que des chutes d'éléments (ou des projections) interviennent lors d'un incendie. Ces effets sont étudiés avec les projections et les chutes d'éléments.</p>
<p><b>Incendie du poste de livraison ou du transformateur</b></p>	<p>En cas d'incendie de ces éléments, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (poste de livraison) seront mineurs ou inexistant du fait notamment de la structure en béton. De plus, la réglementation encadre déjà largement la sécurité de ces installations (l'arrêté du 26 août 2011 modifié impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200).</p>
<p><b>Infiltration d'huile dans le sol</b></p>	<p>En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérés dans le sol restent mineurs.</p>

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 toute ou partie de pale,
- chute de glace,
- projection de glace.

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

# J8 - ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

L'Étude Détaillée des Risques (EDR) poursuit et complète l'Analyse Préliminaire des Risques (APR) pour les accidents considérés comme étant potentiellement les plus importants.

Les objectifs de l'EDR sont les suivants :

- Identifier et étudier les combinaisons de causes conduisant aux situations dangereuses,
- Identifier les mesures de maîtrise des risques pouvant intervenir dans le déroulement des scénarios d'accident,
- Évaluer de manière quantitative la probabilité d'occurrence des différents événements, de la situation dangereuse et des différents phénomènes dangereux dont elle peut être à l'origine, en tenant compte de la fiabilité des mesures de maîtrise des risques,
- Modéliser les effets des différents phénomènes physiques causés par la situation dangereuse et analyser l'exposition des éléments vulnérables présents dans les zones d'aléa,
- Evaluer la probabilité d'occurrence des différents dommages possibles,
- Proposer des mesures d'amélioration complémentaires si besoin est, afin de réduire le risque résiduel,
- Identifier et caractériser les mesures de maîtrise des risques qui seront retenues comme MMR.

Pour apprécier les risques liés à une installation industrielle, il convient d'évaluer, pour chaque accident consécutif aux phénomènes dangereux susceptibles d'impacter l'homme ou l'environnement :

- un niveau de gravité, qui représente la sévérité des conséquences de l'accident en cas d'occurrence du phénomène dangereux,
- un niveau de fréquence, qui correspond à la probabilité pour que le phénomène identifié se réalise avec les effets déterminés.

Le couple gravité – fréquence donne le niveau de criticité, ou niveau de risque, de l'accident considéré. Ce dernier est également caractérisé par un troisième paramètre : la cinétique.

Les échelles retenues pour les cotations sont celles définies par l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005 "relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation", dit PCIG.

Ces échelles sont présentées ci-après.

## J8.1 - RAPPEL DES DÉFINITIONS

Cette première partie de l'Étude Détaillée des Risques consiste à rappeler les définitions de chacun des paramètres, en lien avec les références réglementaires correspondantes.

### J8.1.1 - CINÉTIQUE

La cinétique d'un scénario d'accident correspond à la vitesse d'enchaînement des différents événements constitutifs du scénario, depuis l'événement initiateur jusqu'aux conséquences sur les éléments vulnérables.

Les éléments qui suivent sont issus d'un document projet du MEDD, datant de juillet 2004, intitulé "Éléments relatifs à la cinétique des scénarios d'accident".

La cinétique d'un scénario d'accident est caractérisée par deux phases (une phase pré-accidentelle et une phase post-accidentelle) :

- **Phase pré-accidentelle** : phase entre l'événement initiateur et la libération du potentiel de danger.
- **Phase post-accidentelle** : phase postérieure à la libération du potentiel de danger. Elle se décompose en quatre phases :
  - délai d'occurrence,
  - délai de montée en puissance du phénomène jusqu'à son état stationnaire,
  - délai nécessaire à l'atteinte de cibles,
  - durée d'exposition des cibles.

On définit 2 niveaux de cinétique d'événements accidentels :

- **cinétique lente** : le développement du scénario d'accident, à partir de sa détection, est suffisamment lent (cinétique pré-accidentelle + cinétique post-accidentelle > 30 minutes) pour permettre de protéger les populations exposées avant qu'elles ne soient atteintes (ex : feu de bâtiment, feu d'entrepôt).
- **cinétique rapide** : cinétique pré-accidentelle + cinétique post-accidentelle ≤ 30 minutes (ex : projection de pale, dispersion de produits ou de fumées toxiques),

L'estimation de la cinétique d'un scénario d'accident permet de valider l'adéquation des mesures de détection et de protection prises ou envisagées.

**Dans le cadre d'une étude de dangers pour des aérogénérateurs, il est considéré, de manière prudente, que l'intégralité des accidents étudiés ont une cinétique rapide. Ce paramètre étant invariant, il ne sera plus détaillé dans les phénomènes redoutés analysés par la suite.**

### J8.1.2 - INTENSITÉ

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

On constate que les scénarios retenus au terme de l'Analyse Préliminaire des Risques pour les parcs éoliens sont des scénarios de projection (de glace ou de toute ou partie de pale), de chute d'éléments (glace ou toute ou partie de pale) ou d'effondrement de machine. Or, les seuils d'effets proposés dans l'arrêté du 29 septembre 2005 caractérisent des phénomènes dangereux dont l'intensité s'exerce dans toutes les directions autour de l'origine du phénomène, et décroît en fonction de la distance (par exemple un incendie ou une explosion). Ces seuils ne sont donc pas adaptés aux accidents causés par les aérogénérateurs.

Dans le cas de scénarios de projection, l'annexe II de cet arrêté précise : "Compte tenu des connaissances limitées en matière de détermination et de modélisation des effets de projection, l'évaluation des effets de projection d'un phénomène dangereux nécessite, le cas échéant, une analyse, au cas par cas, justifiée par l'exploitant. Pour la délimitation des zones d'effets sur l'homme ou sur les structures des installations classées, il n'existe pas à l'heure actuelle de valeur de référence. Lorsqu'elle s'avère nécessaire, cette délimitation s'appuie sur une analyse au cas par cas proposée par l'exploitant".

Le degré d'exposition est défini comme le rapport entre la surface atteinte par un élément chutant ou projeté et la surface de la zone exposée à la chute ou à la projection. Pour chacun des événements accidentels retenus (chute d'éléments, chute de glace, effondrement et projection), deux valeurs de référence ont été retenues :

- **5% d'exposition** : seuils des effets très importants,
- **1% d'exposition** : seuil des effets importants.

Ces deux valeurs induisent trois catégories d'exposition :

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

### J8.1.3 - GRAVITÉ

L'intensité et le nombre de personnes exposées\* dans les limites d'étendue des seuils d'effets définissent le niveau de gravité.

La détermination du nombre de personnes permanentes (ou équivalent personnes permanentes) présentes dans chacune des zones d'effet est effectuée à l'aide de la méthode basée 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.

Ainsi dans chaque zone d'effet, les cibles humaines potentielles sont identifiées. Le nombre de personnes exposées est évalué en fonction de la nature et de l'occupation du terrain suivant les hypothèses suivantes :

	Descriptif	Équivalents personnes
Type de terrain	<b>Terrains non aménagés et très peu fréquentés :</b> champs, prairies, forêts, friches, marais...	1 personne/100 ha
	<b>Terrains aménagés mais peu fréquentés :</b> voie de circulation non structurante (< 2000 véhicules par jour), chemins agricoles, vignes, jardins...	1 personne/10 ha
	<b>Terrains aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquentés :</b> parkings, parcs et jardins publics...	à minima 10 personnes/ha
Voie de circulation	Voie de circulation non structurante (< 2000 véhicules/jour)	Considéré dans le type de terrain
	Voie de circulation structurante (> 2000 véhicules/jour)	0,4 personne/km par tranche de 100 véhicules/jour

Les surfaces appartenant à chaque catégorie de terrain et les linéaires de voies structurantes sont donc comptabilisés. Le nombre de personnes exposées par secteur est ensuite obtenu selon les règles de conversion définies précédemment.

Ces différents résultats sont enfin additionnés pour avoir le nombre d'équivalents personnes présentes sur la globalité de la zone d'effet.

L'échelle de gravité des conséquences sur l'homme définie dans l'arrêté PCIG du 29 septembre 2005 est la suivante :

Intensité / Gravité	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition très forte	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition forte	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition modérée
5. Désastreux	Plus de 10 personnes exposées	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1000 personnes exposées
4. Catastrophique	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1000 personnes exposées
3. Important	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
2. Sérieux	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
1. Modéré	Pas de zone de létalité hors établissement		Présence humaine exposée à des effets irréversibles inférieure à "une personne"

\* Personnes exposées à l'extérieur des limites du site, en tenant compte le cas échéant des mesures constructives visant à protéger les personnes contre certains effets et la possibilité de mise à l'abri des personnes en cas d'occurrence d'un phénomène dangereux si la cinétique de ce dernier et de la propagation de ses effets le permettent

## J8.1.4 - PROBABILITÉ

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

Niveau de fréquence	E	D	C	B	A
Échelle qualitative	Possible mais extrêmement peu probable	Très improbable	Improbable	Probable	Courant
Échelle ½ quantitative	N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années d'installations	S'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité	S'est déjà produit dans ce 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	S'est déjà produit et/ou peut se reproduire pendant la durée de vie de l'installation	S'est produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie de l'installation malgré d'éventuelles mesures correctrices
Échelle quantitative (par unité et par an)	$P < 10^{-5}$	$10^{-4} > P > 10^{-5}$	$10^{-3} > P > 10^{-4}$	$10^{-2} > P > 10^{-3}$	$P > 10^{-2}$

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

- de la bibliographie relative à l'évaluation des risques pour des éoliennes,
- du retour d'expérience français,
- des définitions qualitatives de l'arrêté du 29 septembre 2005.

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

Cependant, la probabilité qu'un accident sur une personne ou un bien se produise est très largement inférieure à la probabilité de départ de l'événement redouté, la probabilité d'accident étant le produit de plusieurs probabilités :

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

Avec :

- $P_{\text{ERC}}$  : probabilité que l'événement redouté central (défaillance) se produise = probabilité de départ,
- $P_{\text{orientation}}$  : probabilité que l'éolienne soit orientée de manière à projeter un élément lors d'une défaillance dans la direction d'un point donné (en fonction des conditions de vent notamment),
- $P_{\text{rotation}}$  : probabilité que l'éolienne soit en rotation au moment où l'événement redouté se produit (en fonction de la vitesse du vent notamment),
- $P_{\text{atteinte}}$  : probabilité d'atteinte d'un point donné autour de l'éolienne (sachant que l'éolienne est orientée de manière à projeter un élément en direction de ce point et qu'elle est en rotation),
- $P_{\text{présence}}$  : probabilité de présence d'un enjeu donné au point d'impact sachant que l'élément est projeté en ce point donné.

**Dans le cadre des études de dangers des éoliennes, et conformément aux préconisations de l'INERIS une approche majorante assimilant la probabilité d'accident ( $P_{\text{accident}}$ ) à la probabilité de l'événement redouté central ( $P_{\text{ERC}}$ ) a été retenue.**

## J8.1.5 - ACCEPTABILITÉ DU RISQUE

A l'issue de l'analyse des risques, l'ensemble des phénomènes dangereux identifiés et des accidents correspondants sont positionnés dans une matrice de risque, ou grille de criticité.

La grille de criticité retenue est celle définie dans la circulaire du 29 septembre 2005 "relative aux critères d'appréciation de la démarche de maîtrise des risques d'accidents susceptibles de survenir dans les établissements dits SEVESO, visés par l'arrêté du 10 mai 2000 modifié". Il est à noter que cette grille non obligatoire dans le cas des éoliennes est ajoutée dans le dossier afin d'en faciliter la lecture.

Gravité	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
5. Désastreux	Orange	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge
4. Catastrophique	Jaune	Orange	Rouge	Rouge	Rouge
3. Important	Jaune	Jaune	Orange	Rouge	Rouge
2. Sérieux	Vert	Vert	Jaune	Orange	Rouge
1. Modéré	Vert	Vert	Vert	Vert	Jaune

Elle définit trois types de zones :

- **zone en rouge "NON"** : zone de risque élevé associée aux accidents "inacceptables" susceptibles d'engendrer des dommages sévères à l'intérieur et hors des limites du site,
- **zone en jaune et orange "MMR"** : zone de Mesures de Maîtrise des Risques. Les accidents situés dans cette zone doivent faire l'objet d'une démarche d'amélioration continue en vue d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation (zone ALARP : As Low As Reasonably Practicable). Dans la zone jaune une MMR est demandée, le nombre est porté à deux en zone orange,
- **zone en vert** : zone de risque moindre, les accidents entrant dans cette catégorie ne nécessitent pas de mesures de réduction du risque supplémentaires.

L'INERIS suggère l'utilisation de cette grille avec quelques adaptations dans son Guide technique pour l'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens. Les zones jaunes et oranges sont réunies dans une seule et même classe jaune. L'INERIS a ainsi établi les correspondances suivantes :

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

Le positionnement des phénomènes dangereux identifiés et des accidents correspondants dans cette grille de criticité permet de les hiérarchiser et d'identifier les accidents majeurs.

Pour rappel, d'après l'arrêté du 10 mai 2000 modifié relatif à la prévention des accidents majeurs, un accident majeur est défini comme "un événement tel qu'une émission, un incendie ou une explosion d'importance majeure résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation, entraînant, pour les intérêts visés au L. 511-1 du Code de l'Environnement, des conséquences graves, immédiates ou différées et faisant intervenir une ou plusieurs substances ou des préparations dangereuses."

Si des accidents majeurs caractérisés par un risque résiduel "inacceptable" sont identifiés, alors des mesures complémentaires ou des recommandations sont émises afin qu'à l'issue de l'analyse des risques, aucun accident ne se situe dans la zone rouge "NON".

\* Cette méthodologie s'applique aux installations SEVESO, mais il est possible de s'inspirer de cette grille pour d'autres installations comme les éoliennes, afin de faciliter la compréhension du lecteur.

## J8.2 - CARACTÉRISATION DES SCÉNARIOS RETENUS

### J8.2.1 - EFFONDREMENT DE L'AÉROGÉNÉRATEUR

L'événement redouté central est un effondrement de l'éolienne.

#### J8.2.1.1 - Analyse des événements initiateurs

Les causes potentielles identifiées menant à l'événement redouté central sont présentées dans le tableau ci-après, à lire conjointement avec l'arbre de défaillance.

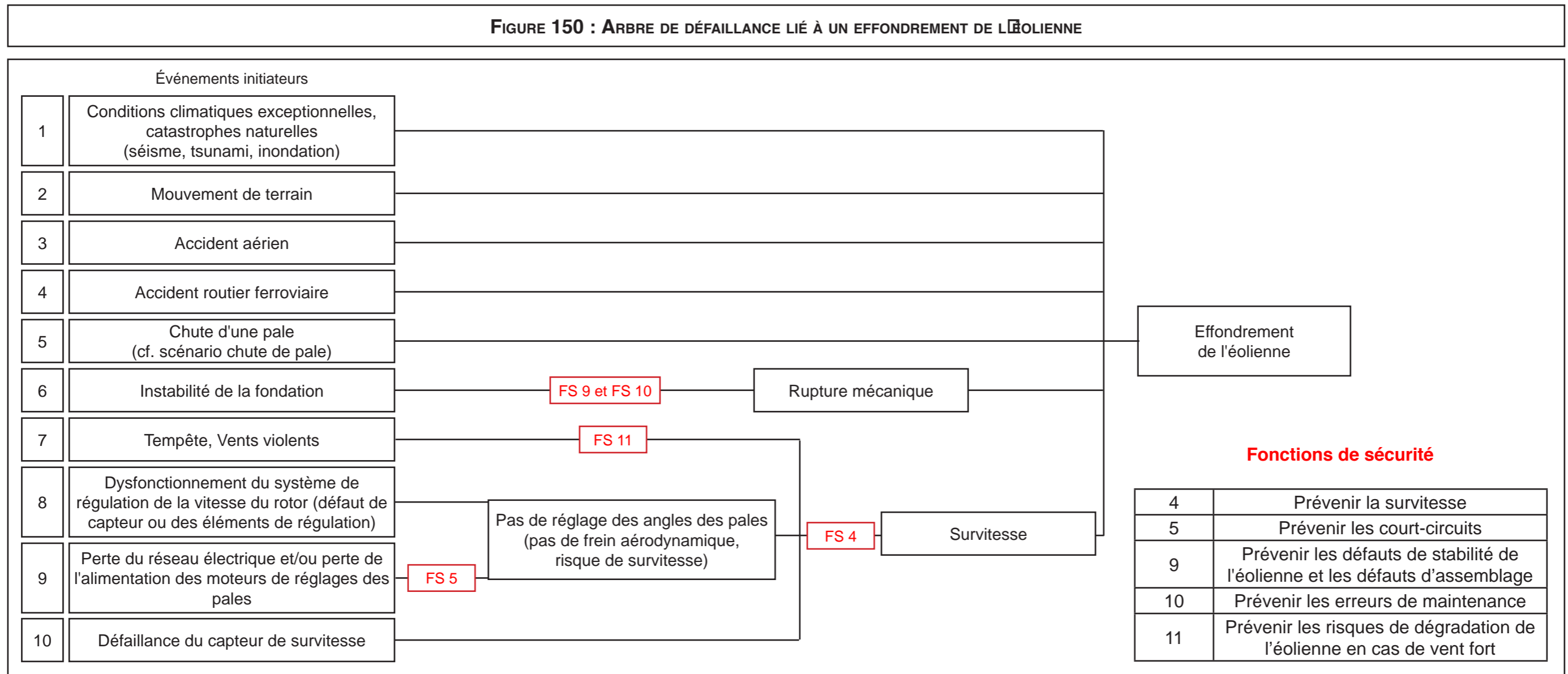
Repère	Événement initiateur	Événement redouté intermédiaire	Description de l'événement initiateur	Mesures contribuant à réduire la probabilité de l'événement initiateur	Fonction de sécurité associée (FS)
1	Conditions climatiques exceptionnelles, catastrophes naturelles	Effondrement de l'éolienne	Avalanche, inondation, tsunami, séisme	- Choix d'implantation du site - Dimensionnement des fondations	
2	Mouvements de terrain	Effondrement de l'éolienne	Cavités, retraits/gonflements des argiles	- Choix d'implantation du site - Étude de sol et design en conséquence	
3	Accident aérien	Effondrement de l'éolienne	Choc avec un aéronef pouvant conduire à une chute / pliage de mât	- Consultation préalable de l'armée lors du choix du site - Implantation éloignée des aéroports - Respect de l'arrêté du 13 novembre 2009 relatif à la réalisation du balisage des éoliennes situées en dehors des zones grevées de servitudes aéronautiques - Balisage : 2 balises par éolienne : flash rouge la nuit type B MI (2000cd) / flash blanc le jour type A MI (20000cd) - Balisage sur batteries en cas de perte du réseau électrique (autonomie 12h - DGAC prévenue) - Couleur éolienne : blanche - Éoliennes indiquées sur les plans de vol	
4	Accident routier/ ferroviaire	Effondrement de l'éolienne		Éloignement des voies de communication	
5	Chute d'une pale sur le mat	Effondrement de l'éolienne	(cf scénario chute de pale)	(cf scénario chute de pale)	(cf. scénario chute de pale)
6	Défaut de construction, de conception (mauvais dimensionnement des fondations), de montage, de maintenance	Instabilité de la fondation	Rupture mécanique liée à un défaut de construction ou de maintenance pouvant conduire à l'effondrement de l'éolienne	- Étude de sol et design en conséquence - Opérations de maintenance définies par l'arrêté du 26 août 2011 modifié : lors de ces contrôles, si des pièces défectueuses ou usées sont détectées, elles sont remplacées. Certaines pièces ou consommables sont par défaut remplacés périodiquement. La première maintenance après la mise en service a lieu au bout de 3 mois de fonctionnement. Par la suite des contrôles ont lieu tous les 6 mois, 1 an et 4 an en fonction de l'élément considéré.	<b>Fonction de sécurité 9</b> Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage  <b>Fonction de sécurité 10</b> Prévenir les erreurs de maintenance



Repère	Événement initiateur	Événement redouté intermédiaire	Description de l'événement initiateur	Mesures contribuant à réduire la probabilité de l'événement initiateur	Fonction de sécurité associée (FS)
7	Vents violents, tempêtes	Survitesse		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Études de vent - design des éoliennes selon la norme IEC 61400</li> <li>- Conception : distance minimale entre la tour et la pale</li> <li>- Arrêt en cas de vents forts</li> <li>- Mesure constante des vitesses de rotation de la chaîne cinématique</li> <li>- Présence d'un frein hydraulique indépendant du frein aérodynamique</li> <li>- Signal d'alerte SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) en cas de déclenchement d'un capteur de sécurité</li> </ul>	<p><b>Fonction de sécurité 11</b> Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort</p>
8	Dysfonctionnement du système de régulation de la vitesse du rotor	Survitesse	Le défaut de régulation de la vitesse du rotor entraîne l'impossibilité d'adapter l'angle des pales en fonction des conditions de vents, ce qui peut entraîner une survitesse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Signal d'alerte SCADA en cas de déclenchement d'un capteur de sécurité</li> <li>- Dès qu'il y a un écart sur l'angle des pitch des 3 pales la machine s'arrête</li> <li>- Indépendance des systèmes d'inclinaison des pales (une pale en drapeau suffit pour freiner la machine)</li> <li>- Système de sécurité indépendant contre la survitesse avec la présence d'un frein hydraulique indépendant du frein aérodynamique</li> <li>- Arrêt de la machine en cas d'incohérence des valeurs mesurées (angles des pales, vitesse de rotation du rotor et de l'arbre lent,...) ou de défaillance du système de contrôle</li> <li>- Mesure redondante des vitesses de rotation, arrêt en cas d'incohérence des mesures</li> </ul>	<p><b>Fonction de sécurité 11</b> Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort</p> <p><b>Fonction de sécurité 4</b> Prévenir la survitesse</p>
9	Perte du réseau électrique et/ou de l'alimentation des moteur de réglage de l'angle des pales	Survitesse	Le réglage des angles des pales n'est plus possible, ce qui peut conduire à une survitesse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Batteries de secours situées dans la partie Rotor</li> <li>- Arrêt de l'éolienne en cas de coupure de l'alimentation par le réseau public</li> <li>- Présence de batteries ou d'onduleur sur les équipements de sécurité (balisage lumineux, système de commande)</li> <li>- Accumulateurs hydropneumatiques de secours situés dans la partie Rotor</li> </ul>	<p><b>Fonction de sécurité 4</b> Prévenir la survitesse</p> <p><b>Fonction de sécurité 5</b> Prévenir les court-circuits</p>
10	Défaillance du capteur de survitesse	Survitesse		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Indépendance des systèmes d'inclinaison des pales</li> <li>- Présence d'un frein hydraulique indépendant du frein aérodynamique</li> <li>- Mesure constante des vitesses de rotation de la chaîne cinétique</li> </ul>	<p><b>Fonction de sécurité 4</b> Prévenir la survitesse</p>

### J8.2.1.2 - Représentation sous forme d'arbre de défaillance et analyse des fonctions de sécurité

Les scénarios d'accident liés à un effondrement de l'aérogénérateur peuvent être représentés sous la forme de l'arbre de défaillance suivant (Figure 150).



Cinq fonctions de sécurité sont identifiées sur cet arbre de défaillance.

- Fonction de sécurité 4** : prévenir la survitesse,
- Fonction de sécurité 5** : prévenir les courts-circuits,
- Fonction de sécurité 9** : prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage,
- Fonction de sécurité 10** : prévenir les erreurs de maintenance,
- Fonction de sécurité 11** : prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort.

Rappelons également que les mesures préventives consistent à réaliser une étude de sol et à définir une fondation en fonction de cette étude.

### J8.2.1.3 - Caractérisation du risque

#### → Zone d'effet

La zone d'effet de l'effondrement d'une éolienne correspond à une surface circulaire de rayon égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale, **soit 150 m au maximum dans le cas du parc projeté** (Figure 151).

#### → Intensité

Pour le phénomène d'effondrement de l'éolienne, le degré d'exposition correspond au ratio entre la zone d'impact, correspondant à la surface des pales et du mât, et la superficie de la zone d'effet du phénomène qui correspond à la zone où l'éolienne est susceptible de tomber (Figure 151).

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

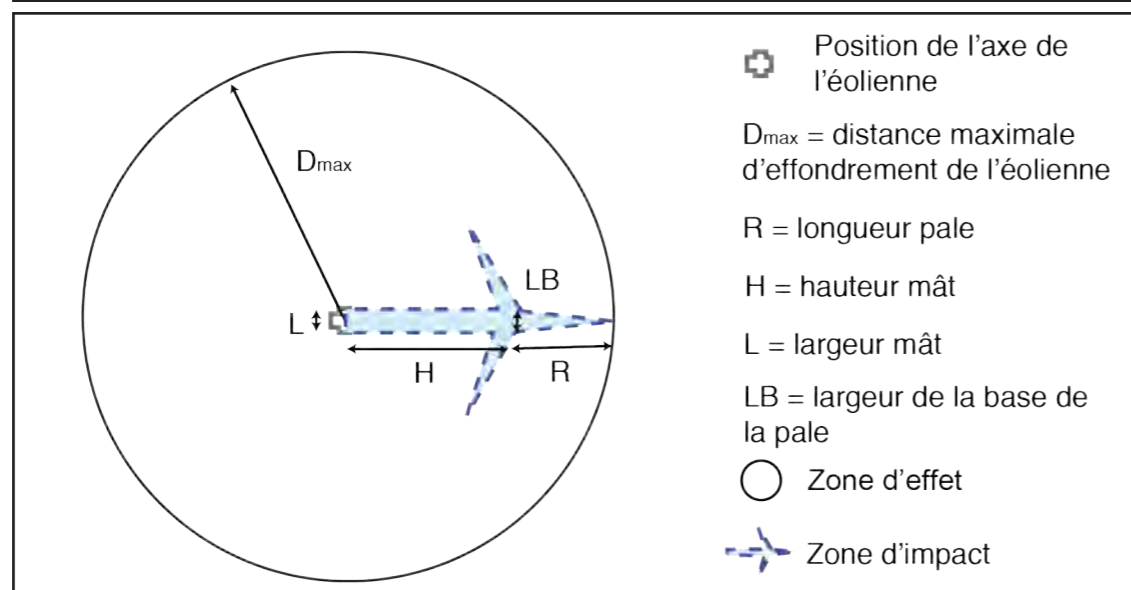
Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène d'effondrement de l'éolienne dans le cas du parc éolien projeté.

Eoliennes concernées	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
	$H \times L + 3 \times (R \times LB/2)$	$\pi \times (R+H)^2$	Zone d'impact / Zone d'effet du phénomène	
E7 à E24	1 177	72 011	1,63	Forte

*Éléments de la formule littérale :*

*H : hauteur au moyeu, L : largeur du mât, R : longueur de la pale, LB : largeur de la base de la pale.*

**FIGURE 151 : SCHÉMATISATION DU SCÉNARIO EFFONDREMENT DE L'ÉOLIENNE**



#### → Gravité

Dans la surface d'effet de chaque éolienne (disque centré sur l'axe de l'éolienne dont le rayon est égal à la distance maximale de chute du mât - Figure 151) on identifie les cibles humaines potentielles. Au delà de la zone d'effet les personnes présentes ne sont pas considérées comme exposées.

Le comptage des personnes exposées s'appuie sur la fiche n° 1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

**L'approche adoptée consiste à assimiler l'ensemble de la zone d'effet à du terrain aménagé mais peu fréquenté, dès lors qu'une voie de circulation non structurante est incluse dans la zone d'effet (chemin de terre, voie communale, route départementale ou autre du moment que le trafic journalier reste inférieur à 2000 véhicules). Cette méthode a volontairement été retenue pour son caractère majorant.**

En effet, le linéaire ou la surface de la voirie ne sont pas considérés dans le calcul, le ratio le plus défavorable étant reporté sur l'ensemble de la zone d'effet. Ainsi qu'il y ait quelques mètres de voies de circulation non structurantes ou que la zone d'effet en soit totalement quadrillée, le résultat sera similaire. Il en sera de même entre une zone d'effet contenant quelques chemins de terres où le passage est très limité (< de 10 véhicules/jour) et celle comprenant une départementale pour laquelle le trafic peut par exemple atteindre plusieurs centaines de véhicules quotidiennement tout en restant en deçà du seuil des voies structurantes (2000 véhicules/jour).

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

Éolienne	Occupation de la zone d'effet	Hypothèse(s) de calcul retenue(s)		Nombre de personnes permanentes	Gravité
E7	Champs, chemin agricole	Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, chemins agricoles, vignes...)	1 personne/ 10 ha	0,72	Sérieux
E8	Champs, chemin agricole				
E9	Champs, chemin agricole				
E10	Champs	Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais, ...)	1 personne/ 100 ha	0,072	
E11	Champs, chemin agricole, RD 14	Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, chemins agricoles, vignes...)	1 personne/ 10 ha	0,72	
E12	Champs, chemin agricole, voie communale				
E13	Champs, chemin agricole				
E14	Champs, chemin agricole				
E15	Champs, chemin agricole				
E16	Champs, chemin agricole				
E17	Champs, chemin agricole				
E18	Champs, chemin agricole				
E19	Champs, chemin agricole				
E20	Champs, chemin agricole				
E21	Champs, chemin agricole				
E22	Champs, chemin agricole				
E23	Champs, chemin agricole, voie communale				
E24	Champs, chemin agricole				

Aucune des voies de circulation présentes dans les zones d'effet n'est structurante, leur trafic étant inférieur à 2000 véhicules/jour.

Rappel des correspondances					
Nombre de personnes exposées / Gravité pour une intensité forte					
Nombre de personnes exposées	Plus de 100 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 1 et 10 personnes exposées	Au plus 1 personne exposée	Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement
<b>Gravité</b>	<b>"Désastreux"</b>	<b>"Catastrophique"</b>	<b>"Important"</b>	<b>"Sérieux"</b>	<b>"Modéré"</b>

### → Probabilité

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

Source	Fréquence	Classe de probabilité (Arrêté du 29 septembre 2005) et justification
Guide for Risk-Based Zoning of wind Turbines, Energy research centre of the Netherlands (ECN), H. Braam, G.J. van Mulekom, R.W. Smit, 2005	4,5 x 10 <sup>-4</sup>	C - Retour d'expérience
Specification of minimum distances, Dr-ing. Veenker ingenieurgesellschaft, 2004	1,8 x 10 <sup>-4</sup> (effondrement de la nacelle et de la tour)	C - Retour d'expérience

Le retour d'expérience français montre également une classe de probabilité "C". En effet, il a été recensé seulement 7 événements pour 15 667 années d'expérience\*, soit une probabilité de 4,47 x 10<sup>-4</sup> par éolienne et par an.

Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 septembre 2005 d'une probabilité "C", à savoir : "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".

**Néanmoins, les dispositions constructives des éoliennes ayant fortement évolué, le niveau de fiabilité est aujourd'hui bien meilleur.** Des mesures de maîtrise des risques supplémentaires ont été mises en place sur les machines récentes et permettent de réduire significativement la probabilité d'effondrement. Les principales mesures sont listées ci-dessous :

- respect intégral des dispositions de la norme IEC 61 400-1,
- contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages,
- système de détection des survitesses et un système redondant de freinage,
- système de détection des vents forts et un système redondant de freinage et de mise en sécurité des installations.

On note d'ailleurs, dans le retour d'expérience français, qu'aucun effondrement n'a eu lieu sur les éoliennes mises en service après 2005.

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

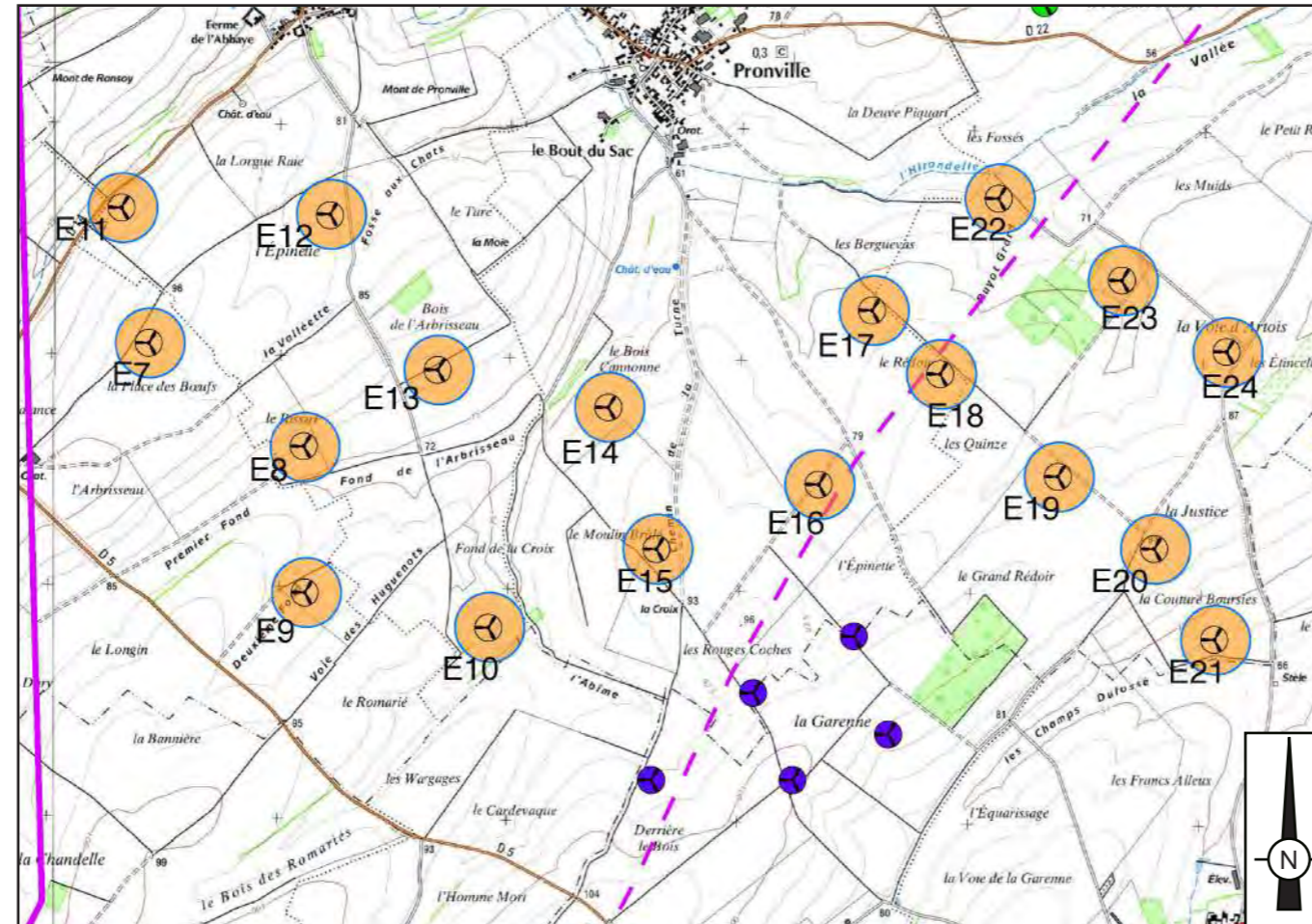
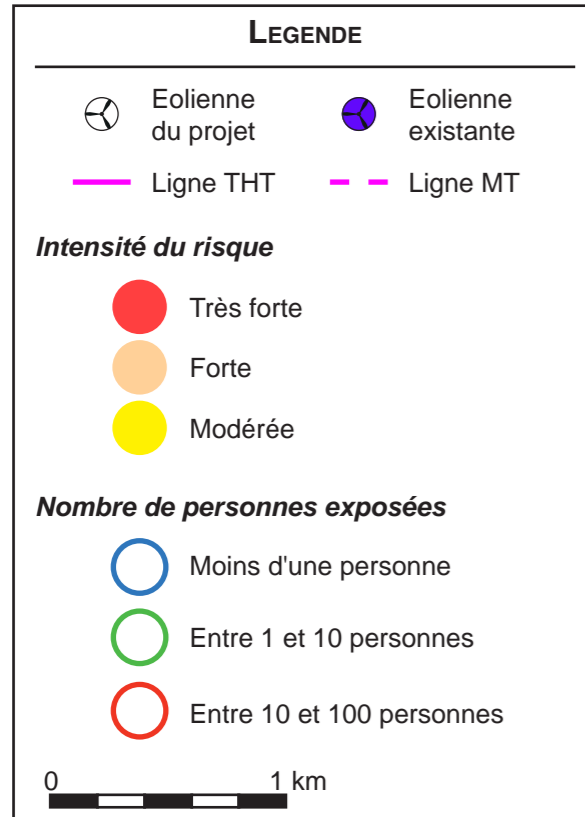
**Il est donc considéré, conformément aux préconisations de l'INERIS, que la classe de probabilité de l'accident est "D", à savoir : "S'est produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité".**

\* : Une année d'expérience correspond à une éolienne observée pendant une année. Ainsi, si on a observé une éolienne pendant 5 ans et une autre pendant 7 ans, on aura au total 12 années d'expérience.

## → Évaluation des risques - Acceptabilité

Les différents éléments d'évaluation des accidents associés à un effondrement de l'éolienne sont présentés ici. Ils sont basés sur les règles de comptage et sur les modélisations présentées précédemment.

**FIGURE 152 : SCÉNARIO D'EFFONDREMENT DE L'ÉOLIENNE**



<b>Eoliennes</b>	Indéterminée (150 m max.)
<b>Diamètre du rotor max (m)</b>	116,8
<b>Nombre d'éoliennes du champ</b>	18 (E7 à E24)
<b>Hauteur au moyeu (m)</b>	93
<b>Surface d'impact (m<sup>2</sup>)</b>	1 177
<b>Surface d'effet (m<sup>2</sup>)</b>	72 011
<b>Diamètre du mât (m)</b>	7
<b>Intensité</b>	Forte
<b>Fréquence (/an) et classe</b>	10 <sup>-5</sup> à 10 <sup>-4</sup> (D)
<b>Gravité</b>	Sérieux

Les accidents "chute de mât" pour chacune des éoliennes sont positionnés dans la matrice de criticité ci-dessous :

Gravité	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
5. Désastreux	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge
4. Catastrophique	Jaune	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge
3. Important	Jaune	Jaune	Jaune	Rouge	Rouge
2. Sérieux	Vert	Vert (E7 à E24)	Jaune	Jaune	Rouge
1. Modéré	Vert	Vert	Vert	Vert	Jaune

Légende de la matrice :

en vert : niveau de risque très faible (Acceptable) ; en jaune : niveau de risque faible (Acceptable) ; en rouge : risque important (Non acceptable).

Dans le cas d'implantation d'éoliennes équipées des technologies récentes, compte tenu de la classe de probabilité d'un effondrement, l'INERIS conclut à l'acceptabilité de ce phénomène si au plus une personne est concernée, ce qui est ici le cas (0,072 pour l'éolienne E10 ; 0,720 pour les éoliennes E7, E8, E9, E11, E12, E13, E14, E15, E15, E17, E18, E19, E20, E21, E22, E23, E24).

En effet, le croisement de la probabilité avec la gravité du phénomène démontre que le risque est très faible et en conséquent acceptable (tableau ci-contre).

## J8.2.2 - CHUTE ET PROJECTION DE GLACE

L'événement redouté central est la formation de blocs de glace sur les pales du rotor.

### J8.2.2.1 - Analyse des événements initiateurs

Sous certaines conditions climatiques, un dépôt de glace/givre peut se former et s'accumuler sur les pales des éoliennes. Ce phénomène de givrage est caractéristique des régions au climat froid, mais il peut également être observé en France. Le givrage des pales d'éolienne se produit lorsque l'éolienne est soumise à un hydrométéore\* givrant contenant des gouttelettes d'eau à l'état liquide à des températures inférieures au point de congélation (0°C).

Ces gouttelettes d'eau surfondues se retrouvent :

- en altitude, sous forme de nuages à des températures entre 0°C et - 40°C,
- au sol, sous forme de brouillard givrant, de neige mouillée, de bruine ou de pluie verglaçante.

Lorsque les gouttelettes d'eau surfondues heurtent la surface des pales, elles peuvent geler instantanément et former par accumulation des gouttelettes les unes sur les autres, une surface rugueuse qui épouse généralement la forme du profil (givre).

Si les gouttelettes d'eau ne gèlent pas instantanément au contact des pales, elles vont s'unir pour former des gouttes de surface. Ces gouttes vont croître et se solidifier partiellement. Elles vont s'unir et ruisseler sur la surface du profil sous l'effet des forces aérodynamiques. La glace ainsi formée, appelée verglas, possède une surface très peu rugueuse et les formes résultantes sont très variables.

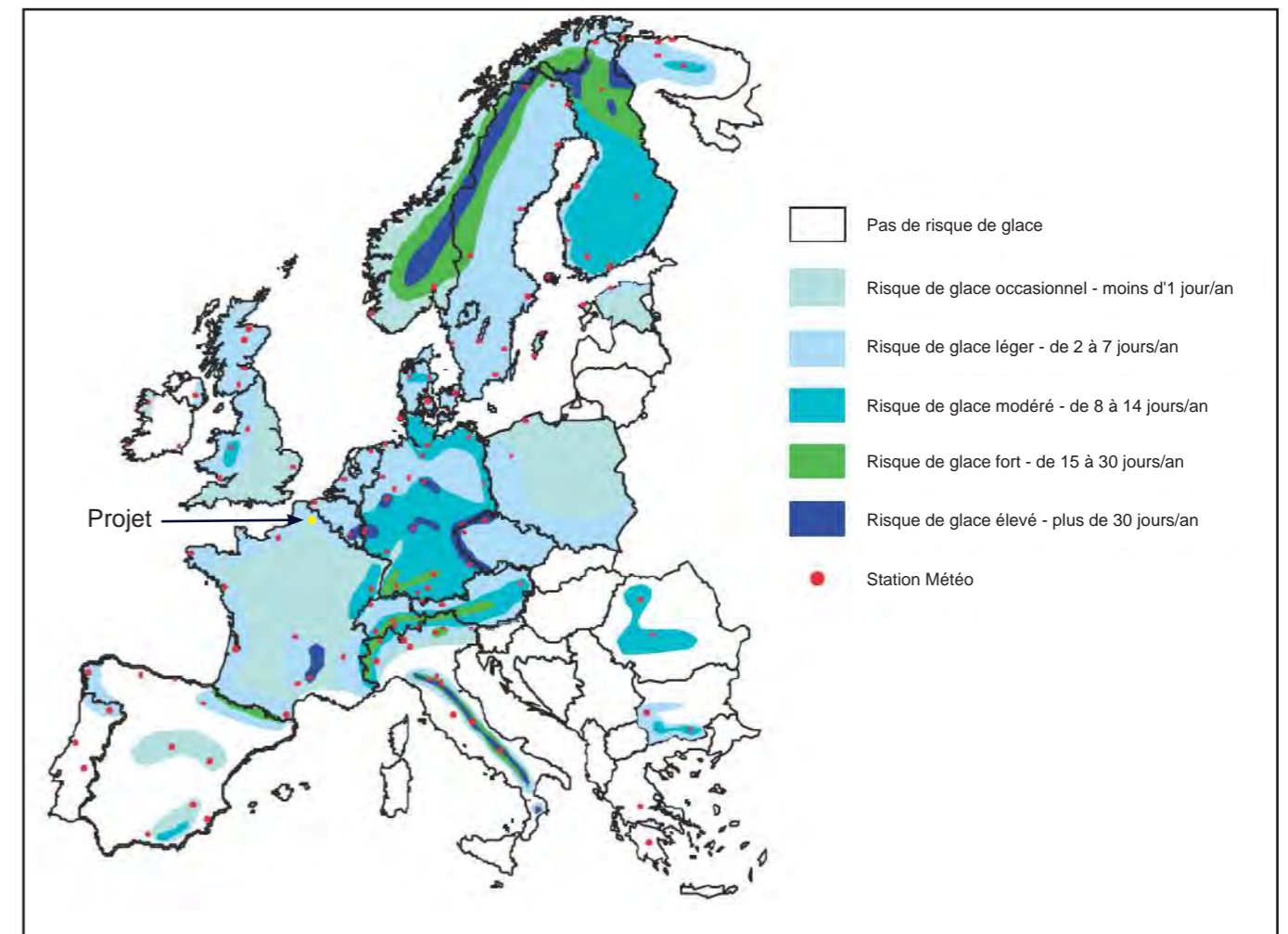
L'étude WECO\*\* présente une carte d'Europe qui indique le nombre moyen de jours conduisant à la formation de givre par an (Figure 153). Le projet est localisé dans une zone à risque de formation de glace "léger" (de 2 à 7 jours/an).

### J8.2.2.2 - Analyse des conséquences

Le givre et le verglas diminuent les performances aérodynamiques en provoquant des pertes de puissance et par conséquent des pertes énergétiques (non étudié dans ce rapport). Par ailleurs, la couche de glace formée sur les trois pales de l'éolienne peut être irrégulière, ce qui engendre un déséquilibre du rotor et provoque des oscillations indésirables.

La formation de glace sur les pales est dangereuse car d'épais blocs de glace peuvent se détacher de l'éolienne et atteindre des cibles situées dans le voisinage de l'éolienne. Ce type de chute de glace est similaire à ce qu'on observe sur d'autres bâtiments et infrastructures.

FIGURE 153 : LOCALISATION DES ZONES À RISQUE DE GLACE



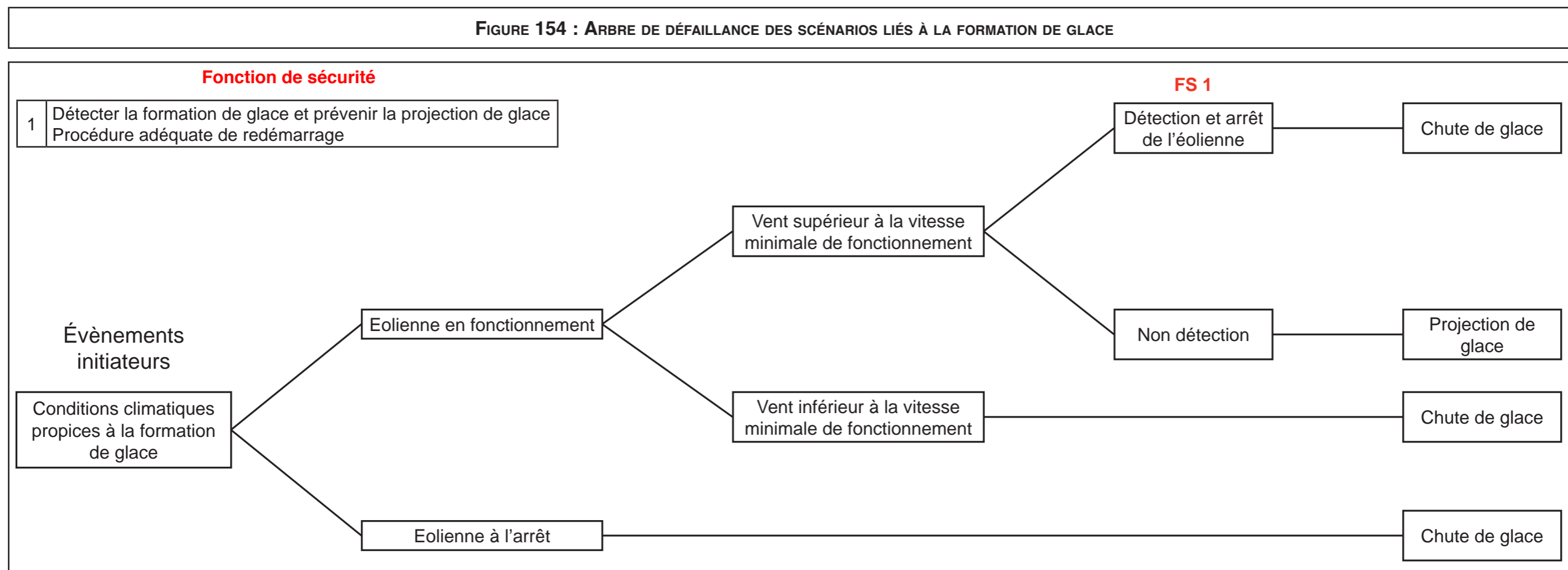
Repère	Événement initiateur de base	Événement redouté intermédiaire	Description de l'événement initiateur	Mesures contribuant à réduire la probabilité de l'événement initiateur	Fonction de sécurité associée
1	Conditions climatiques propice à la formation de la glace	Chute et/ou projection de glace	Température basse et degré d'hygrométrie élevé	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Choix d'implantation du site</li> <li>- Présence d'un détecteur de vibration qui détecte les balourds engendrés par la présence de glace sur les pales</li> </ul>	<p><b>Fonction de sécurité 1</b> Détecter la formation de glace et prévenir la projection de glace</p> <p><b>Fonction de sécurité 2</b> Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace (panneaux de signalisation)</p>

\* : Les hydrométéores concernent l'ensemble des phénomènes liés au comportement de l'eau dans l'atmosphère .

\*\* : Wind Energy in COld climate (WECO), Final report - Bengt Tammelin et al. - Finnish Meteorological Institute, Helsinki - 2000

### J8.2.2.3 - Représentation sous forme d'arbre de défaillance et analyse des fonctions de sécurité

Les scénarios d'accident liés à la formation de glace peuvent être représentés sous la forme de l'arbre de défaillance suivant (Figure 154).



Une fonction de sécurité est identifiée sur l'arbre de défaillance (**fonction de sécurité 1 : Détecter la formation de glace et prévenir la projection de glace - Procédure adéquate de redémarrage**).

De plus, chaque chemin d'accès aux éoliennes est équipé d'un panneau annonçant le risque de chute de glace (**fonction de sécurité 2 : prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace**).



### J8.2.2.4 - Scénario de chute de glace

L'événement redouté central est le détachement de glace lorsque l'éolienne est à l'arrêt.

#### → Zone d'effet

Le risque de chute de glace est cantonné à la zone de survol des pales, soit un disque de rayon égal à un demi diamètre de rotor autour du mât de l'éolienne (Figure 155). Pour le parc éolien La Voie de Cambrai, **la zone d'effet a donc un rayon de 58,4 mètres pour la totalité des éoliennes.**

Cependant, il convient de noter que, lorsque l'éolienne est à l'arrêt, les pales n'occupent qu'une faible partie de cette zone.

#### → Intensité

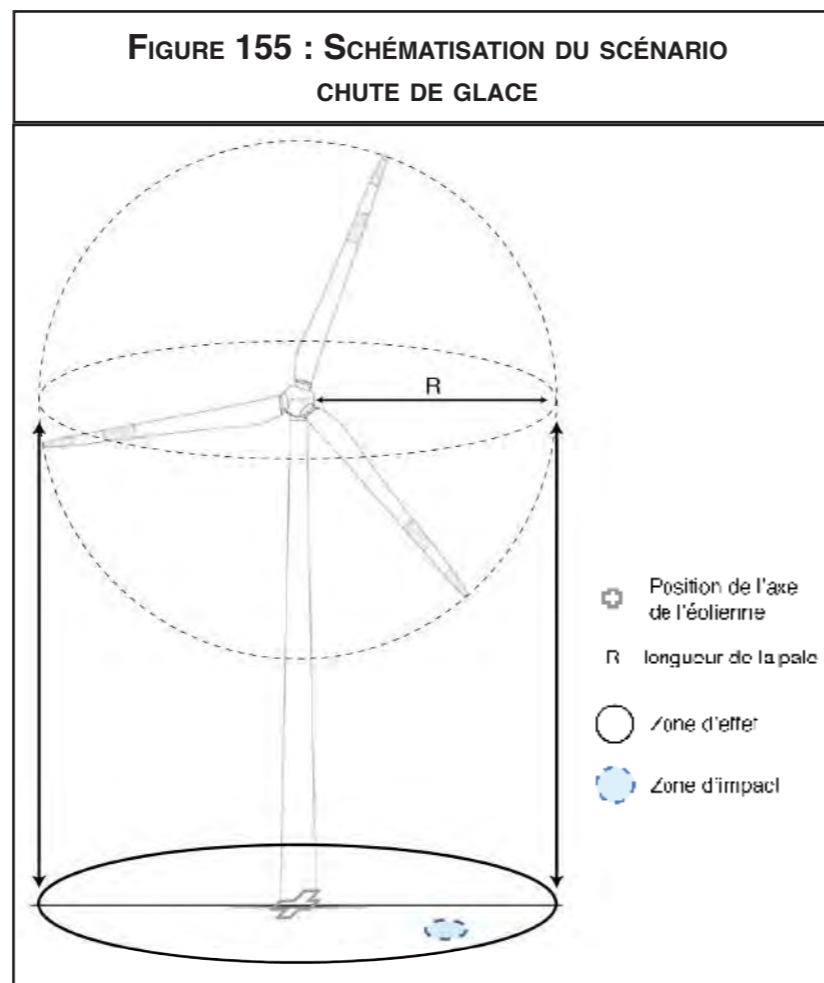
Pour le phénomène de chute de glace, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un morceau de glace (cas majorant d'1 m<sup>2</sup>) et la superficie de la zone d'effet du phénomène, soit la zone de survol (Figure 155).

Le tableau qui suit permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute de glace.

Eoliennes concernées	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
	SG	$\pi \times R^2$	Zone d'impact/ Zone d'effet du phénomène	
Toutes (E7 à E24)	1	10 715	0,01	Modérée

*Éléments de la formule littérale : R : longueur de la pale, SG : surface du morceau de glace majorant (1 m<sup>2</sup>)*

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



#### → Gravité

Dans la surface d'effet de chaque éolienne (zone de survol), on identifie les cibles humaines potentielles.

Le comptage des personnes exposées s'appuie sur la fiche n° 1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

**L'approche adoptée consiste à assimiler l'ensemble de la zone d'effet à du terrain aménagé mais peu fréquenté, dès lors qu'une voie de circulation non structurante est incluse dans la zone d'effet (chemin de terre, voie communale, route départementale ou autre du moment que le trafic journalier reste inférieur à 2000 véhicules). Cette méthode a volontairement été retenue pour son caractère majorant.**

En effet, le linéaire ou la surface de la voirie ne sont pas considérés dans le calcul, le ratio le plus défavorable étant reporté sur l'ensemble de la zone d'effet. Ainsi qu'il y ait quelques mètres de voies de circulation non structurantes ou que la zone d'effet en soit totalement quadrillée, le résultat sera similaire. Il en sera de même entre une zone d'effet contenant quelques chemins de terres où le passage est très limité (< de 10 véhicules/jour) et celle comprenant une départementale pour laquelle le trafic peut par exemple atteindre plusieurs centaines de véhicules quotidiennement tout en restant en deçà du seuil des voies structurantes (2000 véhicules/jour).

Le tableau suivant indique, pour chaque aérogénérateur :

- les hypothèses de calcul retenues,
- le nombre de personnes exposées ainsi calculé,
- la gravité résultant de ce dernier paramètre.

Éolienne	Occupation de la zone d'effet	Hypothèse(s) de calcul retenue(s)		Nombre de personnes permanentes	Gravité
E7	Champs	Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais, ...)	1 personne/ 100 ha	0,011	Modéré
E8	Champs				
E9	Champs				
E10	Champs				
E11	Champs				
E12	Champs				
E13	Champs, chemin agricole	Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, chemins agricoles, vignes...)	1 personne/ 10 ha	0,107	
E14	Champs	Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais, ...)	1 personne/ 100 ha	0,011	
E15	Champs				
E16	Champs, chemin agricole	Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, chemins agricoles, vignes...)	1 personne/ 10 ha	0,107	
E17	Champs	Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais, ...)	1 personne/ 100 ha	0,011	
E18	Champs				
E19	Champs				
E20	Champs				
E21	Champs				
E22	Champs				
E23	Champs				
E24	Champs				

Rappel des correspondances					
Nombre de personnes exposées / Gravité pour une intensité modérée					
Nombre de personnes exposées	Plus de 1000 personnes exposées	Entre 100 et 1000 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Moins de 10 personnes exposées	Présence humaine exposée inférieure à "une personne"
<b>Gravité</b>	<b>"Désastreux"</b>	<b>"Catastrophique"</b>	<b>"Important"</b>	<b>"Sérieux"</b>	<b>"Modéré"</b>

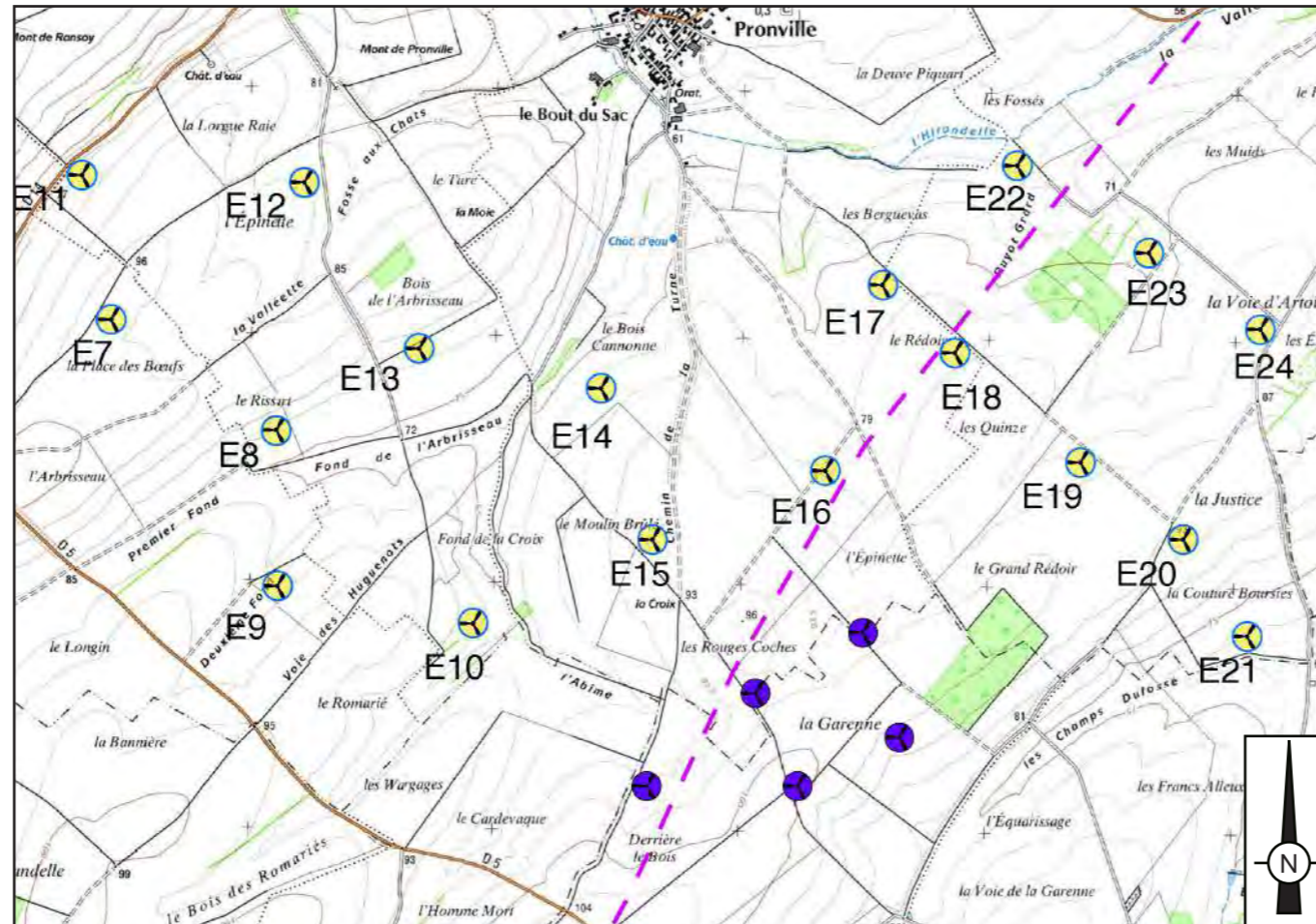
→ **Probabilité**

De façon conservatrice, l'INERIS considère que la probabilité est de classe "A", c'est-à-dire une probabilité supérieure à 10<sup>-2</sup>.

## → Évaluation des risques - Acceptabilité

Les différents éléments d'évaluation des accidents associés à une chute de glace sont résumés ci-dessous.

**FIGURE 156 : SCÉNARIO DE CHUTE DE GLACE**



<b>Eoliennes</b>	Indéterminée (150 m max.)
<b>Diamètre du rotor max (m)</b>	116,8
<b>Nombre d'éoliennes du champ</b>	18 (E7 à E24)
<b>Hauteur au moyeu (m)</b>	93
<b>Surface d'impact (m²)</b>	1
<b>Surface d'effet (m²)</b>	10 715
<b>Diamètre du mât (m)</b>	7
<b>Intensité</b>	Modérée
<b>Fréquence (/an) et classe</b>	> 10 <sup>-2</sup> (A)
<b>Gravité</b>	Modéré

Les accidents "chute de glace" pour chacune des éoliennes sont positionnés dans la matrice de criticité ci-dessous :

Gravité	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
5. Désastreux	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge
4. Catastrophique	Jaune	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge
3. Important	Jaune	Jaune	Jaune	Rouge	Rouge
2. Sérieux	Vert	Vert	Jaune	Jaune	Rouge
1. Modéré	Vert	Vert	Vert	Vert	Jaune (E7 à E24)

*Légende de la matrice :*

en vert : niveau de risque très faible (Acceptable) ; en jaune : niveau de risque faible (Acceptable) ; en rouge : risque important (Non acceptable).

**Le phénomène de chute de glace des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.**

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

### J8.2.2.5 - Scénario de projection de glace

L'événement redouté central est le détachement de glace lorsque l'éolienne fonctionne.

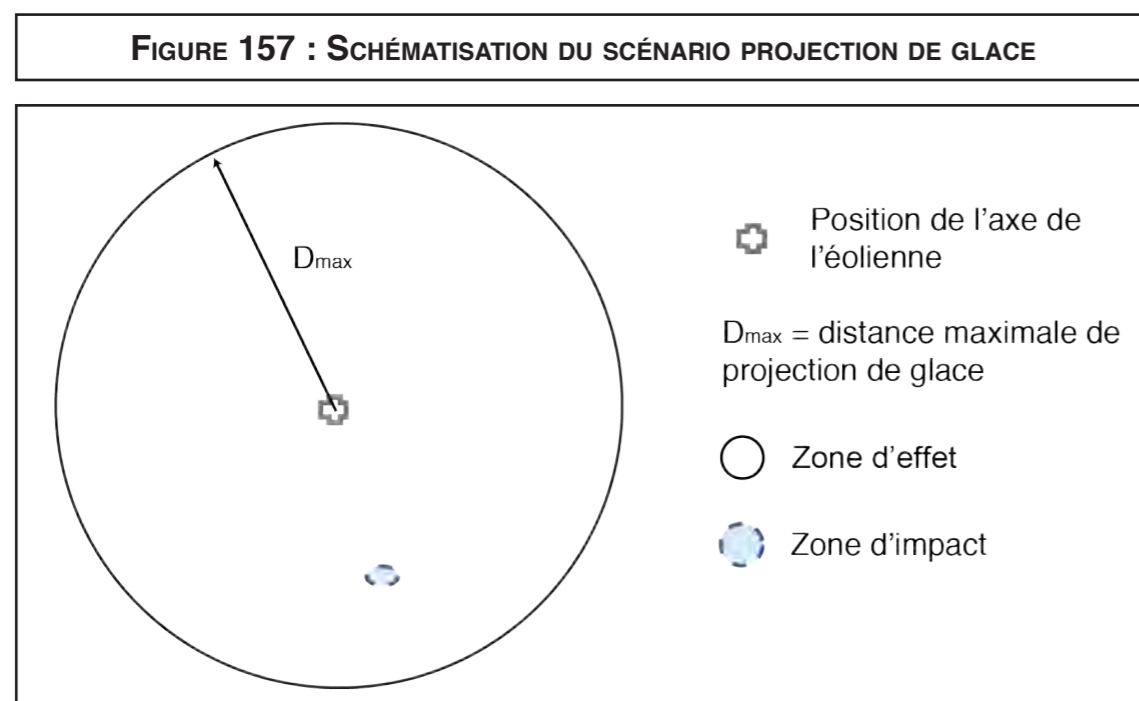
#### → Zone d'effet

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.

La modélisation de la projection de blocs de glace depuis les pales d'une éolienne est complexe. Elle dépend étroitement du mode de formation de la glace (givre, glace), de la taille des blocs, du profil d'aile, de la vitesse de rotation de la pale, de l'utilisation d'un système de dégivrage, etc.

Plusieurs études ont été menées afin d'étudier ce phénomène de givrage. La projection de glace a fait l'objet de développement de plusieurs modèles théoriques et de collecte de données expérimentales.

L'étude WECO\* recommande, au regard des modèles théoriques développés et des données expérimentales recueillies, de maintenir une distance de sécurité (pour les sites présentant un niveau de risque de formation de givre / glace élevé), entre l'éolienne et les cibles les plus proches égale à **1,5 x (hauteur de moyeu + diamètre de rotor), soit 314,7 m pour les éoliennes du parc projeté.**



\* : Wind Energy in COld climate (WECO), Final report - Bengt Tammelin et al. - Finnish Meteorological Institute, Helsinki - 2000

Cette distance de projection est jugée conservatrice dans des études postérieures (Risk analysis of ice throw from wind turbines, Seifert H., Westerhellweg A., Kröning J. - DEWI, avril 2003).

A défaut de données fiables, il est proposé de considérer cette formule pour le calcul de la distance d'effet pour les projections de glace.

#### → Intensité

Pour le phénomène de projection de glace, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un morceau de glace (cas majorant de 1 m<sup>2</sup>) et la superficie de la zone d'effet du phénomène (Figure 157).

L'intensité du phénomène de projection de glace est nulle au delà de sa zone d'effet.

Le tableau qui suit permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de glace dans le cas du parc éolien La Voie de Cambrai.

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
SG	$\pi \times (1,5 \times (H + 2R))^2$	Zone d'impact / Zone d'effet du phénomène	
1	311 131	$3,21 \times 10^{-4}$	Modérée

*Éléments de la formule littérale :*  
*H : hauteur au moyeu, R : longueur de la pale, SG : surface du morceau de glace majorant (1 m<sup>2</sup>)*

→ **Gravité**

Dans la surface d'effet de chaque éolienne, on identifie les cibles humaines potentielles. Le comptage des personnes exposées s'appuie sur la fiche n° 1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

**L'approche adoptée consiste à assimiler l'ensemble de la zone d'effet à du terrain aménagé mais peu fréquenté, dès lors qu'une voie de circulation non structurante est incluse dans la zone d'effet (chemin de terre, voie communale, route départementale ou autre du moment que le trafic journalier reste inférieur à 2000 véhicules). Cette méthode a volontairement été retenue pour son caractère majorant.**

Etant donné les distances d'effet calculées, les projections de morceaux de glace peuvent atteindre les personnes situées dans les champs et sur les chemins autour du site, ainsi que sur quelques voies communales et la RD 14 près de l'éolienne E11.

Éolienne	Occupation de la zone d'effet	Hypothèse(s) de calcul retenue(s)		Nombre de personnes permanentes	Gravité
E7	Champs, chemins agricoles	Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, chemins agricoles, vignes...)	1 personne/ 10 ha	3,113	Sérieux
E8	Champs, chemins agricoles				
E9	Champs, chemins agricoles				
E10	Champs, chemins agricoles				
E11	Champs, chemins agricoles, RD 14				
E12	Champs, chemins agricoles, voie communale				
E13	Champs, bois, chemins agricoles, voie communale				
E14	Champs, chemins agricoles, voie communale				
E15	Champs, chemins agricoles				
E16	Champs, chemins agricoles				
E17	Champs, chemins agricoles				
E18	Champs, chemins agricoles				
E19	Champs, chemins agricoles				
E20	Champs, chemins agricoles				
E21	Champs, chemins agricoles, voie communale				
E22	Champs, chemins agricoles, voie communale				
E23	Champs, bois, chemins agricoles, voie communale				
E24	Champs, chemins agricoles, voies communales				

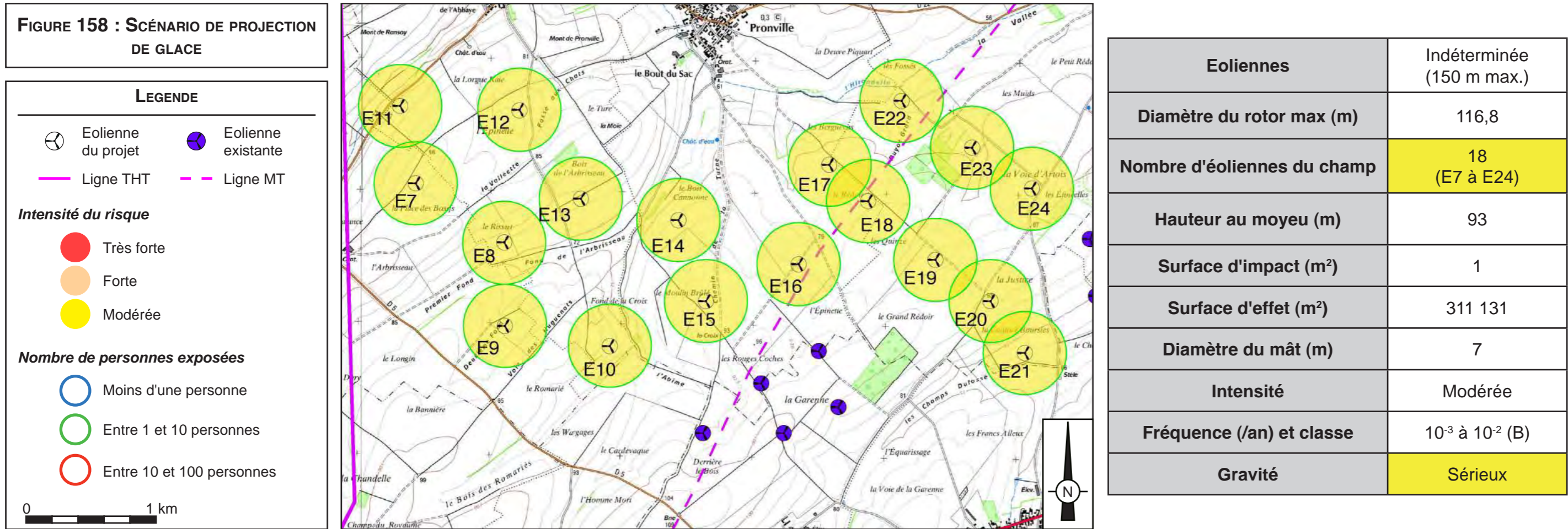
Rappel des correspondances : Nombre de personnes exposées / Gravité pour une intensité modérée					
Nombre de personnes exposées	Plus de 1000 personnes exposées	Entre 100 et 1000 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Moins de 10 personnes exposées	Présence humaine exposée inférieure à "une personne"
<b>Gravité</b>	<b>"Désastreux"</b>	<b>"Catastrophique"</b>	<b>"Important"</b>	<b>"Sérieux"</b>	<b>"Modéré"</b>

→ **Probabilité**

De façon conservatrice, l'INERIS considère que la probabilité est de classe "B", c'est-à-dire une probabilité comprise entre 10<sup>-2</sup> et 10<sup>-3</sup>.

→ Évaluation des risques - Acceptabilité

La figure qui suit synthétise les éléments nécessaires à l'estimation de l'acceptabilité du risque :



Les accidents "projection de glace" pour chacune des éoliennes sont positionnés dans la matrice de criticité ci-dessous :

Gravité	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
5. Désastreux					
4. Catastrophique					
3. Important					
2. Sérieux				E7 à E24	
1. Modéré					

*Légende de la matrice :*  
 en vert : niveau de risque très faible (Acceptable) ; en jaune : niveau de risque faible (Acceptable) ; en rouge : risque important (Non acceptable).

Rappelons que l'INERIS a retenu la probabilité de classe B de façon conservatrice. Pour les aérogénérateurs munis de système permettant de détecter ou de déduire la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur, pour lesquels, en cas de formation importante de glace, la mise à l'arrêt de la machine est effectuée dans un délai maximal de soixante minutes et ayant la procédure de redémarrage en cas d'arrêt automatique lié à la présence de glace sur les pales, le risque est jugé acceptable par l'INERIS pour le niveau de gravité "Sérieux".

Il est également nécessaire de préciser que les probabilités correspondent aux probabilités d'occurrence du phénomène dangereux qui est plus important que la probabilité d'atteinte d'une cible.

**Pour le projet, le phénomène de projection de glace constitue donc un risque acceptable pour les personnes (nombre équivalent de personnes permanentes inférieur à 10 dans la zone d'effet).**

### J8.2.3 - CHUTE ET PROJECTION D'ÉLÉMENTS DE L'ÉOLIENNE

L'événement redouté central est une rupture d'une pale ou d'un fragment de cette dernière. En cas de détachement d'une pale du rotor pendant la rotation, la pale sera projetée dans la direction qui prolonge la surface du rotor.

#### J8.2.3.1 - Analyse des événements initiateurs

Les causes potentielles identifiées menant à l'événement redouté central sont présentées dans le tableau ci-dessous, à lire conjointement avec l'arbre de défaillance.

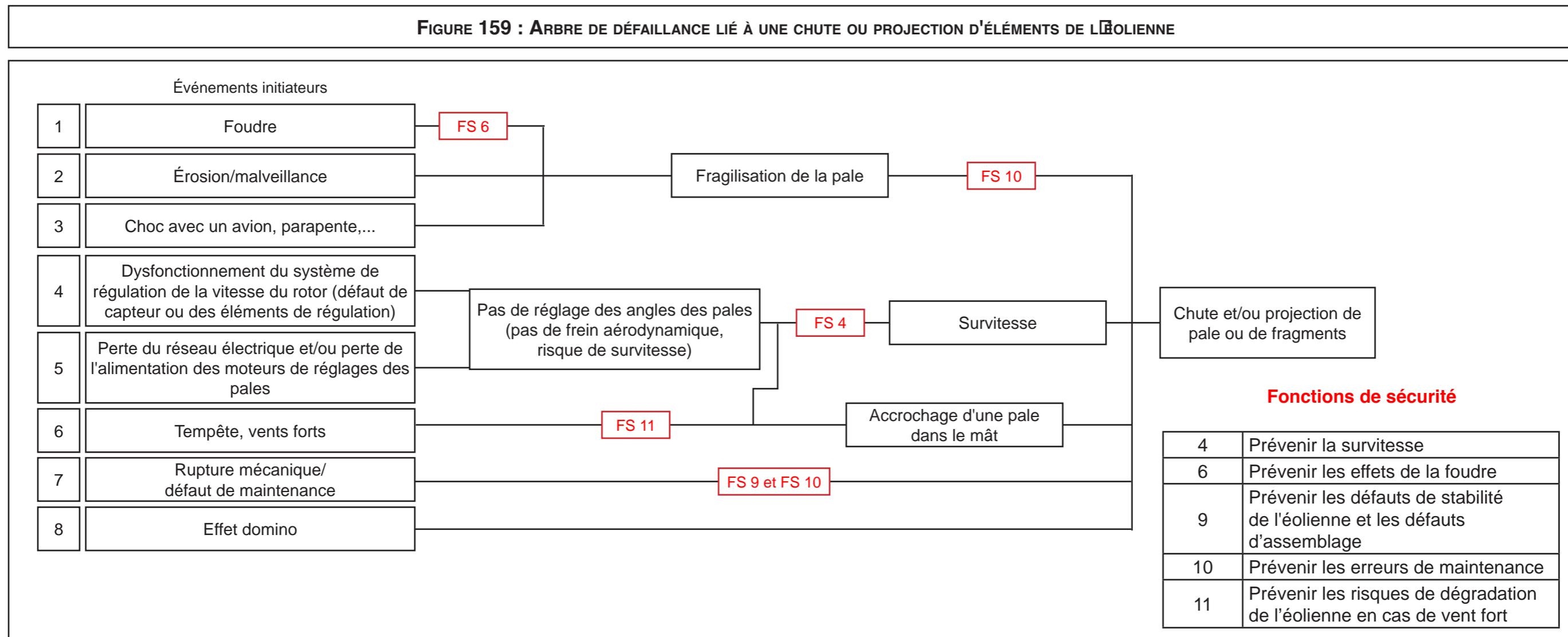
N°	Événement initiateur	Événement redouté intermédiaire	Description de l'événement initiateur	Mesures contribuant à réduire la probabilité de l'événement initiateur	Fonction de sécurité associée (FS)
1	Orage, foudre	Fragilisation d'une pale pouvant conduire à la rupture	Coup de foudre sur l'aérogénérateur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Système de protection foudre de l'éolienne qui prévient toute dégradation de l'éolienne</li> <li>- Contrôle périodique tous les 4 ans de la mise à la terre et inspection visuelle du système foudre 3 fois par an (opérations de maintenance définies par l'arrêté du 26 août 2011 modifié)</li> </ul>	<p><b>Fonction de sécurité 6</b> Prévenir les effets de la foudre</p> <p><b>Fonction de sécurité 10</b> Prévenir les erreurs de maintenance</p>
2	Érosion, tirs de chasse, malveillance	Fragilisation d'une pale pouvant conduire à la rupture	La fragilisation du bord de fuite peut entraîner la rupture d'une pale	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Opération de maintenance définie par l'arrêté du 26 août 2011 modifié</li> <li>- Respect des normes européennes</li> </ul>	<p><b>Fonction de sécurité 9</b> Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage</p> <p><b>Fonction de sécurité 10</b> Prévenir les erreurs de maintenance</p> <p><b>Fonction de sécurité 11</b> Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort</p>
3	Choc avec un aéronef/ parachute/ parapente/ modélisme	Rupture d'une pale ou d'un fragment de pale		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consultation préalable de l'armée lors du choix du site</li> <li>- Implantation éloignée des aéroports</li> <li>- Respect de l'arrêté du 13 novembre 2009 relatif à la réalisation du balisage des éoliennes situées en dehors des zones grevées de servitudes aéronautiques</li> <li>- Balisage : 2 balises par éolienne : flash rouge la nuit type B MI (2000cd) / flash blanc le jour type A MI (20000cd)</li> <li>- Balisage intermédiaire pour les hauteurs &gt; 150 m en bout de pale (sur le fût du mât)</li> <li>- Balisage sur batteries en cas de perte du réseau électrique (autonomie 12 h - DGAC prévenue)</li> <li>- Couleur éolienne : blanche</li> <li>- Éoliennes indiquées sur les plans de vol</li> </ul>	<p><b>Fonction de sécurité 10</b> Prévenir les erreurs de maintenance</p>

N°	Événement initiateur	Événement redouté intermédiaire	Description de l'événement initiateur	Mesures contribuant à réduire la probabilité de l'événement initiateur	Fonction de sécurité associée (FS)
4	Dysfonctionnement du système de contrôle de la vitesse du rotor	Survitesse entraînant la rupture d'une pale	Plusieurs causes peuvent entraîner ce dysfonctionnement : défaillance d'un capteur de mesure (vitesse de vent, vitesse du rotor, ...), du système d'inclinaison des pales (pitch),...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Signal d'alerte SCADA en cas de déclenchement d'un capteur de sécurité</li> <li>- Dès qu'il y a un écart sur l'angle des pitch des 3 pales la machine s'arrête</li> <li>- Indépendance des systèmes d'inclinaison des pales (une pale en drapeau suffit pour freiner la machine)</li> <li>- Système de sécurité indépendant contre la survitesse avec la présence d'un frein hydraulique indépendant du frein aérodynamique</li> <li>- Arrêt de la machine en cas d'incohérence des valeurs mesurées (angles des pales, vitesse de rotation du rotor et de l'arbre lent,...) ou de défaillance du système de contrôle</li> <li>- Mesure redondante des vitesses de rotation, arrêt en cas d'incohérence des mesures</li> </ul>	<p><b>Fonction de sécurité 4</b> Prévenir la survitesse</p>
5	Défaut d'alimentation du système d'inclinaison des pales et/ou perte du réseau électrique	Survitesse entraînant la rupture d'une pale	Perte de l'alimentation du système de réglage des pales ne permettant pas l'arrêt de l'éolienne	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Batteries de secours situées dans la partie Rotor</li> <li>- Arrêt de l'éolienne en cas de coupure de l'alimentation par le réseau public</li> <li>- Présence de batteries ou d'onduleur sur les équipements de sécurité (balisage lumineux, système de commande)</li> <li>- Accumulateurs hydropneumatiques de secours situés dans la partie Rotor</li> </ul>	<p><b>Fonction de sécurité 4</b> Prévenir la survitesse</p>
6	Vent fort, tempête	Pliage d'une pale et contact avec le mât	Des vents violents pourraient entraîner une déformation / pliage des pales. En cas de contact de la pale avec le mât, la pale pourrait se rompre et être projetée.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Études de vent</li> <li>- Design des éoliennes selon la norme IEC 61400.</li> <li>- En cas de vents violents, mise en position de la machine pour minimiser les contraintes (position face au vent, position des pales en drapeau)</li> <li>- Conception distance minimale entre la tour et la pale</li> <li>- Contrôle continu de la courbe de puissance</li> </ul>	<p><b>Fonction de sécurité 4</b> Prévenir la survitesse</p> <p><b>Fonction de sécurité 11</b> Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort</p>
7	Défaut de construction / de montage	Rupture mécanique (fixation main carrier / châssis...) conduisant à la chute ou projection	Un défaut de construction, conception, montage (boulons...), d'entretien, le vieillissement ou la corrosion peuvent être à l'origine d'une rupture / détachement de la pale et d'une projection de celle-ci.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Étude de sol</li> <li>- Opérations de maintenance définies par l'arrêté du 26 août 2011 modifié</li> </ul>	<p><b>Fonction de sécurité 9</b> Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage</p> <p><b>Fonction de sécurité 10</b> Prévenir les erreurs de maintenance</p>
8	Projection d'une pale d'une éolienne voisine	Rupture d'une pale par effet domino	Une projection de pale d'une éolienne du champ peut venir heurter une éolienne voisine et occasionner des dommages sérieux sur l'éolienne touchée comme une rupture de pale.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respect des distances d'éloignement préconisées par le constructeur</li> </ul>	



### J8.2.3.2 - Représentation sous forme d'arbre de défaillance et analyse des fonctions de sécurité

Les scénarios d'accident liés à une rupture et une projection d'une pale peuvent être représentés sous la forme de l'arbre de défaillance suivant (Figure 159) :



Cinq fonctions de sécurité sont identifiées sur l'arbre de défaillance.

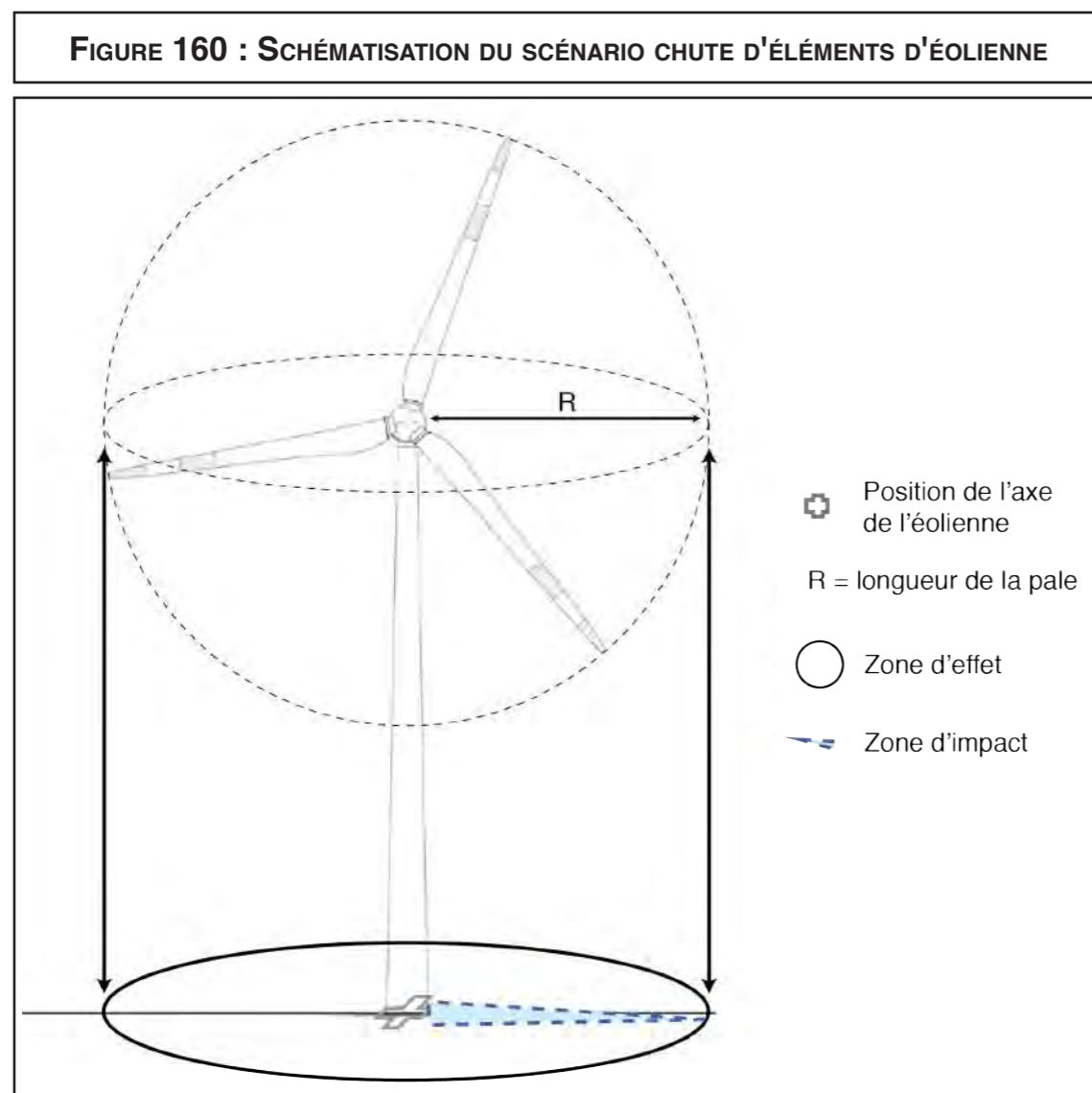
- Fonction de sécurité 4** : prévenir la survitesse,
- Fonction de sécurité 6** : prévenir les effets de la foudre,
- Fonction de sécurité 9** : prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage,
- Fonction de sécurité 10** : prévenir les erreurs de maintenance,
- Fonction de sécurité 11** : prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort.

### J8.2.3.3 - Scénario de chute d'éléments de l'éolienne

#### → Zone d'effet

Le risque de chute d'éléments est cantonné à la zone de survol des pales (Figure 160), c'est-à-dire une zone d'effet correspondant à un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor.

Pour le parc éolien La voie de Cambrai, **la zone d'effet a donc un rayon de 58,4 m pour toutes les éoliennes.**



#### → Intensité

Pour le phénomène de chute d'éléments, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un élément (cas majorant d'une pale entière se détachant de l'éolienne) et la superficie de la zone d'effet du phénomène, soit la zone de survol (Figure 160).

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

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments d'éolienne du parc.

Eoliennes concernées	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
	$R \times LB/2$	$\pi \times R^2$	Zone d'impact / Zone d'effet du phénomène	
Toutes (E7 à E24)	175,2	10 715	1,6	Forte

*Éléments de la formule littérale :*  
*R : longueur de la pale, LB : largeur de la base de la pale.*

→ **Gravité**

Dans la surface d'effet de chaque éolienne (zone de survol), on identifie les cibles humaines potentielles.

Le comptage des personnes exposées s'appuie sur la fiche n° 1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

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

Éolienne	Occupation de la zone d'effet	Hypothèse(s) de calcul retenue(s)		Nombre de personnes permanentes	Gravité
E7	Champs	Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais, ...)	1 personne/100 ha	0,011	Sérieux
E8	Champs				
E9	Champs				
E10	Champs				
E11	Champs				
E12	Champs				
E13	Champs, chemin agricole	Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, chemins agricoles, vignes...)	1 personne/10 ha	0,107	
E14	Champs	Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais, ...)	1 personne/100 ha	0,011	
E15	Champs				
E16	Champs, chemin agricole	Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, chemins agricoles, vignes...)	1 personne/10 ha	0,107	
E17	Champs	Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais, ...)	1 personne/100 ha	0,011	
E18	Champs				
E19	Champs				
E20	Champs				
E21	Champs				
E22	Champs				
E23	Champs				
E24	Champs				

Rappel des correspondances					
Nombre de personnes exposées / Gravité pour une intensité forte					
Nombre de personnes exposées	Plus de 100 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 1 et 10 personnes exposées	Au plus 1 personne exposée	Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement
<b>Gravité</b>	<b>"Désastreux"</b>	<b>"Catastrophique"</b>	<b>"Important"</b>	<b>"Sérieux"</b>	<b>"Modéré"</b>

→ **Probabilité**

Peu d'éléments sont disponibles dans la littérature pour évaluer la fréquence des événements de chute de pales ou d'éléments d'éoliennes.

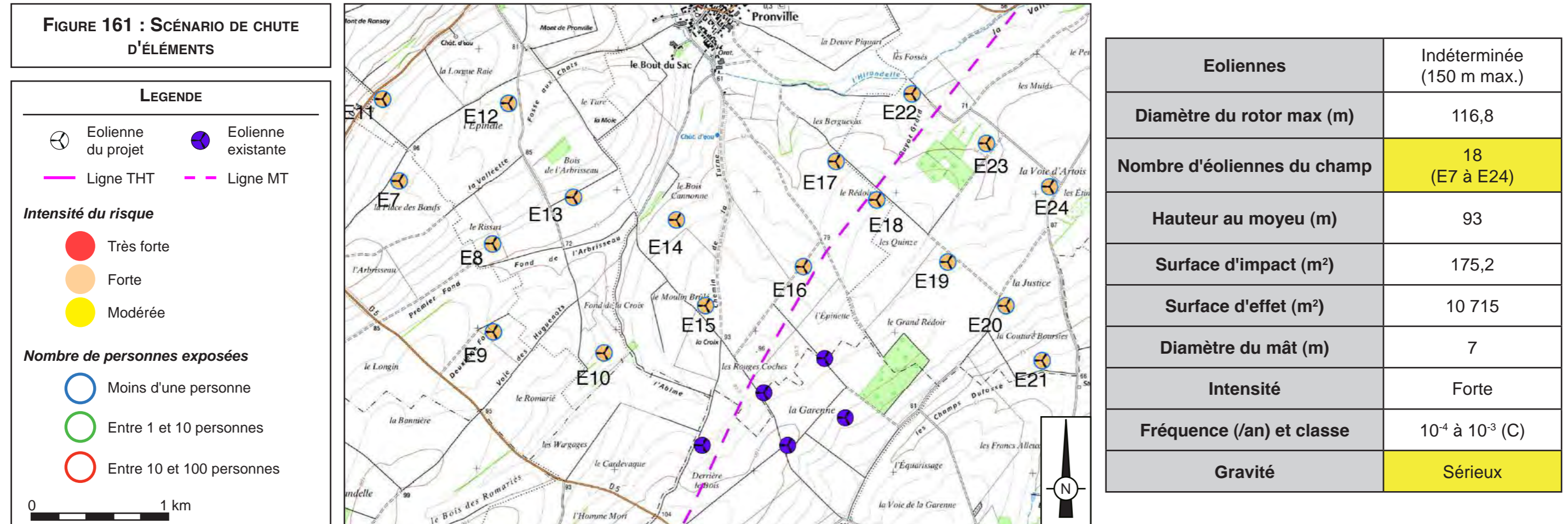
Le retour d'expérience français montre que ces événements ont une classe de probabilité "C" (2 chutes et 5 incendies pour 15 667 années d'expérience, soit  $4.47 \times 10^{-4}$  événement par éolienne et par an).

Ces événements correspondent également à la définition qualitative de l'arrêté du 29 septembre 2005 d'une probabilité "C" : "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.**

## → Évaluation des risques - Acceptabilité

Les différents éléments d'évaluation des accidents associés à une chute d'éléments de l'éolienne sont présentés ici. Ils sont basés sur les règles de comptage et sur les modélisations présentées précédemment.



Les accidents "chute d'éléments de l'éolienne" pour chacune des éoliennes sont positionnés dans la matrice de criticité ci-dessous :

Gravité	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
5. Désastreux					
4. Catastrophique					
3. Important					
2. Sérieux			E7 à E24		
1. Modéré					

*Légende de la matrice :*

*en vert : niveau de risque très faible (Acceptable) ; en jaune : niveau de risque faible (Acceptable) ; en rouge : risque important (Non acceptable).*

Avec une classe de probabilité "C", le risque de chute d'éléments pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable, par l'INERIS, dans le cas d'un nombre de personnes permanentes (ou équivalent) inférieur à 10 dans la zone d'effet.

Or nous avons vu que cinq fonctions de sécurités sont impliquées dans la maîtrise de ce risque (Figure 159, page 561).

**Ainsi, pour le parc éolien La voie de Cambrai, le phénomène de chute de pale ou de fragments de pale de l'éolienne constitue un risque acceptable pour les personnes.**

### J8.2.3.4 - Scénario de projection de pales ou de fragments de pales

#### → Zone d'effet

Dans l'accidentologie française, la distance maximale relevée et vérifiée 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 (Wind Turbine Accident data to 31 March 2011, Caithness Windfarm Information Forum). L'analyse de ce recueil d'accidents indique une distance maximale de projection de l'ordre de 500 mètres à deux exceptions près :

- 1300 m rapporté pour un accident à Hundhammerfjellet en Norvège le 20/01/2006,
- 1000 m rapporté pour un accident à Burgos en Espagne le 09/12/2000.

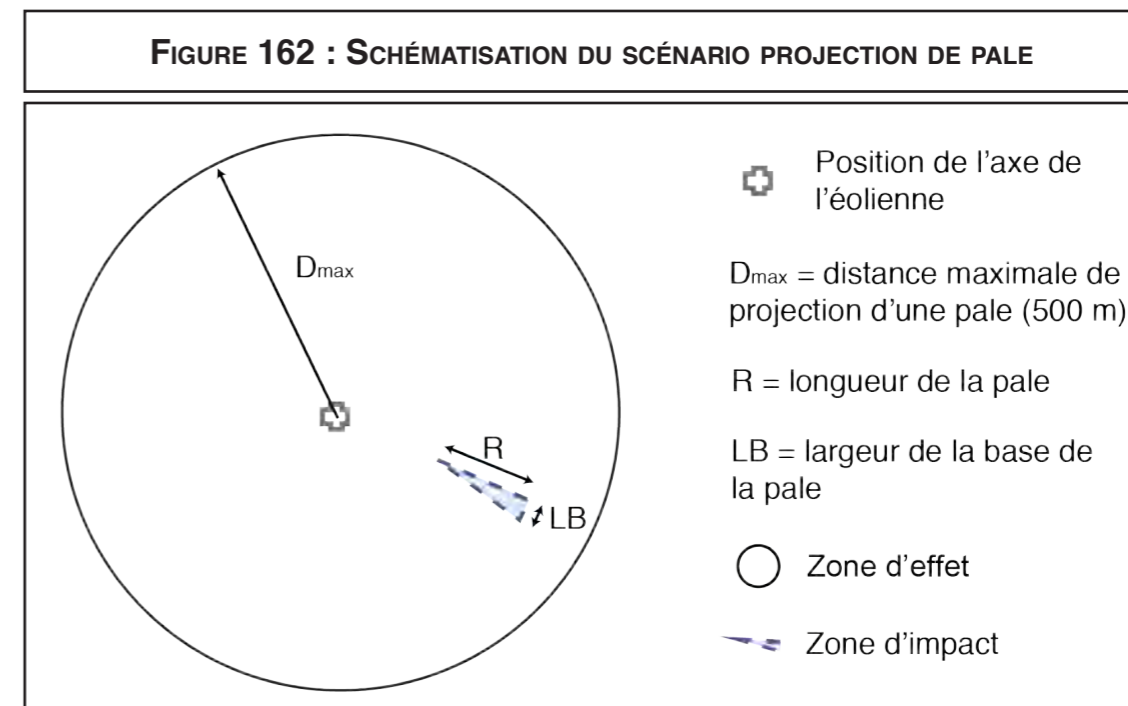
Toutefois, pour ces deux accidents, les sources citées ont été vérifiées par le SER-FEE et aucune distance de projection n'y était mentionnée. Les distances ont ensuite été vérifiées auprès des constructeurs concernés et dans les deux cas elles n'excédaient pas 300 m.

Ensuite, pour l'ensemble des accidents pour lesquels une distance supérieure à 400 m était indiquée, les sources mentionnées dans le recueil ont été vérifiées de manière exhaustive (articles de journal par exemple), mais aucune d'elles ne mentionnait ces mêmes distances de projection. Quand une distance était écrite dans la source, il pouvait s'agir par exemple de la distance entre la maison la plus proche et l'éolienne, ou du périmètre de sécurité mis en place par les forces de l'ordre après l'accident, mais en aucun cas de la distance de projection réelle.

Pour autant, des études de risques déjà réalisées dans le monde ont utilisé une distance de 500 mètres, en particulier les études :

- Guide for Risk-Based Zoning of wind Turbines, Energy research centre of the Netherlands (ECN), H. Braam, G.J. van Mulekom, R.W. Smit, 2005,
- Specification of minimum distances, Dr-ing. Veenker ingenieurgesellschaft, 2004.

Sur la base de ces éléments et de façon conservatrice, l'INERIS considère une distance d'effet de 500 mètres (Figure 162). Cette distance paraît raisonnable pour la prise en compte des projections de pales ou de fragments de pales dans le cadre des études de dangers des parcs éoliens.



#### → Intensité

Pour le phénomène de projection de pale ou de fragment de pale, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un élément (cas majorant d'une pale entière) et la superficie de la zone d'effet du phénomène de rayon 500 m (Figure 162).

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection d'éléments de l'éolienne dans le cas du parc éolien.

Eoliennes concernées	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
	$R \times LB/2$	$\pi \times RZE^2$	Zone d'impact / Zone d'effet du phénomène	
Toutes (E7 à E24)	175,2	785 398	0,02	Modérée

*Éléments de la formule littérale :*  
 $R$  : longueur de la pale,  $LB$  : largeur de la base de la pale,  $RZE$  : rayon de la zone d'effet (500 m)

→ **Gravité**

On identifie les cibles humaines potentielles dans la surface d'effet de chaque éolienne. Le comptage des personnes exposées s'appuie sur la circulaire du 10 mai 2010 (fiche n°1 du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD) du 28 décembre 2006 "Éléments pour la détermination de la gravité des accidents").

**L'approche adoptée consiste à assimiler l'ensemble de la zone d'effet à du terrain aménagé mais peu fréquenté, dès lors qu'une voie de circulation non structurante est incluse dans la zone d'effet (chemin de terre, voie communale, route départementale ou autre du moment que le trafic journalier reste inférieur à 2000 véhicules). Cette méthode a volontairement été retenue pour son caractère majorant.**

On suppose que le centre de gravité de la pale est situé au 1/3 de la longueur de la pale. On fait l'hypothèse que le point d'impact du centre de gravité d'une pale d'éolienne est uniformément distribué à l'intérieur de la surface de projection de la pale (surface d'effet).

Les personnes exposées au seuil des effets létaux significatifs sont situées dans la zone d'impact : disque centré sur le point d'impact du centre de gravité de la pale et de rayon égal aux 2/3 de la longueur de la pale.

Etant donné les distances d'effet calculées, les projections d'éléments d'éolienne peuvent atteindre les personnes situées dans les champs et sur les chemins autour du site, ainsi que sur une partie des voies communales, sur la RD 5 près de l'éolienne E9 ainsi que sur la RD 14 près des éoliennes E7 et E14.

Éolienne	Occupation de la zone d'effet	Hypothèse(s) de calcul retenue(s)		Nombre de personnes permanentes	Gravité
E7	Champs, chemins agricoles, RD 14	Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulation non structurantes, chemins agricoles, vignes...)	1 personne/ 10 ha	7,854	Sérieux
E8	Champs, chemins agricoles, voie communale				
E9	Champs, chemins agricoles, RD 5				
E10	Champs, bois, chemins agricoles				
E11	Champs, chemins agricoles, RD 14				
E12	Champs, bois, chemins agricoles, voie communale				
E13	Champs, bois, chemins agricoles, voie communale				
E14	Champs, bois, chemins agricoles, voie communale				
E15	Champs, chemins agricoles				
E16	Champs, chemins agricoles				
E17	Champs, chemins agricoles, E18				
E18	Champs, bois, chemins agricoles, E17				
E19	Champs, chemins agricoles				
E20	Champs, chemins agricoles, voie communale, E21				
E21	Champs, chemins agricoles, voie communale, E20				
E22	Champs, bois, chemins agricoles, voie communale				
E23	Champs, bois, chemins agricoles, voie communale				
E24	Champs, bois chemins agricoles, voies communales				

Rappel des correspondances : Nombre de personnes exposées / Gravité pour une intensité modérée					
Nombre de personnes exposées	Plus de 1000 personnes exposées	Entre 100 et 1000 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Moins de 10 personnes exposées	Présence humaine exposée inférieure à "une personne"
<b>Gravité</b>	<b>"Désastreux"</b>	<b>"Catastrophique"</b>	<b>"Important"</b>	<b>"Sérieux"</b>	<b>"Modéré"</b>

## → Probabilité

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

Source	Fréquence	Classe de probabilité	Justification
Site Specific Hazard Assessment for a wind farm project – Case study – Germanischer Lloyd, Windtest Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, 2010/08/24	$1 \times 10^{-6}$	E	Respect de l'Eurocode EN 1990 - Basis of structural design
Guide for Risk-Based Zoning of wind Turbines, Energy research centre of the Netherlands (ECN), H. Braam, G.J. van Mulekom, R.W. Smit, 2005	$1,1 \times 10^{-3}$	B	Retour d'expérience au Danemark (1984-1992) et en Allemagne (1989-2001)
Specification of minimum distances, Dr-ing. Veenker ingenieurgesellschaft, 2004	$6,1 \times 10^{-4}$	C	Recherche Internet des accidents entre 1996 et 2003

Le retour d'expérience français montre également 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). 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.

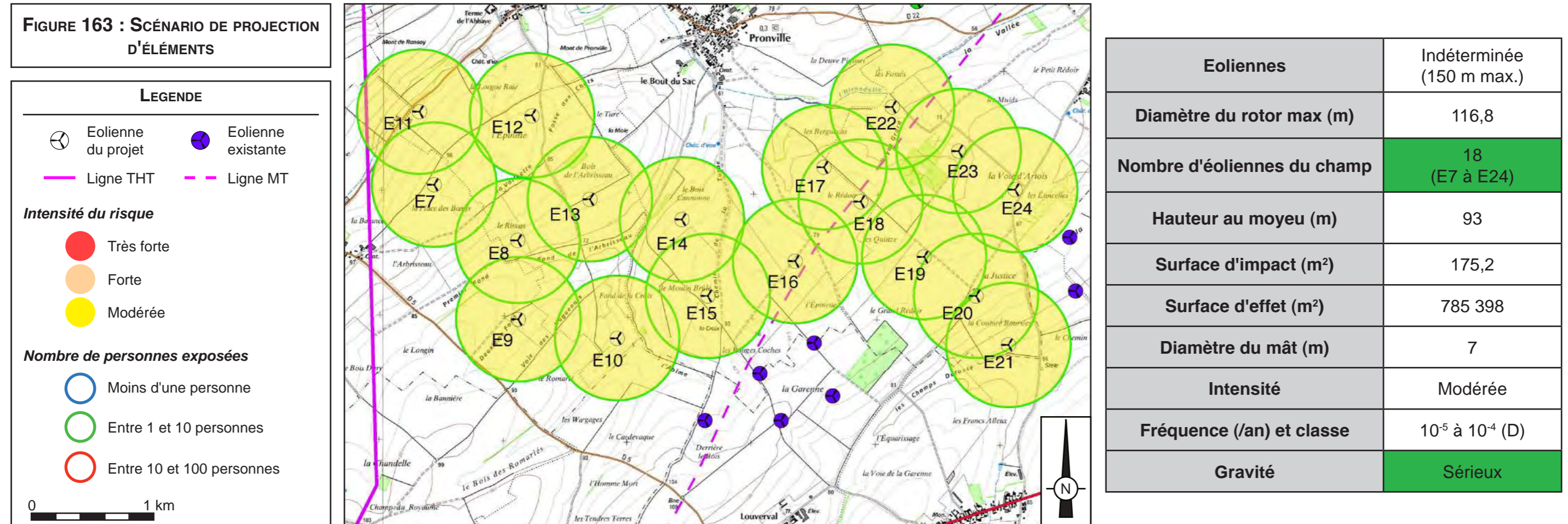
Les dispositions constructives des éoliennes ayant fortement évolué, le niveau de fiabilité est aujourd'hui bien meilleur. Des mesures de maîtrise des risques supplémentaires ont été mises en place notamment :

- 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,
- 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 modifié 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 d'éléments. **Il est donc 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".**

## → Évaluation des risques - Acceptabilité

Les différents éléments d'évaluation des accidents associés à une projection d'éléments de l'éolienne sont présentés ici. Ils sont basés sur les règles de comptage et sur les modélisations présentées précédemment.



Les accidents "projection d'éléments de l'éolienne" pour chacune des éoliennes sont positionnés dans la matrice de criticité ci-dessous :

Gravité	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
5. Désastreux					
4. Catastrophique					
3. Important					
2. Sérieux		E7 à E24			
1. Modéré					

*Légende de la matrice :*

en vert : niveau de risque très faible (Acceptable) ; en jaune : niveau de risque faible (Acceptable) ; en rouge : risque important (Non acceptable).

Avec une classe de probabilité de "D", le risque de projection de tout ou partie de pale pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable par l'INERIS dans le cas d'un nombre équivalent de personnes permanentes inférieur à 1000 dans la zone d'effet.

Ainsi, pour le parc éolien La voie de Cambrai, le phénomène de projection de tout ou partie de pale des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes. A noter que même si la classe de probabilité C avait été retenue, ce risque restait acceptable.

Même si le dispositif d'arrêt de l'éolienne par la mise en drapeau des pales ne répond pas aux critères d'une MMR, il est important de s'assurer de la fiabilité de ce dispositif de sécurité au travers d'études spécifiques (par exemple : études SIL, AMDEC). Il convient notamment d'identifier et d'analyser les modes communs de défaillance avec le système de régulation de la vitesse du rotor et la vitesse du vent, un dysfonctionnement du système de régulation pouvant conduire à une impossibilité d'arrêter l'éolienne.



## J8.3 - EFFETS DOMINOS

### J8.3.1 - DÉFINITION ET MÉTHODE

On entend par effet domino la possibilité pour un phénomène dangereux donné de générer, par effet de proximité, d'autres phénomènes dangereux à l'intérieur de l'installation étudiée ou bien sur les établissements voisins, conduisant à une aggravation des effets du premier phénomène (cf. glossaire technique des risques technologiques de la circulaire du 07 octobre 2005).

L'objectif de ce chapitre est donc d'étudier les effets dominos internes et externes spécifiques au champ d'éoliennes étudié.

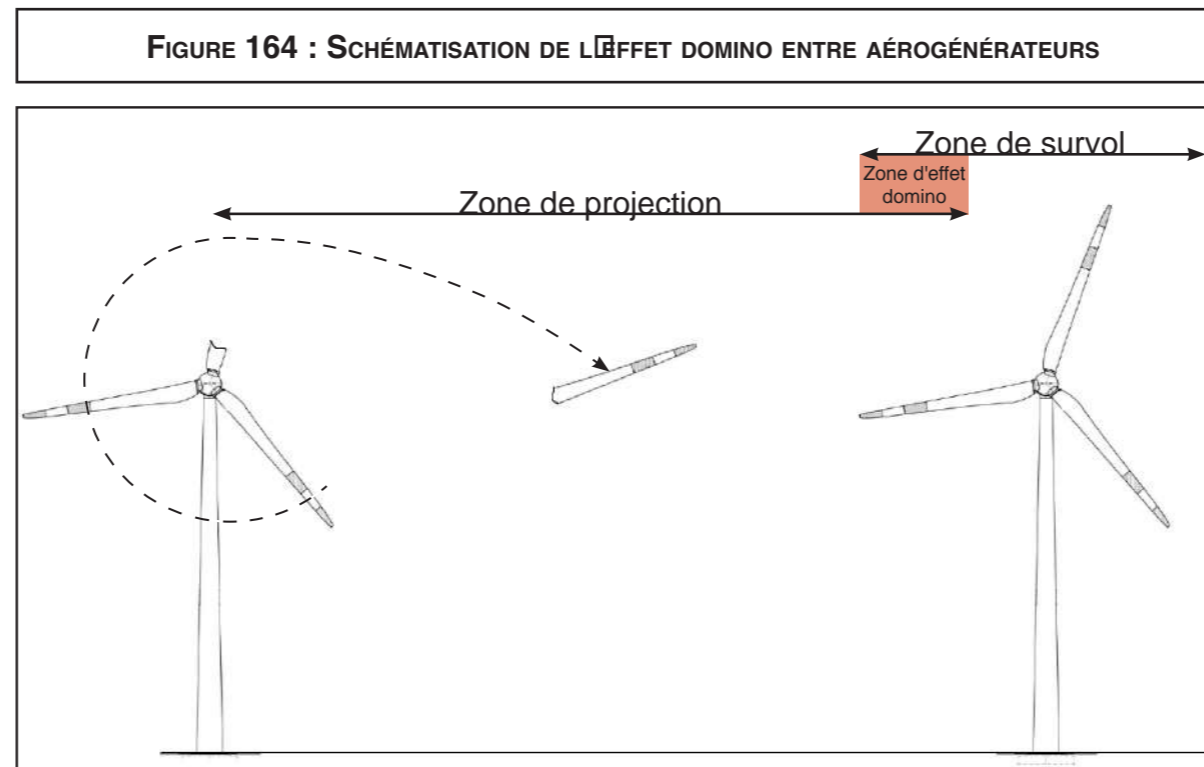
La méthodologie d'étude consiste à :

- calculer, pour chaque phénomène dangereux modélisé, les distances correspondant aux seuils des effets dominos retenus ou la distance maximale de projection,
- faire l'inventaire des systèmes inscrits dans les rayons des effets dominos possibles,
- évaluer les nouveaux phénomènes dangereux induits (possibilité de "sur-accidents").

### J8.3.2 - ANALYSE DES EFFETS DOMINOS

L'effet domino concerne généralement le risque de projection de fragments ou de pale entière (Figure 164), la zone d'effet associée à ce risque étant la plus vaste (500 m).

Dans ce rayon d'action, autour de chaque éolienne du projet, on trouve d'autres éoliennes et des lignes électriques.



### J8.3.2.1 - Effets domino entre aérogénérateurs

Par rapport aux implantations des éoliennes, il faut prendre en compte le diamètre du rotor de l'éolienne cible. La distance de sécurité entre deux mâts pour supprimer l'effet domino est donc égale à la distance de projection d'une pale, augmentée de la longueur du rayon du rotor :

$$D_s = 1/2 d_{\text{rotor}} + d_{\text{projection}}$$

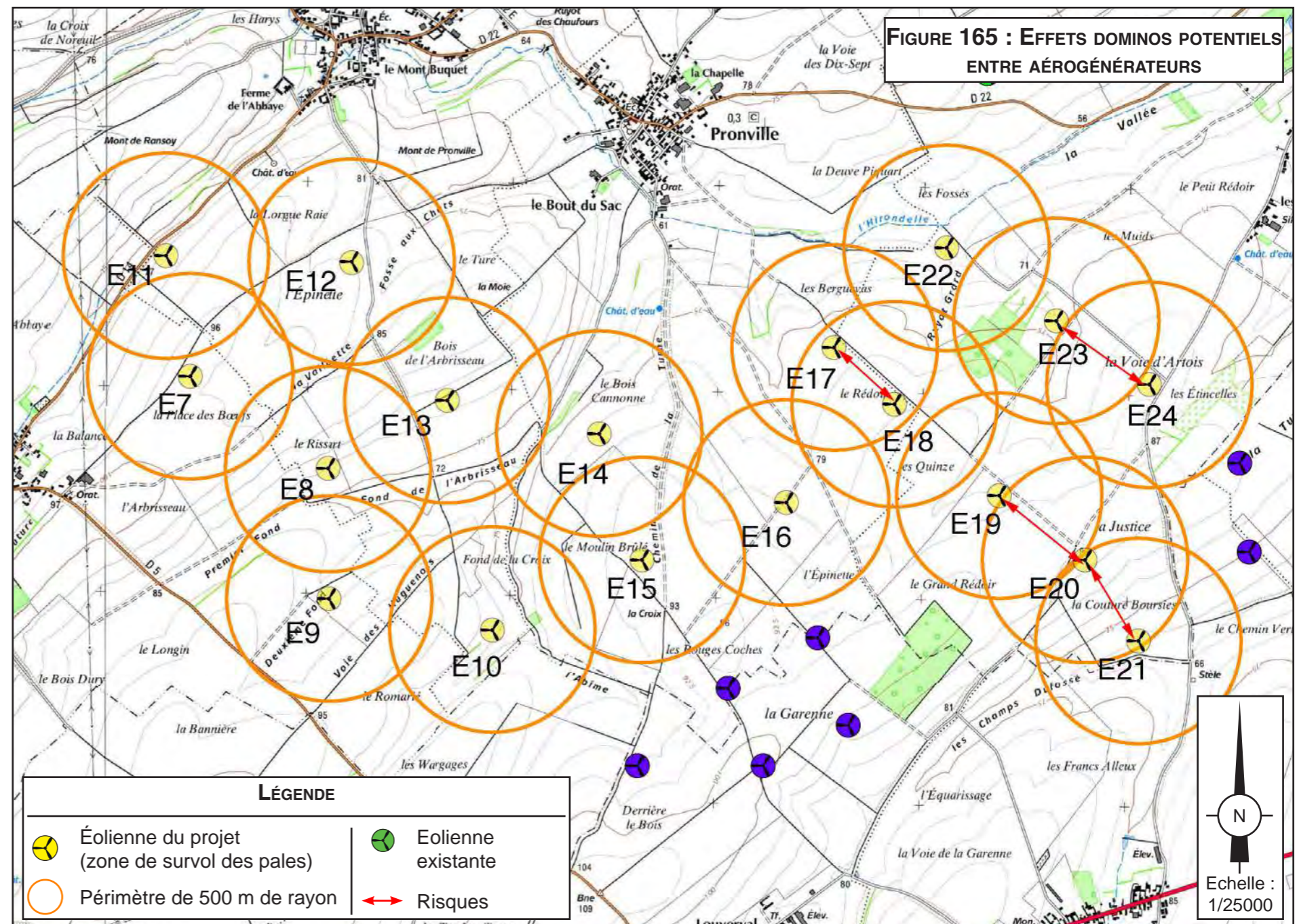
Soit, dans notre cas,  $D_s = 558,4$  m au total.

On peut ainsi remarquer que des effets domino sont possibles entre les aérogénérateurs suivants :

- E17 et E18,
- E19 et E20
- E20 et E21,
- E23 et E24.

Les effets dominos possibles sont mis en évidence sur la carte ci-contre (Tableau 4).

Le risque d'effet domino d'une éolienne sur une autre est ici très peu probable ( $< 10^{-6}$ ). De plus, en cas d'effet domino, la seule conséquence possible sera uniquement matérielle (destruction d'éoliennes). **Le risque apparaît donc acceptable.**



### J8.3.2.2 - Analyse des effets domino sur les lignes électriques

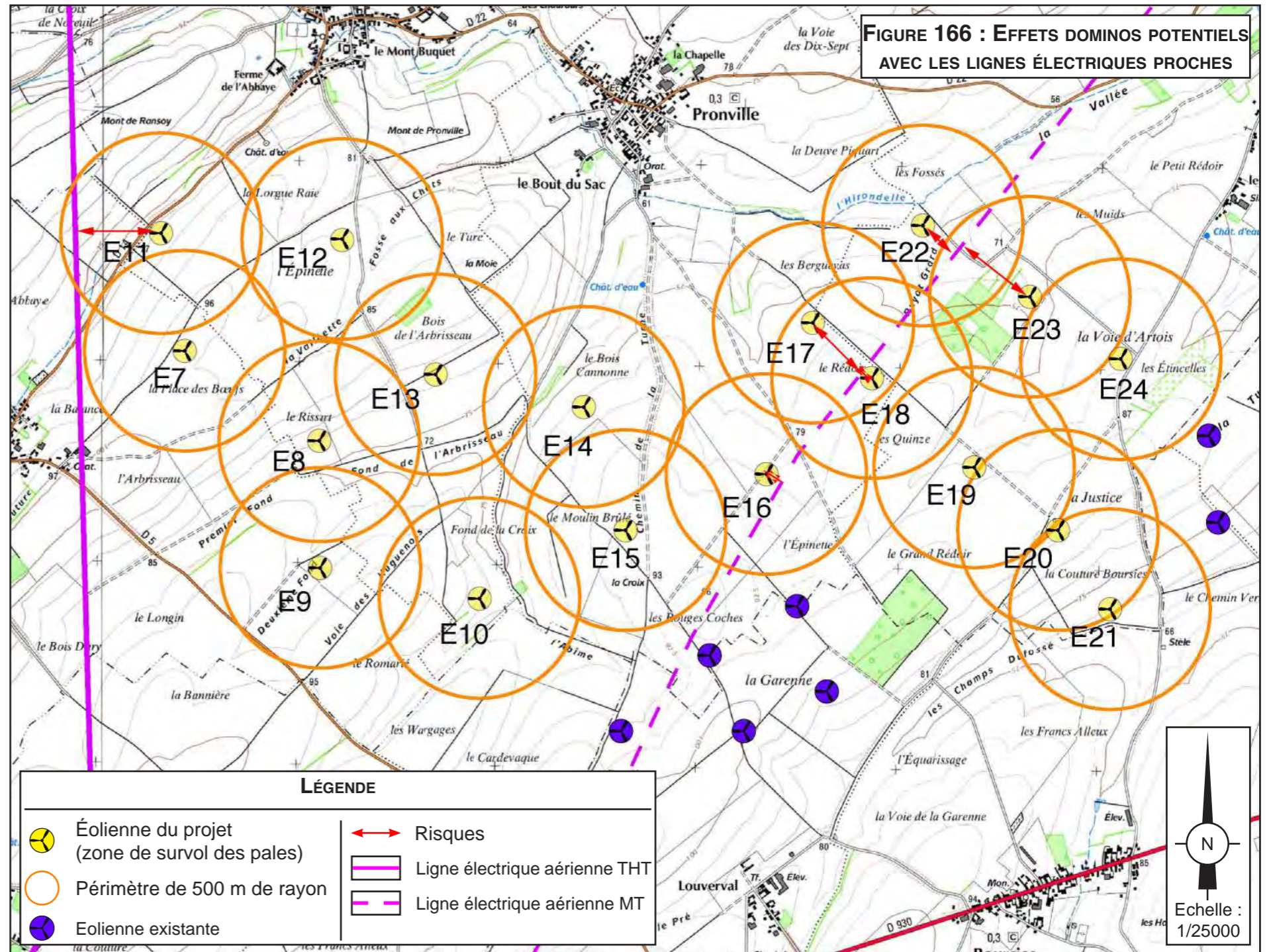
En ce qui concerne les accidents sur des aérogénérateurs qui conduiraient à des effets domino sur d'autres installations, le chapitre 1.2.2 de la circulaire du 10 mai 2010\* indique que "seuls les effets dominos générés par les fragments sur des installations et équipements proches ont vocation à être 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".

De ce fait, l'INERIS propose d'évaluer la probabilité d'impact d'un élément de l'aérogénérateur sur une autre installation ICPE lorsque celle-ci se situe dans un rayon de 100 mètres.

Aucune installation n'est concernée dans le cadre du projet : les lignes électriques ne sont pas des ICPE. Nous allons donc évoquer sans les détailler les effets domino potentiels du projet avec ces lignes électriques.

Le tableau ci-dessous précise les distances entre les éoliennes situées à proximité des lignes électriques ainsi que ces lignes électriques :

Eolienne concernée	Distance par rapport aux lignes électriques (si D < 500 m)
E11	428 m (ligne THT)
E16	94 m (ligne MT)
E17	400 m (ligne MT)
E18	120 m (ligne MT)
E22	192 m (ligne MT)
E23	448 m (ligne MT)



Le seul effet possible du projet concerne la projection d'un élément d'éolienne, qui pourrait sectionner une ligne. Au sol, cette ligne pourrait enflammer la végétation (cultures).

Rappelons que, dans un contexte d'insuffisance de données, la zone d'effet du scénario projection de pale ou de fragments de pale a été établie avec une vision clairement pessimiste. Le risque est donc surévalué.

\* : Circulaire du 10/05/10 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003 (BO du MEEDDM n° 2010/12 du 10 juillet 2010).

Rappelons également que :

- en cas de projection d'un élément de l'éolienne, seule une petite partie de la zone d'effet, la zone d'impact, est concernée. La ligne électrique n'est elle-même qu'une fraction de la zone d'effet
- pour que la pale ou les fragments de pale atteignent la cible, celle-ci doit nécessairement se trouver dans sa trajectoire, or le plan du rotor s'oriente en fonction du vent.
- la probabilité d'atteinte d'une cible est très largement inférieure à la probabilité de départ de l'événement redouté (probabilité utilisée dans l'étude de dangers), la probabilité d'accident étant le produit de plusieurs probabilités.

Aussi, les risques d'un effet domino sur les lignes électriques sont clairement limités en raison de leur distance au projet.

En outre, plusieurs systèmes de sécurité complémentaires et indépendants permettent d'arrêter l'éolienne lorsqu'un problème est détecté :

- mise à l'arrêt sur détection de vent fort,
- mise à l'arrêt sur détection de vitesse génératrice élevée,
- mise à l'arrêt sur détection de survitesse,
- détecteurs incendie avec arrêt machine.

Dès que l'éolienne est arrêtée, la ligne électrique est hors de toute zone d'effet : les scénarios de projection sont supprimés et remplacés par les scénarios de chute de pale ou de fragments de pale, dont les zones d'effets se cantonnent à la zone de survol du rotor.

Par ailleurs, les éventuels accidents sur la ligne électrique (rupture de câble, arc électrique,...) ont des impacts très localisés et ne sont pas susceptibles de porter atteinte à l'éolienne, en raison de la distance qui les sépare principalement.

## J8.4 - MOYENS D'INTERVENTION ET DE LIMITATION DES CONSÉQUENCES

### J8.4.1 - RÔLE DES DIFFÉRENTES PARTIES

Pour bien comprendre le fonctionnement des moyens d'intervention et de surveillance, il est nécessaire d'expliquer la répartition des rôles entre la société d'exploitation, Energieteam et le constructeur.

La société d'exploitation délègue la maîtrise d'ouvrage et l'exploitation du site à **Energieteam Exploitation** via des contrats d'assistance à maîtrise d'ouvrage, de gestion technique et d'exploitation.

Le constructeur des éoliennes, garantit les performances des machines durant la durée d'exploitation (production, performances acoustiques, maintenance préventive et contrôle visuel des éléments vitaux des machines).

Tous les constructeurs disposent d'un centre de supervision des éoliennes à partir duquel l'arrêt à distance des machines est possible ainsi que des équipes de techniciens d'astreintes 24h/24, 7j/7.

#### → Les missions d'Energieteam Exploitation en tant qu'assistance à Maîtrise d'ouvrage :

- La sélection des intervenants nécessaires à la construction.
- La négociation et conclusion des contrats de réalisation des travaux (Lots : Éoliennes, Génie civil, lot électrique, voirie, divers).
- La préparation technique et la commande des diverses missions de contrôles à des sociétés spécialisées :
  - Étude géotechnique,
  - Coordination Sécurité Protection Santé,
  - Contrôles techniques : Génie civil et électrique,
  - Mise en place des bases vies du chantier,
  - Plans généraux de coordination et de contrôles.
- Le contrôle des obligations contractuelles et réglementaires des intervenants.
- L'organisation régulière de réunions de chantiers et la diffusion des comptes rendus.
- La réalisation des constats ou procédures préventives destinées à sauvegarder les intérêts du Maître d'Ouvrage :
  - La relation avec les tiers (autorités, services de l'État, EDF obligation d'achat, ERDF, FT, propriétaires, riverains, ...),
  - Choix des Assurances,
  - Réception des travaux,
  - Établissement des dossiers relatifs aux travaux exécutés,
  - Élaboration et suivi du budget et établissement du prix définitif du parc,
  - Contrôle et visa de dépenses engagées par le MO, contrôle des situations de travaux, signature des décomptes généraux définitifs,
  - Missions juridiques.

## → Les missions d'EnergieTeam Exploitation en tant que gestionnaire technique et exploitant du site :

- Gestion technique :
  - Mise en place des Plans de prévention,
  - Gestion des sous-traitants (Maintenance et autres),
  - Contrôle des accès aux équipements,
  - Suivi des contrôles réglementaires,
  - Suivi des maintenances,
  - Suivi de la mise en place de nouveaux systèmes nécessaires à l'exploitation du site (dispositifs d'échanges d'informations d'exploitations, monitoring postes, systèmes anti-intrusion, matériel de supervision),
  - Inspections légales,
  - Contrôle des habilitations du personnel et des sous-traitants intervenant sur site,
  - Réalisation des suivis réglementaires prescrits par l'arrêté préfectoral,
  - Consignation et dé-consignation des installations.
- Supervision des éoliennes :
  - Supervision à distance (fonctionnement),
  - Suivi des levées de réserve,
  - Visites de contrôle des abords et contrôle visuel des machines et du poste de livraison,
  - Participation aux dossiers d'audits,
  - Suivis des interventions sur sites (maintenances, dépannages, contrôles sécurité...),
  - Reporting au maître d'ouvrage.
- Le suivi des contacts avec la conduite du réseau :
  - Autorisation et manœuvres d'exploitation (couplage),
  - Gestion de la facturation de l'électricité produite,
- Analyses d'exploitation :
  - Archivage des données commerciales, contractuelles, de production, d'exploitation,
  - Analyses de production et réglage des machines,
  - Contrôle des performances (courbes de puissance, comparaison aux données constructeur, contrôle des compteurs, calcul de perte, etc..),
  - Réglages acoustiques (vérifications du respect des paramétrages, conformité acoustique du site).
- Le suivi local :
  - Relations avec les riverains, les élus, et l'administration,
  - Réponses aux demandes de renseignements extérieures (DT et DICT),
  - Suivi des mesures compensatoires,
  - Suivi des mesures de rétablissement de la réception hertzienne,
  - Études ornithologiques et acoustiques complémentaires,
  - Gestion des baux, loyers et indemnités.
- Astreintes et sécurité :
  - Consigner ou faire consigner les installations,
  - Présence de personnel habilité pour exploiter,
  - Manœuvrer et consigner les postes,
  - Astreinte d'exploitation 24h/24, 7 j/7,
  - Coordonner les actions sur site, les risques et mise en place des Plans de Préventions et de l'affichage réglementaire,
  - Donner l'alerte aux services de secours et autres organismes concernés en cas d'incident grave sur le parc,
  - Autorisation et manœuvres d'exploitation (demande de découplage des installations).

## J8.4.2 - CHAÎNE D'ALERTE ET MOYENS D'INTERVENTION

Les éoliennes fonctionnent de manière autonome, sans personnel sur site en permanence. Il est donc nécessaire de disposer d'un dispositif de télésurveillance et de gestion fiable.

L'accident principal nécessitant une action rapide et immédiate est avant tout l'incendie en nacelle ou en pied de mât. Vis-à-vis de ce risque, l'installation est équipée de détecteurs d'incendie, de détecteurs de fumée qui, lors de leur déclenchement, conduisent à la mise à l'arrêt de la machine et au découplage du réseau électrique. Chaque éolienne est en outre dotée de plusieurs extincteurs, bien visibles et facilement accessibles. Ces extincteurs ont pour vocation d'être utilisés en cas de problème lors d'opérations de maintenance (présence d'un opérateur sur site).

Le cheminement d'alerte provenant des éoliennes est assuré par un système SCADA de surveillance des machines. Les principaux paramètres de températures et de vitesses de rotation sont surveillés dans les différents organes de la machine.

En cas d'anomalie de fonctionnement grave, l'éolienne se met d'elle-même en arrêt et ne reprend son activité qu'après visite des techniciens de maintenance.

La transmission des informations concernant le couplage et de découplages du parc au réseau sont assurées par l'automate du poste de livraison qui envoie des SMS d'alertes et de situation à Energieteam Exploitation. Les messages d'alertes sont acheminés jusqu'au centre de surveillance où ils sont automatiquement ré-adressés à Energieteam Exploitation par courriel et par SMS.

Energieteam Exploitation dispose d'un service d'astreinte, 24h/24, 7j/7. Une personne d'astreinte dispose d'un téléphone dédié à l'exploitation où arrivent tous les messages, ainsi qu'à un accès au système SCADA pour pouvoir superviser l'ensemble des parcs éoliens à distance.

Ce dispositif permet de déclencher les interventions sur site (normalement de maintenance). En cas d'incident grave sur le parc, la personne d'astreinte peut prévenir si besoin les autorités compétentes et les services de secours.

Les communes de Cambrai et de Bapaume, étant dotées d'un centre incendie et secours : les secours peuvent être sur les lieux en une vingtaine de minutes.

Enfin les enseignements retirés des anomalies ou des accidents constatés sont pris en compte pour éviter le renouvellement de ces dysfonctionnements.

## J8.5 - SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

Le parc éolien de la Voie de Cambrai est situé en plein champ (openfields) ce qui induit globalement une faible présence humaine, seules quelques routes départementales (non structurantes) sont présentes à proximité (Figure 167).

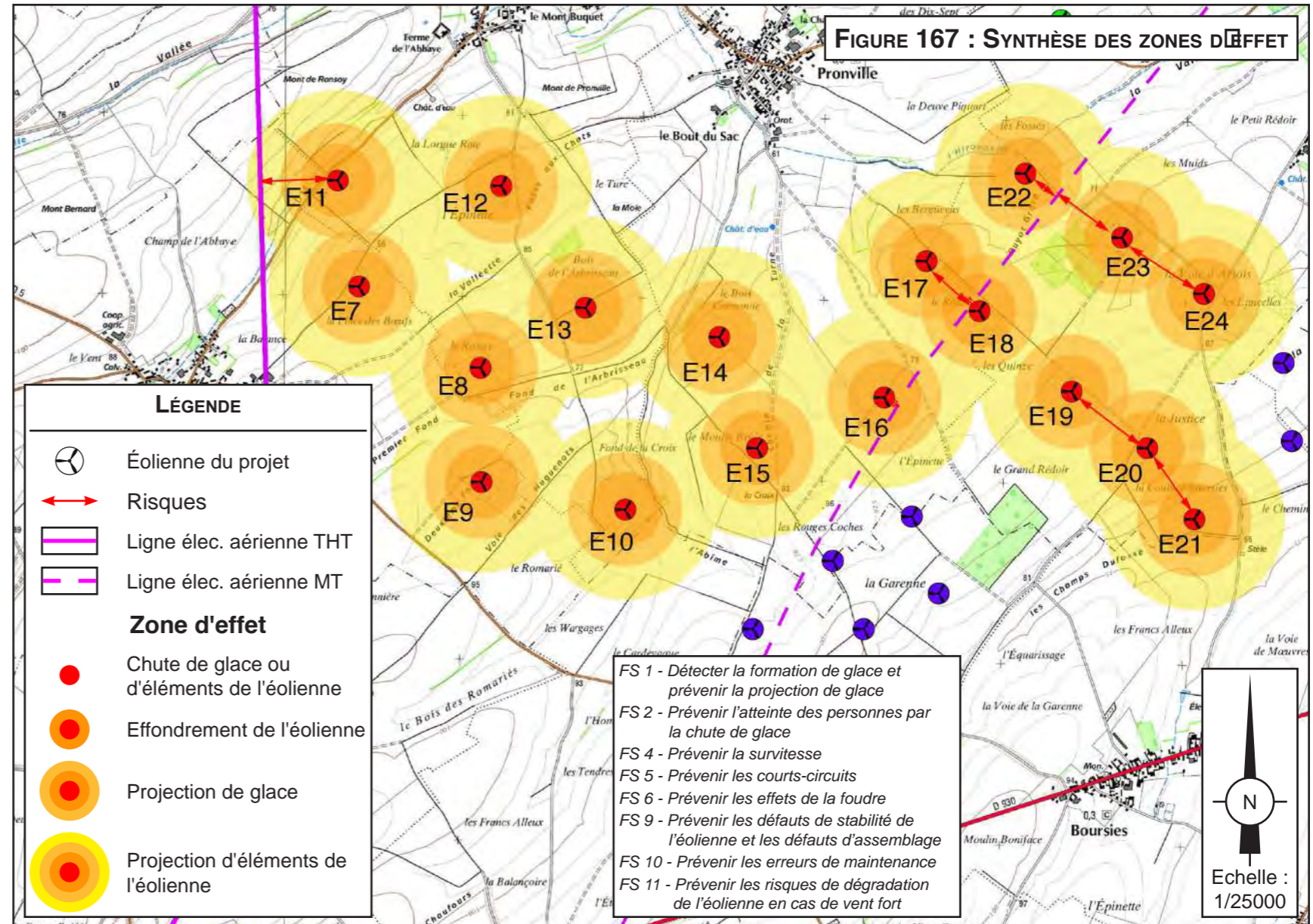
Huit personnes sont recensées au maximum dans les zones d'effet. Pour les scénarios d'effondrement et de chute, dont la zone d'effet est la plus restreinte, le nombre de personnes exposées est inférieur à 1, tandis qu'il est compris entre 3 et 8 pour les scénarios de projection de glace et d'éléments de l'éolienne.

L'intensité des scénarios (ratio zone d'impact/zone d'effet) varie de modérée à forte dans le cas présent.

La gravité du phénomène, résultante de l'intensité et du nombre de personnes exposées, va de modéré à sérieux sur le parc de la voie de Cambrai avec une majorité de sérieux. La gravité du phénomène comparée à sa probabilité d'occurrence renseigne sur son acceptabilité. Ainsi le niveau de risque est jugé acceptable pour tous les scénarios.

Le tableau récapitule, l'ensemble des scénarios étudiés et les paramètres de cinétique, intensité, gravité, probabilité qui leur sont associés. Il rappelle également les fonctions de sécurité présentes et conclut sur le niveau de risque et son acceptabilité. Des cartes (Figure 168) sont également présentées pour illustrer ces éléments.

La numérotation des Fonctions de Sécurité (FS) 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 : FS3 - Prévenir l'échauffement significatif des pièces, FS7 - Protection et intervention incendie et FS8 - Prévention et rétention des fuites.

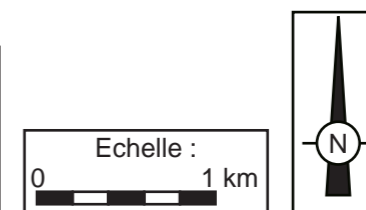
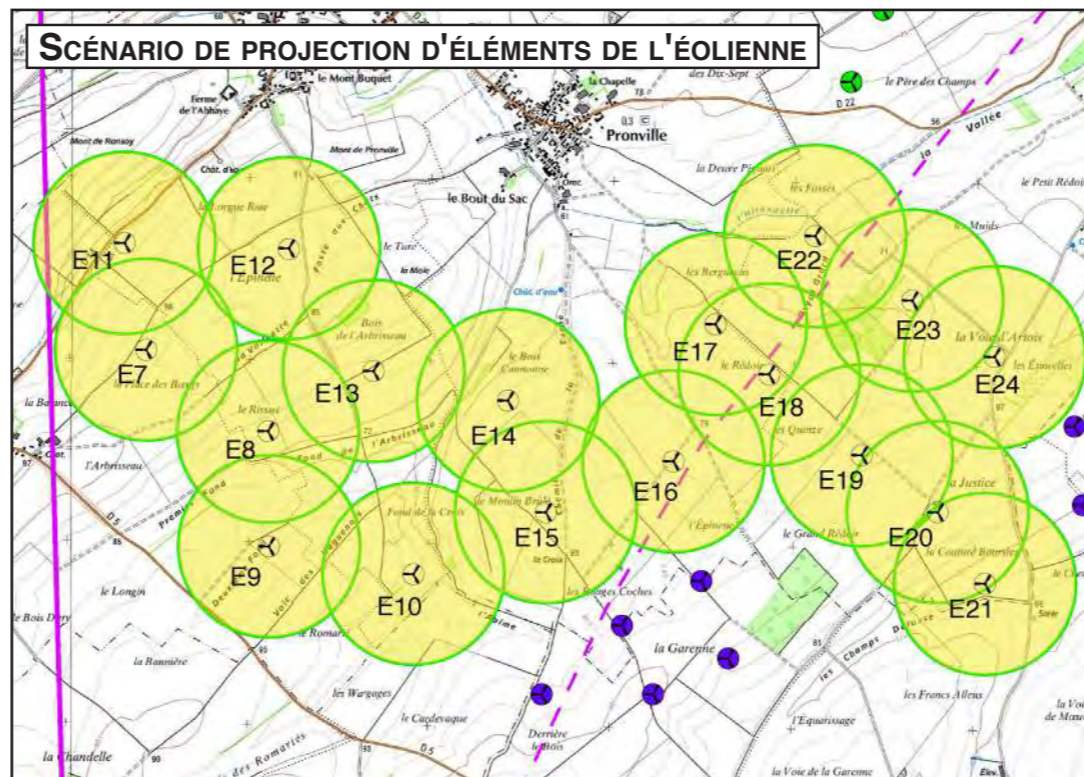
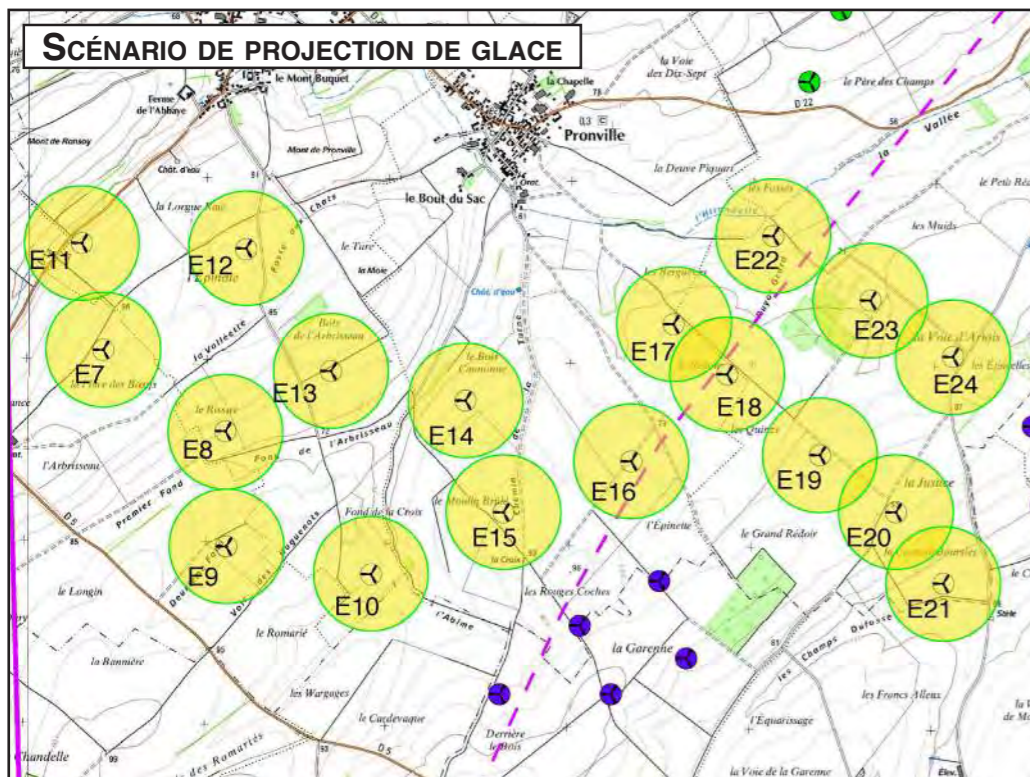
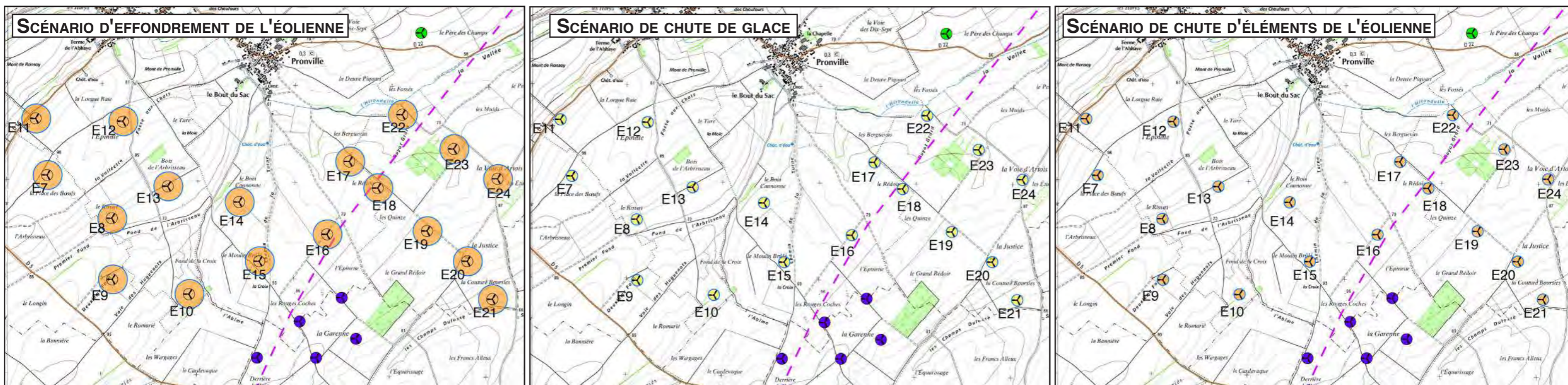


Ensemble des éoliennes du projet

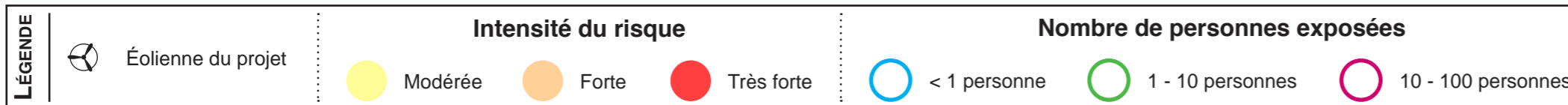
Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Nombre maximal de personnes exposées	Gravité	Probabilité	Fonction de sécurité concernées	Niveau de risque - Acceptabilité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale	Rapide	Forte	0,072 pour E10 0,72 pour les autres éoliennes	Sérieux	D	FS 4, FS 5, FS 9, FS 10, FS 11	Risque très faible - Acceptable
Chute de glace	Zone de survol	Rapide	Modérée	0,107 pour E13 et E16 0,011 pour les autres éoliennes	Modéré	A	FS 2	Risque faible - Acceptable
Projection de glace	1,5 x (H+ 2R) autour de l'éolienne	Rapide	Modérée	3,113	Sérieux	B	FS 1, FS 2	Risque faible - Acceptable
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol	Rapide	Forte	0,107 pour E13 et E16 0,011 pour les autres éoliennes	Sérieux	C	FS 4, FS 6, FS 9, FS 10, FS 11	Risque faible - Acceptable
Projection de pale ou de fragments de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Modérée	7,854	Sérieux	D	FS 1, FS 4, FS 6, FS 9, FS 10, FS 11	Risque très faible - Acceptable



FIGURE 168 : SYNTHÈSE DES RISQUES



Gravité	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
5. Désastreux	Yellow	Red	Red	Red	Red
4. Catastrophique	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
3. Important	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red
2. Sérieux	Green	Effondrement Projection éléments	Chute éléments	Projection glace	Red
1. Modéré	Green	Green	Green	Green	Chute glace



Légende de la matrice :  
 en vert : niveau de risque très faible (Acceptable) ; en jaune : niveau de risque faible (Acceptable) ; en rouge : risque important (Non acceptable).



# K - MÉTHODES UTILISÉES ET DIFFICULTÉS RENCONTRÉES

L'objectif de ce paragraphe est, d'une part, de préciser les méthodes utilisées pour établir l'état initial et évaluer les effets du projet sur l'environnement ainsi que les raisons ayant amené au choix de la méthode utilisée et, d'autre part, de décrire les éventuelles difficultés techniques ou scientifiques rencontrées.

## K1 - MÉTHODOLOGIE EMPLOYÉE LORS DE LA RÉALISATION DE L'ÉTAT INITIAL

Pour la réalisation de l'état initial, les contraintes du site ont été étudiées d'après les données existantes (géologie, climatologie,...). Ces recherches ont été complétées par la réalisation d'études spécifiques sur l'avifaune et les chiroptères notamment. Ces études ont été reprises et approfondies dans le cadre de l'étude d'impact pour aboutir à la réalisation d'une implantation raisonnée et la prise de décision concernant le choix de mesures compensatoires et d'accompagnement les plus pertinentes.

### K1.1 - RECENSEMENT DES DONNÉES

L'évaluation des impacts nécessite une bonne connaissance de l'état initial.

Le recensement des contraintes a tout d'abord été réalisé à partir de données bibliographiques et d'informations recueillies auprès de divers organismes, collectivités et responsables qualifiés en la matière :

- le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) - cartes géologiques et hydrogéologiques,
- MétéoFrance - données climatologiques,
- l'Agence Régionale de la Santé (ARS) - captages,
- la Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM) - Service de l'Environnement (données sur les risques naturels),
- RTE, France Télécom, EDF, ANFR - données sur les réseaux, TRAPIL, SANEF,
- la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement des Hauts de France - milieux aquatiques, milieux naturels, paysages...,
- l'Agence de l'eau Artois-Picardie - données hydrologiques sur les cours d'eau, données sur le SDAGE,
- l'Institut Géographique National (IGN) - carte topographique,
- la Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt (DDAF) et Agreste - données sur les activités agricoles,
- la Direction Régionale des Affaires Culturelles des Hauts de France, services de l'Archéologie et des Monuments Historiques, le Comité Régional du tourisme - données sur le patrimoine culturel,
- Atmo Hauts de France,
- l'INSEE - Inventaires communaux,
- les Communautés de Communes Osartis-Marquion et du Sud-Artois,
- les communes de Inchy-en-Artois, Lagnicourt-Marcel, Pronville et Quéant.

### K1.2 - ÉTUDE FLORE : MÉTHODOLOGIE DE PROSPECTION

Rappelons que la zone d'implantation potentielle a tout d'abord fait l'objet d'une cartographie montrant l'occupation du sol et indiquant les habitats naturels présents suivant la codification Corine Biotope.

La prospection flore a porté aussi sur la zone d'implantation potentielle du projet c'est-à-dire sur les champs cultivés du plateau ainsi que sur les chemins agricoles et les bords de route. Par contre, aucune prospection spécifique n'a été menée au niveau des boisements présents aux abords de la zone du projet sachant qu'aucun aménagement n'y serait réalisé. L'inventaire flore a été réalisé en été :

Date de prospection	Conditions météorologique	Température
15, 16 et 17 juillet 2015	Ensoleillée	24°C

Cet inventaire a permis d'établir une liste exhaustive des espèces répertoriées (109 espèces hors espèces cultivées) pour lequel a été établie une liste indiquant pour chaque espèce le nom français, le nom latin, le degré de rareté, les menaces et le statut patrimonial (liste rouge, protection particulière...) de chaque espèce. A noter que les degrés de rareté, les menaces et les statuts patrimoniaux précisés dans cet inventaire sont issus de l'inventaire flore vasculaire de la Picardie (CBNBL - 2012).

Aucune espèce protégée nationalement ou régionalement n'a été répertoriée.

## K1.3 - ÉTUDE AVIFAUNE

### K1.3.1 - MÉTHODES EMPLOYÉES

Deux méthodes différentes mais complémentaires ont été utilisées.

#### → L'Indice Ponctuel d'Abondance (I.P.A.)

Il consiste, au cours d'une session de comptage, à noter l'ensemble des oiseaux observés ou entendus pendant 20 minutes, à partir d'un point fixe dans la zone d'implantation potentielle ou à ses abords.

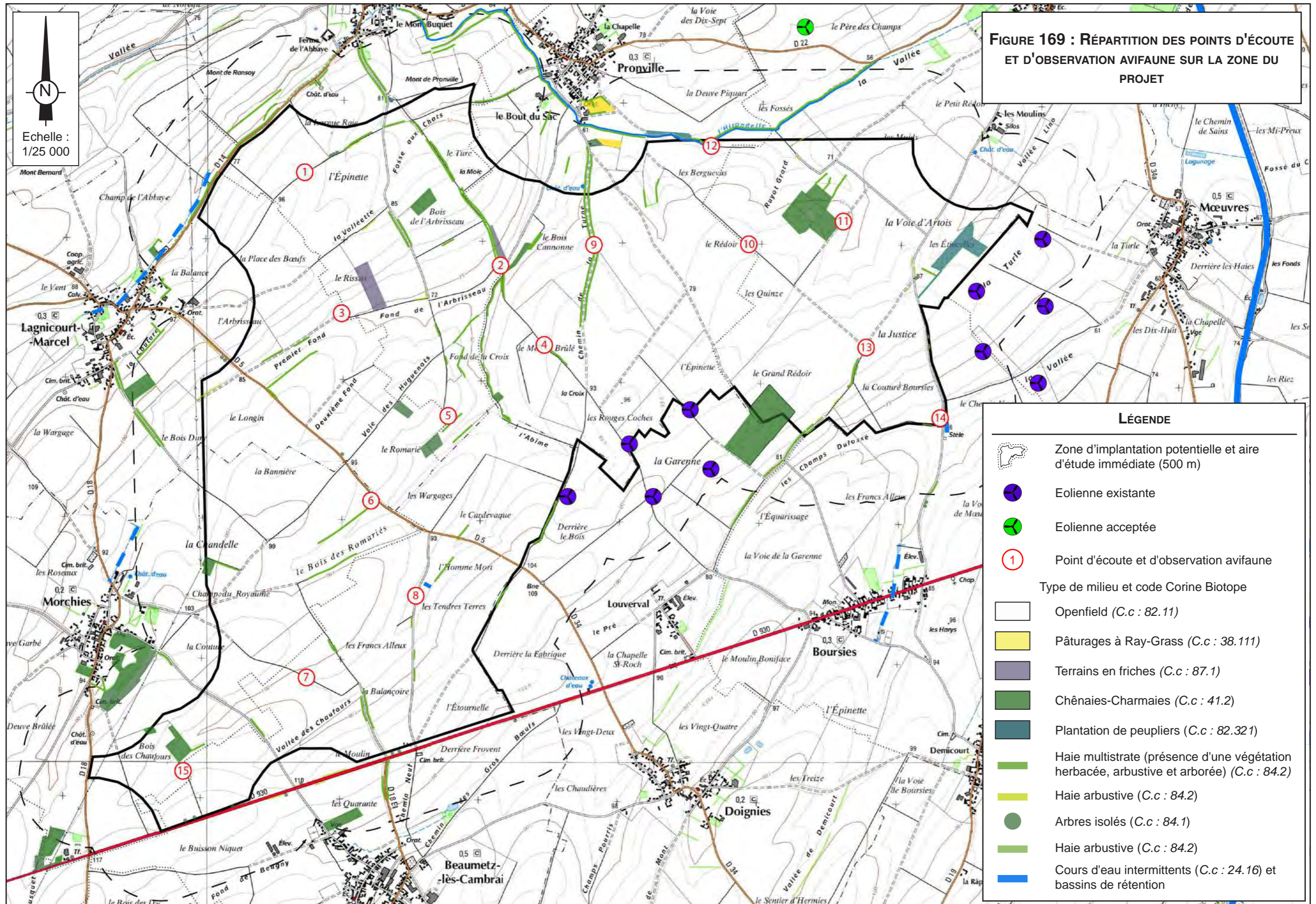
Tous les contacts visuels et/ou auditifs sont notés sans limitation de distance.

Nous avons utilisé 15 points d'écoute lors de nos prospections sur la zone du projet Les points sont localisés sur la Figure 169 et de la façon suivante :

- les points 1, 3, 7, 8, 10, 14 et 15 sont placés en openfields uniquement (sans aucune haie à proximité),
- les points 4, 6, 9 et 13 sont localisés en openfields, mais à proximité immédiate de haies,
- le point 11 placé en bordure d'un bois en openfields,
- le point 5 situé en openfields, avec un bosquet et des haies à proximité immédiate,
- le point 2, situé aux abords de haies, avec présence d'une zone de friche et d' openfields,
- et le point 12, localisé en bordure du ru de l'Hirondelle.

#### → La recherche qualitative

La recherche qualitative consiste à parcourir l'ensemble des milieux concernés par le projet d'implantation des éoliennes, mais aussi les milieux remarquables situés à proximité (groupement de bois, haies) dans le but de dénombrer et d'identifier le plus d'oiseaux possible.

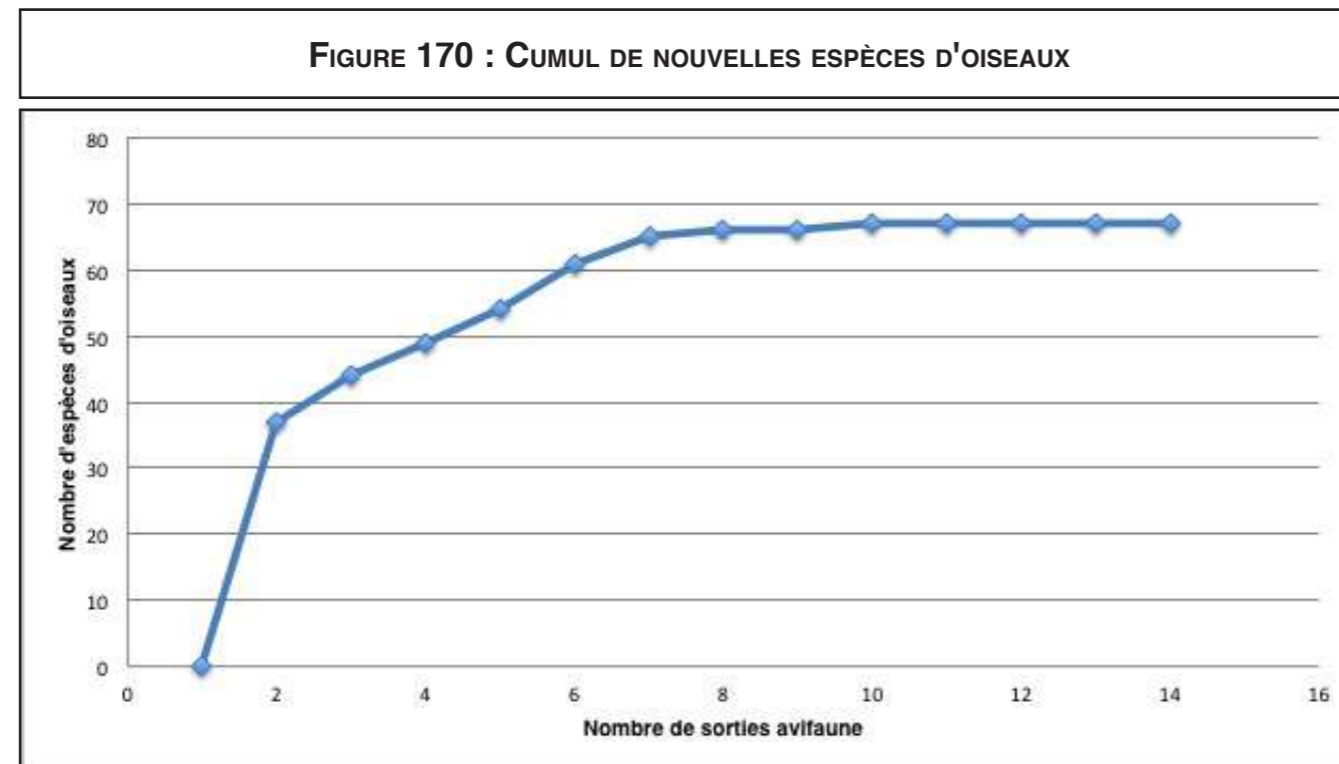


## K1.3.2 - DÉROULEMENT DES PROSPECTIONS

La campagne de prospection a été réalisée durant un cycle biologique complet, comme le montre le tableau ci-dessous. Les conditions météorologiques rencontrées lors des sorties sont présentées dans le tableau ci-contre.

Saisons	Hiver (2 prospections)		Printemps (3 prospections)			Été (2 prospections)		Automne (6 prospections)				Nombre de prospections par phase de cycle de vie	
	Identifier l'avifaune hivernante, et quelques mouvements migratoires		Déterminer dans un premier temps l'avifaune en migration pré-nuptiale, puis l'avifaune nicheuse			Identifier les espèces sédentaires et les premiers mouvements migratoires post-nuptiaux		Constater les mouvements migratoires post-nuptiaux					
Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	
Hivernage													3
Pré-nuptiale													3
Nidification													4
Post-nupt.													6
Inventaires	13/01/16	16/02/15	--	21/04/15 19/0/16	21/05/15 17/05/16	08/06/15 13/06/16	16/07/15	19/08/15	30/09/15	01/10/14 21/10/15	06/11/14 26/11/15	04/12/14	16

La courbe de découverte d'espèces d'oiseaux (Figure 170), qui représente l'effectif cumulé des nouvelles espèces enregistrées en fonction du nombre de sorties réalisées, montre qu'un effort de prospection supplémentaire mettrait en évidence peu d'espèces additionnelles. Le nombre de sorties (13)\* apparaît donc suffisant.



\* : Le nombre de sorties prend en compte les prospections supplémentaires menées sur le point 15.

Date	Horaires de prospections	Conditions météorologiques		
		Nébulosité	Vent	Température
13/01/2016	9h20 / 9h40	Nébulosité importante : 5/8	Vent 20 km/h, Sud-Est	7°C
16/02/2015	9h00 / 14h30	Nébulosité forte : 6/8	Pas de vent	2°C
21/04/2015	15h00 / 20h45	Nébulosité faible : 1/8	Vent 18 km/h, Nord-Est	20°C
20/05/2015	9h00 / 14h45	Nébulosité importante : 5/8	Vent 15 km/h, Nord-Est	12°C
08/06/2015	9h25 / 14h45	Nébulosité faible : 2/8	Vent 15 km/h, Nord-Est	16°C
19/04/2016	10h45 / 11h10	Nébulosité moyenne 4/8	Pas de vent	15°C
17/05/2016	10h10 / 10h30	Nébulosité importante : 5/8	Vent 15 km/h, Sud	14°C
13/06/2016	9h40 / 10h00	Nébulosité importante : 5/8	Vent 20 km/h, Sud-Ouest	16°C
16/07/2015	12h00 / 19h30	Nébulosité faible : 2/8	Vent 15 km/h, Est	30°C
19/08/2015	9h00 / 14h30	Nébulosité importante : 4/8	Vent 5 km/h, Sud-Ouest	20°C
30/09/2015	19h / 19h20	Pas de nébulosité	Vent 20 km/h, Nord-Est	14°C
01/10/2014	12h00 / 17h30	Nébulosité importante : 4/8	Vent 15 km/h, Sud	22°C
21/10/2015	18h20 / 18h40	Nébulosité forte : 6/8	Vent 15 km/h, Sud-Ouest	14°C
06/11/2014	9h00 / 14h30	Nébulosité faible : 2/8	Vent 5 km/h, Sud-Ouest	7°C
26/11/2015	12h20 / 12h40	Nébulosité importante 4/8	Pas de vent	5°C
04/12/2014	9h00 / 15h00	Nébulosité forte : 6/8	Vent 5 km/h, Nord	0°C

Les prospections ont été réalisées à l'aide d'une paire de jumelle Vanguard 10x42, depuis les points d'écoutes et d'observations.

## K1.4 - ÉTUDE CHIROPTÉROLOGIQUE

### K1.4.1 - MÉTHODES EMPLOYÉES

La méthodologie utilisée et développée ci-après s'appuie en particulier sur les recommandations du "Protocole d'étude chiroptérologique sur les projets de parc éolien" validé en août 2010 par le SER (Syndicat des Énergies Renouvelables), la SFEPM (Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères) et la LPO (Ligue pour la Protection des Oiseaux).

Elle comprend de ce fait :

- une analyse bibliographique (contexte général, données sur le secteur),
- une identification des milieux présents ainsi que de leur potentialité pour les chiroptères,
- une phase d'inventaire des espèces fréquentant le site,
- une interprétation des résultats des inventaires effectués,
- l'évaluation des risques du projet,
- la définition de mesures compensatoires.

Deux aspects sont pris en compte :

- les populations locales qui utilisent le site pour leur vie quotidienne (chasse par exemple),
- les phénomènes de migration, qui peuvent concerner des populations n'utilisant pas habituellement le site mais qui le traversent au moment des déplacements entre lieu d'hivernage, lieu de vie et de mise bas.

Plus globalement, l'étude comprend donc trois phases :

- le pré-diagnostic,
- les prospections,
- les interprétations.

#### K1.4.1.1 - Le pré-diagnostic

C'est une étape préliminaire, qui a pour objectif d'évaluer les enjeux chiroptérologiques potentiels de la zone d'étude à partir de la compilation des données existantes (sur les espèces présentes) et surtout d'une analyse des habitats et des structures paysagères. Il faut donc, tout d'abord rechercher si des documents sérieux attestent de la présence de telle ou telle espèce que ce soit au niveau régional (référentiels, listes rouges) ou à un niveau plus local (ZNIEFF, zones Natura 2000, données des associations naturalistes locales...).

La SFEPM recommande de rechercher et de prospector dans les cavités environnantes, ainsi que dans les bâtiments des villages voisins. Cette démarche présente des inconvénients :

- d'abord des cavités peuvent être présentes mais non détectables (une ouverture de quelques centimètres peut suffire aux chiroptères, et ne sera pas facilement repérable sur le terrain),
- ensuite la présence de cavités, même à proximité du site et occupées par des chiroptères, n'implique pas nécessairement que les individus vont fréquenter la zone d'implantation (cas de cavités s'ouvrant sur une vallée, avec un projet sur le plateau),
- enfin, il n'est pas, dans la pratique, évident d'aller inspecter tous les greniers ou granges d'un village (problème des autorisations, des délais...), et de même la présence de pipistrelles ou autre dans le village voisin, n'implique pas forcément leur présence sur le site du projet.

En croisant la localisation des sites d'hivernage connus avec celle des territoires d'activité estivale, il est possible de définir, à grande échelle, des axes de migration potentiels, afin notamment de situer le site par rapport à ceux-ci.

Ensuite, il devient nécessaire de déterminer si le territoire concerné par le projet d'implantation est approprié ou non pour constituer un lieu de vie pour les chauves-souris et dans quelle mesure.

En effet, les chauves-souris ont une façon bien à elles d'évoluer dans le paysage, qui même si elle varie en fonction des espèces, correspond globalement à des règles bien déterminées.

Les chauves-souris chassent dans les bois et forêts, dans des milieux où se trouvent des points d'eau à la surface desquels elles volent ou dans des lieux dotés d'éléments structurants (haies, alignement d'arbres, chemins creux, talus...). Pour la plupart des espèces, les individus chasseurs ne s'éloignent pas de ces structures, sauf pour effectuer des déplacements locaux.

Les espèces qui s'éloignent de ces lieux bien structurés et effectuent des déplacements d'une distance dépassant plusieurs centaines de mètres sont rares (par exemple la Grande Noctule).

Il semble aussi que même dans leurs phases migratrices, les chauves-souris s'orientent par rapport à des lignes conductrices comme par exemple les grandes rivières et migrent sur un front très étendu. Au cours de leur migration, elles doivent trouver des lieux de stationnement dans le paysage dont les structures sont appropriées à leurs besoins pour faire escale.

Une absence de lignes structurantes sur un territoire est peu propice à une présence importante de chauves-souris puisqu'elles s'y appuient pour chasser et migrer. A noter que ces éléments peuvent être peu perceptibles à priori, comme par exemple un chemin légèrement creux.

Cette partie du dossier est réalisée essentiellement à partir de cartes topographiques et photos aériennes. Elle est ensuite complétée par des investigations sur le terrain.

#### **K1.4.1.2 - Les prospections**

Lorsque les éléments structurants et les autres enjeux potentiels du site ont été identifiés, on peut procéder aux prospections. Les chiroptères étant des animaux nocturnes, ces dernières ont lieu la nuit (essentiellement au crépuscule qui est la période la plus favorable).

Les chauves-souris sont identifiées selon trois méthodes.

##### **K1.4.1.2.1 - La perception visuelle**

Même à la tombée de la nuit, il est possible de distinguer le vol de ces animaux. Celui-ci nous indique d'abord leur présence, et dans une certaine mesure, l'observation permet aussi de pressentir quelles espèces sont présentes (taille des individus, type de vol).

La recherche visuelle est également réalisée à l'aide d'un appareil de vision nocturne avec grossissement 5X42 et illuminateur infrarouge (Ykon modèle Ranger 28041), capable d'enregistrer les observations (film numérique). Le dispositif permet de voir jusqu'à 250 m (sous certaines conditions). On peut aussi utiliser simplement un projecteur.

#### **K1.4.1.2.2 - L'écoute "mobile"**

Les chiroptères émettent pour se repérer dans l'espace des ultrasons, non perceptibles par l'oreille humaine, mais qui peuvent être captés par des appareillages spécialisés. Cela se fait avec différents types de détecteurs, selon différents modes de détection.

##### **➔ Le mode hétérodynage**

Le mode hétérodynage consiste à transformer électroniquement un signal ultrason inaudible à l'oreille humaine, en un signal dans la bande de fréquence audible.

Ce procédé permet d'identifier la gamme de fréquence de l'émission originale (on perçoit le son de la fréquence sur laquelle on règle l'appareil) ainsi que, dans une certaine mesure, la forme (amplitude et variation) et la modulation (rythme) du signal. Ce mode permet d'identifier certaines espèces qui émettent dans une gamme de fréquence bien spécifique, mais aussi grâce parfois à la forme et modulation du signal. Les inconvénients de cette technique sont que seuls les signaux sur la bande choisie sont captés (on compense cela en balayant la bande de fréquences ultrasons) et que la détermination doit être immédiate, ce qui est parfois délicat.

Pour le mode hétérodynage, nous utilisons le Pettersson D240x.

##### **➔ Le mode expansion de temps**

Le mode expansion de temps consiste à enregistrer un signal en "l'étirant dans le temps", afin de disposer d'une "image acoustique" de meilleure qualité. Cette technique est similaire à un enregistrement sur un magnétophone tournant à grande vitesse, et que l'on écoute ensuite à une vitesse normale. Ainsi l'enregistrement du signal induit beaucoup moins d'altérations. Cela permet une analyse plus fine et rend possible la distinction entre différentes espèces acoustiquement proches.

Le détecteur Pettersson D240x dispose de ce mode de fonctionnement.

##### **➔ Application sur le terrain**

Dans un premier temps, on cherche à repérer si des contacts sont identifiables. Pour cela on utilise le mode hétérodynage et on balaie la gamme d'ultrasons à l'aide de la molette de l'appareil. La fonction hétérodynage signale par des bips les émissions d'ultrasons. On dispose alors d'un premier critère d'identification auquel s'ajoutent les informations visuelles (taille de l'espèce, allure du vol). Grâce à cette première technique, on peut repérer les signaux nécessitant un enregistrement en expansion de temps. Ceux-ci bénéficieront d'une analyse plus fine sur ordinateur (logiciel Batsound).



Lorsqu'une séquence sonore est continue et qu'une ou plusieurs chauves-souris restent chasser dans un secteur restreint à proximité du point d'écoute, chaque tranche de cinq secondes est assimilée à un contact (selon les recommandations du Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer). Il s'agit en effet d'une mesure du niveau d'activité et pas strictement de l'abondance des chauves-souris.

En principe chaque espèce émet selon un spectre d'ultrason spécifique. Toutefois, certaines d'entre-elles présentent des plages communes, voire un spectre identique (ex : Vespertilion à moustaches et Vespertilion de Brandt). L'identification se fait donc en fonction de la fréquence d'émission, mais également et surtout par l'analyse de la modulation du son.

Pour l'écoute, deux techniques complémentaires sont utilisées :

- les points d'écoute de 10 minutes disposés en des endroits stratégiques du territoire (croisée de chemins, haies...) :

22 points d'écoute ont été placés au sein de la zone du projet pour les chiroptères afin de représenter les différents milieux présents sur la zone d'implantation potentielle et ses abords :

- les points 1, 3, 7, 9, 10, 11, 13, 15, 17, 19, 20 et 22 sont placés en openfields uniquement (sans aucune haie à proximité),
- les points 2, 4, 5, 8, 12, 18, et 21 sont localisés en openfields, mais à proximité immédiate de haies,
- le point 14 est localisé en bordure du ru de l'Hirondelle (bordé par des haies),
- le point 16, placé en bordure d'un bois.

- le déplacement lent le long des éléments structurants (haie, chemin...) que l'on appellera "parcours écoute". Ce dernier relie les différents points d'écoute et se réalise en voiture à vitesse lente sur les chemins carrossables du site, ceci afin de couvrir le maximum de surface et de mettre en évidence la présence de "corridors" de déplacements.

La Figure 172 localise les points d'écoute "mobile" et le parcours d'écoute.

Toutes nos prospections se sont déroulées pendant les 3 premières heures de la nuit (période d'activité maximale des chauves-souris), avec une alternance dans l'ordre des points d'écoute (pour ne pas favoriser un point au profit d'un autre). Ces techniques permettent d'identifier toute espèce présente, dans la mesure où elle évolue dans le champ de portée de l'appareil (30 à 40 m).

La méthodologie développée permet de garantir qu'une espèce fréquentant le site sera repérée et identifiée (même si parfois, pour quelques rares cas, il peut y avoir un doute sur l'identification précise, ce qui est alors indiqué dans le rapport).

Bien entendu une fréquentation "accidentelle" (présence ponctuelle sur le site, et qui ne se reproduit pas) ayant lieu en dehors des périodes de prospections peut être "loupée". Mais il ne s'agit pas alors d'une présence significative et il n'y aurait de toute façon aucune raison de la prendre en compte dans le projet.

#### **K1.4.1.2.3 - Le protocole point fixe (écoute sur une nuit complète)**

Les points d'écoute fixe sont généralement placés dans des secteurs jugés comme étant potentiellement sensibles (boisements, carrières...) afin de compléter le protocole d'écoute "mobile" (points d'écoute et parcours d'écoute) qui constitue l'étude de base. Un point d'écoute fixe est également positionné dans les openfields afin d'avoir un point de comparaison.

Ce protocole est réalisé à l'aide d'un détecteur-enregistreur autonome (SM2BAT, Batcorder...), qui enregistre l'activité des chiroptères sur des nuits complètes.

La mise en place de l'écoute fixe durant une nuit permet une meilleure évaluation de la communauté présente sur un site. Ce protocole augmente les chances de capter des espèces peu abondantes ou peu détectables mais dont l'activité est prolongée tout au long de la nuit (myotis, rhinolophes...).

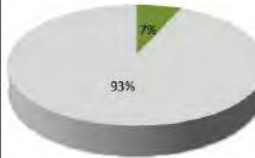
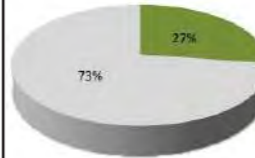
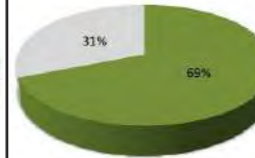
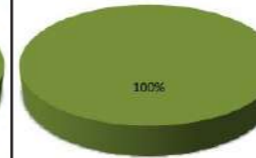
Dans le cadre de ce projet, 6 écoutes fixes ont été réalisées :

- 2 écoute fixe au sein des openfields ;
- 1 écoute fixe en hauteur (mât de 10 m) à l'emplacement de l'éolienne E1, en openfields,
- 1 écoute fixe au sein du "Bois des Chauffours",
- 1 écoute fixe au sein du bosquet situé au lieu dit "Le Romarié",
- 1 écoute fixe au sein du bosquet situé au lieu dit "Fond de la Croix" et connecté à un réseau de haies.

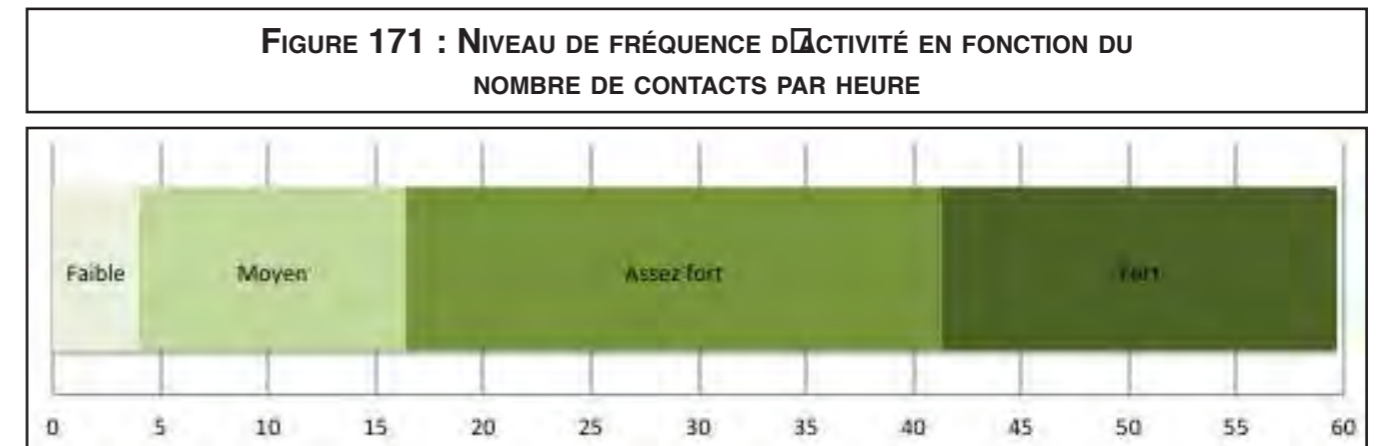
La Figure 172 localise les points d'écoute fixe.

### K1.4.1.3 - Les interprétations

Les observations sont traitées en contacts par heure et classées dans quatre catégories de niveau de fréquence d'activité en considérant qu'un contact représente 5 secondes, comme indiqué précédemment. Les caractéristiques de ces catégories sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Classes de niveau de fréquence d'activité	Faible	Moyen	Assez fort	Fort
Nombres de contacts par heure	1 - 49	50 - 199	200 - 499	500 - 720
Nombres de minutes avec contacts sur l'heure	0,1 - 4,1	4,2 - 16,6	16,7 - 41,6	41,7 - 60,0
Part de l'heure sans contact	93 %	73 %	31 %	0 %
Illustration				
La part en vert représente la part de l'heure maximale sur laquelle des contacts sont enregistrés				

La Figure 171 représente la répartition des classes sur une heure (axe des abscisses en minutes).



Les données sont ainsi évaluées qualitativement et comparables.

On notera toutefois que le niveau d'activité est relativement indépendant du niveau des populations présentes. En effet un petit noyau d'individus, regroupés sur un élément attractif (haie sur un territoire en contenant peu par exemple), peut induire un fort niveau d'activité, avec de nombreux signaux, et donner l'illusion d'une population importante. Il faut donc toujours garder à l'esprit cet aspect lors des interprétations.

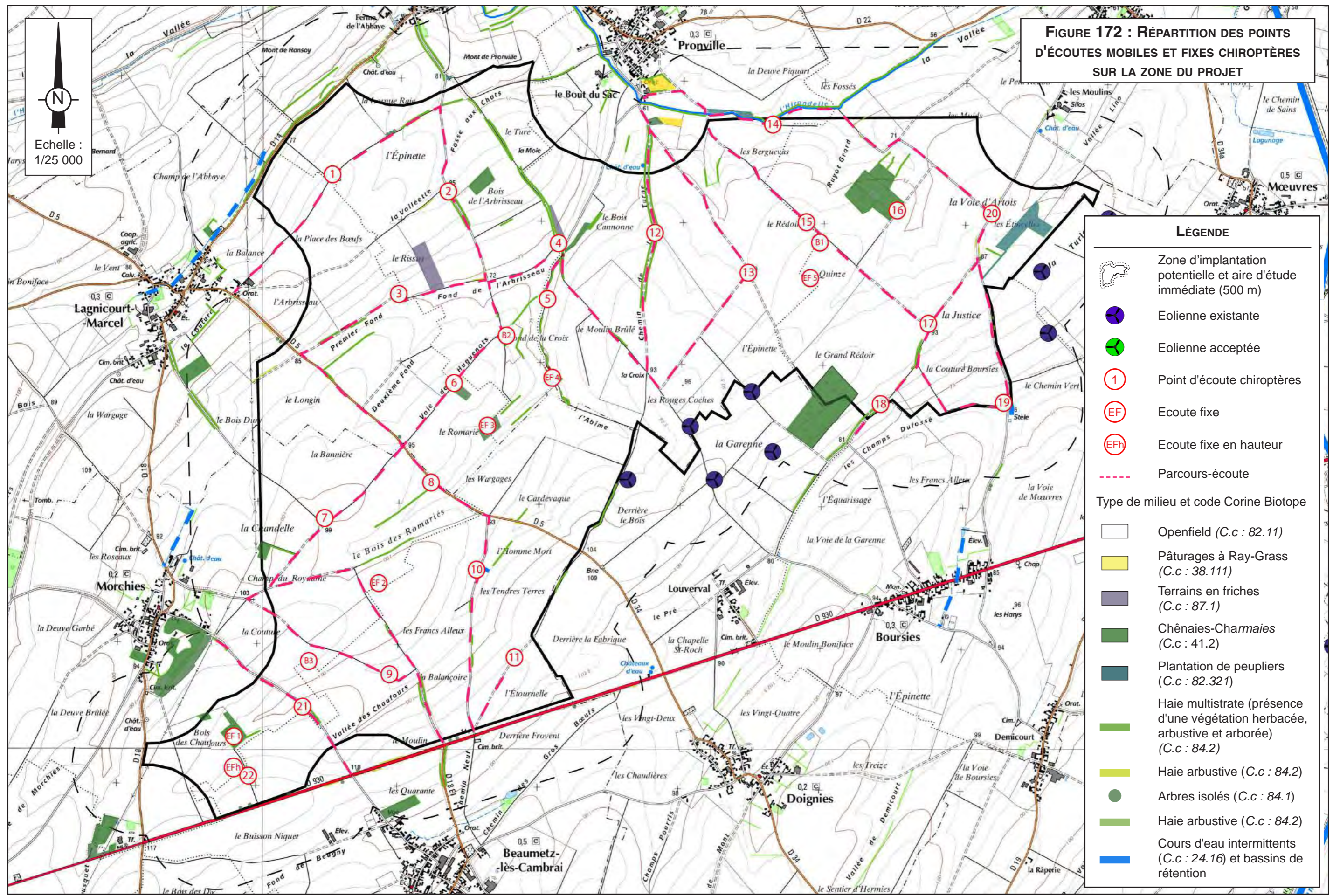
En fonction des différents chiroptères pouvant être rencontrés, de leur fréquentation et habitude de vol sur le site et de leur biologie, il devient possible d'estimer les conséquences de l'implantation d'un parc éolien. Les impacts encourus peuvent sérieusement diverger selon qu'il s'agisse d'espèces migratrices ou pas mais aussi selon la présence ou non, proche ou pas, de milieux attractifs pour les chauves-souris (gîtes d'hibernation, zones humides...).

Plusieurs études antérieures peuvent aider à l'interprétation des résultats de par leurs conclusions et constats si le contexte s'avère relativement similaire (mêmes espèces rencontrées, milieux semblables...).

En fonction de la valeur estimée des impacts encourus par les populations de chiroptères du site, des mesures compensatoires et accompagnatrices plus ou moins importantes sont ensuite définies (aménagement ou création d'habitats favorables aux chauves-souris suite à une dégradation ou destruction programmée de leur écosystème initial par le projet éolien, mise en place de bridage, abandon de l'emplacement prévu pour certaines machines jugées trop dangereuses, ou encore nécessité d'effectuer un complément d'étude ou un suivi post-implantation).

**FIGURE 172 : RÉPARTITION DES POINTS D'ÉCOUTES MOBILES ET FIXES CHIROPTÈRES SUR LA ZONE DU PROJET**

Echelle : 1/25 000



**LÉGENDE**

- Zone d'implantation potentielle et aire d'étude immédiate (500 m)
- Eolienne existante
- Eolienne acceptée
- Point d'écoute chiroptères
- Ecoute fixe
- Ecoute fixe en hauteur
- Parcours-écoute

Type de milieu et code Corine Biotope

- Openfield (C.c : 82.11)
- Pâturages à Ray-Grass (C.c : 38.111)
- Terrains en friches (C.c : 87.1)
- Chênaies-Charmaies (C.c : 41.2)
- Plantation de peupliers (C.c : 82.321)
- Haie multistrata (présence d'une végétation herbacée, arbustive et arborée) (C.c : 84.2)
- Haie arbustive (C.c : 84.2)
- Arbres isolés (C.c : 84.1)
- Haie arbustive (C.c : 84.2)
- Cours d'eau intermittents (C.c : 24.16) et bassins de rétention

## K1.4.2 - DÉROULEMENT DES PROSPECTIONS

### K1.4.2.2 - Synthèse du déroulement des prospections

Pour la présente étude, les prospections printanières, estivales et automnales se sont déroulées en 2014 et 2015 comme le montre le tableau.

#### K1.4.2.1 - Les périodes de prospection

##### ➔ Le printemps et l'automne

L'objectif est surtout de savoir si des passages de type migratoire sont identifiables.

En plus des vols aux trajectoires zigzagantes (comportement de chasse), on recherche donc aussi les trajectoires directes (traversée du site).

La prospection réalisée par écoute simple sur des points fixes est complétée par l'observation avec jumelles de vision nocturne (Ykon Ranger 28041). Celles-ci permettent de mettre en évidence des vols en hauteur, mais ne garantissent pas une identification formelle de l'espèce concernée. Les hauteurs de vol sont également assez difficiles à évaluer.

Les prospections de printemps vont être déclenchées en fonction des températures extérieures et surtout des premiers pics d'éclosion d'insectes, qui sont la source de nourriture des chiroptères, et leur motivation pour la migration. Celles d'automne seront effectuées avant la baisse significative des températures et la pénurie d'insectes.

##### ➔ L'été

Il s'agit ici de définir les conditions d'utilisation du site par les espèces qui lui sont accoutumées. En ce cas, on privilégie les écoutes par point et en déplacement le long des éléments structurants. L'identification des chiroptères est plus facile car on dispose aisément de leur signal acoustique en plus de notre observation (hauteur de vol généralement faible). On peut donc définir quelles espèces côtoient le site, le taux de fréquentation ou d'activité (nombre de contacts) ainsi que les zones les plus attractives.

Saison	Dates	Conditions	Phases lunaires	Matériel
Printemps (2 prospections réparties sur 4 nuit+ 2 prospections supplémentaires printemps 2016)	21/04/2015	Temps clair ; vent 10 km/h ; 14°C	1er croissant	D240x + enregistreur DR2 SD-Karten-Recorder + SM2BAT
	22/04/2015	Temps clair ; vent 10 km/h ; 13°C		
	09/06/2015	Temps clair ; vent 10 km/h ; 13°C	Dernier quartier	
	10/06/2015	Temps clair ; vent 5 km/h ; 15°C	Dernier croissant	
	19/04/2016**	Temps clair ; pas de vent ; 12°C	Lune gibbeuse croissante	
	17/05/2016**	Temps couvert ; vent 10 km/h ; 13°C		
Été (3 prospections réparties sur 6 nuits + écoutes fixes)	15/07/2015 (écoute mobile + 2 écoutes fixes)	Temps couvert; pas de vent ; 20°C	Nouvelle lune	
	16/07/2015 (écoute mobile + 1 écoute fixe)	Temps couvert ; vent 10 km/h ; 22°C	1er croissant	
	18/08/2015 (écoute mobile + 2 écoutes fixes)	Temps couvert ; pas de vent ; 14°C	1er croissant	
	19/08/2015	Temps couvert ; pas de vent ; 15°C		
	29/08/2015 (écoute fixe)	Temps couvert ; pas de vent ; 15°C	Pleine lune	
	07/09/2015	Temps couvert ; pas de vent ; 13°C	Dernier croissant	
	08/09/2015	Temps couvert ; pas de vent ; 13°C		
Automne (2 prospections réparties sur 4 nuits + 2 prospections supplémentaires automne 2015)	01/10/2014	Temps couvert : vent 10 km/h ; 15°C	1er quartier	
	02/10/2014	Temps clair; vent 10 km/h ; 15°C		
	23/10/2014	Temps couvert ; vent 5 km/h ; 13°C	Nouvelle lune	
	24/10/2014	Temps couvert : vent 15 km/h ; 12°C	1er croissant	
	30/09/2015 **	Temps clair ; vent 15 km/h ; 13°C	Lune gibbeuse décroissante	
	21/10/2015**	Temps couvert ; vent 15 km/h ; 12°C	Lune gibbeuse croissante	

Le faible nombre d'espèces présentes (10) ne permet pas de réaliser une analyse statistique comme pour l'avifaune (échantillon insuffisant). Néanmoins compte tenu de l'analyse des données bibliographiques et de la nature du milieu, nous avons globalement trouvé les espèces qui étaient susceptibles d'être présentes.

Une écoute fixe a été réalisée lors d'une nuit de pleine lune. Cependant, la couverture nuageuse étant importante, la lune était peu visible, ce qui n'engendre aucune interférence avec l'activité des chiroptères.

L'effort de prospection (11 sorties) apparaît donc satisfaisant.

\* : le nombre de sorties prend en compte les sorties complémentaires pour les points 21 et 22.

\*\* : Prospections supplémentaires pour les points 21 et 22

## K1.5 - IMPACTS SONORES

Pour satisfaire à la réglementation relative à la protection contre les bruits de voisinage, la démarche suivante a été adoptée :

### ➔ **Reconnaissance sur site**

Afin de pouvoir comparer les mesures avec les données des simulations, nous avons utilisé une référence de vent mesurée sur le site d'implantation.

Les vitesses et directions de vent ont été mesurées sur site avec le mât de mesures de 10 m (localisation en page suivante). Il était situé en champ, libre de tout obstacle, ce qui a permis d'obtenir des données météorologiques représentatives du site. Il était équipé d'un anémomètre et d'une girouette pour mesurer les vitesses et directions du vent à 10 m. Les données ont été collectées par une centrale d'acquisition. Ces informations ont été dépouillées et analysées puis corrélées aux mesures des sonomètres.

La première campagne de mesure a été réalisée du 9 au 19 janvier 2015. Elle a concerné 9 points et les mâts n°1 et 2.

La seconde campagne de mesure a été réalisée du 07 au 25 août 2015. Elle a concerné 1 point et le mât n°3.

Les périodes de pluies ont été identifiées par un pluviomètre. Elles ont été retirées de l'analyse.

Durant les campagnes de mesures, les vents ont été principalement répartis autour des secteurs Sud-ouest, ce qui correspond au régime de vent principal. Les conditions météorologiques relevées au cours de la période de mesures acoustiques sont globalement représentatives des conditions habituellement observées sur site. Ces conditions sont mesurées sur 3 mâts de 10 mètres, afin de réduire l'écart en distance entre les points et leur référence météo. Les données sont ensuite réparties en fonction de la disposition des points autour de ces mâts.

Les vitesses du vent mesurées sont standardisées. Cette standardisation a pour but de définir le même référentiel de vitesse que les puissances acoustiques fournies par le fabricant des machines pour les simulations. Elles sont exprimées à hauteur des machines à partir d'un profil logarithmique et de la rugosité du site lors des mesures (0.15 - culture basse de hauteur inférieure à 20 cm), puis ramenées à 10 mètres du sol avec un coefficient de rugosité de 0,05 mètres.

# K2 - MÉTHODE D'ÉVALUATION DES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT

## K2.1 - IMPACTS PAYSAGERS

La démarche paysagère s'est appuyée sur plusieurs échelles d'investigation :

- perception lointaine,
- perception des abords du site,
- perception des abords immédiats du site et depuis celui-ci.

La démarche paysagère du projet a débuté par une évaluation des caractéristiques du site avant l'investigation plus poussée.

Dans ce cadre, plusieurs variantes ont été imaginées. Seule une configuration a été retenue au vue de l'harmonie générale du parc ainsi qu'aux impacts paysagers limités. Une liste des points de vues à traiter a été établie à la suite d'une analyse paysagère réalisée par la société Environnement Qualité Service.

La société Energieteam s'est ensuite chargée de la réalisation des points de vues, des photosimulations et de la ZVI.

### ➔ Méthodologie ZVI

La ZVI (zone visuelle d'influence) est une carte de présentation des surfaces depuis lesquelles le parc éolien est potentiellement visible. Ce calcul est effectué à partir du module ZVI du logiciel Windpro (version 2.7) pour l'ensemble des éoliennes proposées sur le site.

Son calcul est basé sur un modèle numérique de terrain créé à partir des courbes de niveau digitalisées. Les boisements sont pris en compte comme obstacles, pas les habitations. La modélisation sera donc majorante. L'aire d'étude est divisée en carrés de surface égales (25 m X 25 m). Le logiciel effectue une coupe depuis chaque partie du quadrillage vers chacune des éoliennes du parc. Le parc est considéré comme visible depuis un point lorsque le trait de coupe atteint l'extrémité d'une des éoliennes du parc sans être interrompu par le relief.

Cet outil est un préalable à l'étude des impacts sur une vaste aire d'étude. Il permet de définir de manière efficace l'effet de la topographie sur la visibilité du parc éolien. Sa précision peut toutefois être altérée par l'existence d'une microtopographie (talus, passage en tranchée), ou tels que boisements, habitations, haies...

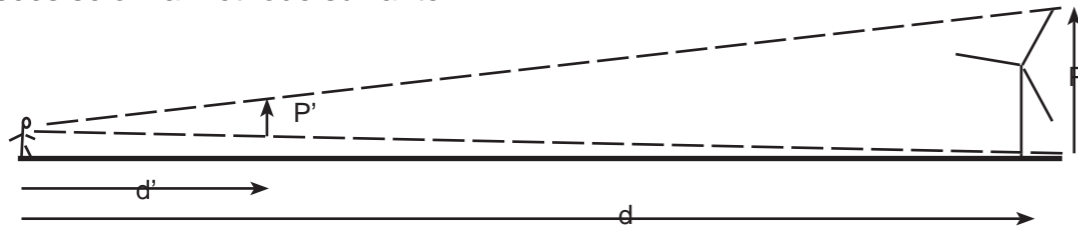
► Méthodologie photosimulations

Les vues ont été effectuées avec un appareil Canon EOS 350D Digital d'une focale de 35 mm. Les photos ont ensuite été assemblées à l'aide du logiciel Photoshop pour obtenir des vues panoramiques.

Les photosimulations ont été réalisées avec le logiciel spécialisé Wind Pro 2.7.

La position des points de vue a été réalisée par GPS. Le calage des éoliennes sur logiciel s'est fait à l'aide d'éléments aisément repérables dans le paysage (clocher d'églises, châteaux d'eau, monuments, bois) et aisément repérables sur des cartes IGN géoréférencées présentes sur le logiciel Carto Exploreur de Bayo. Dans certains cas, des éléments supplémentaires ont été relevés par GPS afin d'assurer un meilleur calage des photos. Des éléments peuvent également être repérés grâce au site Géoportail.

Afin de donner un meilleur aperçu de l'impact visuel du parc éolien, nous avons réalisé des simulations montrant ce que percevra l'observateur en réalité. Ces photosimulations ont été réalisées selon la méthode suivante :



Un observateur se trouvant à une distance  $d$  d'une éolienne percevra une hauteur  $P$ . En appliquant le théorème de Thalès, on considère que l'équivalent de ce que le lecteur doit percevoir en se trouvant à une distance  $d'$  du projet est la hauteur  $P'$ . L'angle de perception est ainsi conservé.

On obtient la hauteur  $P'$  par le rapport suivant :  $P' = P \times d' / d$

avec :  $P$  : hauteur réelle de l'éolienne,

$P'$  : hauteur de l'éolienne sur la photosimulation,

$d$  : distance réelle entre l'observateur et l'éolienne,

$d'$  : distance du lecteur par rapport au dossier d'étude d'impact (40 cm).

Dans l'étude d'impact, pour les photosimulations montrant l'impact réel, la taille des images a été définie de manière à ce que la taille des éoliennes de l'image correspondent aux valeurs  $P'$  obtenues par le calcul exposé ci-dessus.

L'impact visuel de l'ensemble des éoliennes a été défini en fonction de la distance entre le point d'observation et les éoliennes. Les conditions retenues pour la visibilité des éoliennes ont toujours été les conditions de visibilité maximale, même quand les conditions de prise de vue n'étaient pas excellentes. De ce fait, l'impact visuel des éoliennes simulées est toujours plus fort que ce qu'un observateur observera à l'avenir dans des conditions réelles.

## K2.2 - SIMULATION D'IMPACT SONORE

Afin de quantifier l'influence des émissions sonores des équipements prévus, une modélisation informatique a été réalisée. Celle-ci a pris en compte un ensemble de paramètres influents sur la propagation des sons.

Le site d'implantation (distances, terrains...), les sources de bruits et leurs caractéristiques géométriques et techniques ainsi que les effets de propagation et d'atténuation du son dans l'air, ont fait partie des données intégrées dans cette étude.

### ► Mode de calcul

La méthode de calcul de la propagation acoustique qui a été utilisée ici est celle de ISO9613-2 "Acoustique - Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre". La modélisation a été réalisée par un logiciel spécialement adapté, le logiciel Predictor qui est une application respectant scrupuleusement cette norme de calcul et qui permet d'établir les cartes de niveaux sonores. Ce logiciel a permis de modéliser la propagation acoustique en espace extérieur en prenant en compte les paramètres suivants :

- La zone d'étude (topographie, carte IGN 1/25000ème, ...)
- Les sources de bruits et leurs caractéristiques géométriques et techniques ;
- Les effets de propagation et d'atténuation du son dans l'air ;
- L'implantation des éoliennes du projet.

Les variables retenues pour les différents calculs sont résumées dans le tableau suivant :

Paramètres	Conditions 1	Conditions 2
Période	Diurne	Nocturne
Température	5° C	5° C
Hygrométrie	75 %	75 %
Directivité	uniforme	uniforme
Coefficient de sol	0,7	0,7
Classe de vitesse de vent	variable de 3 à 10 m/s	variable de 3 à 10 m/s
Distance de propagation	5000 mètres	5000 mètres

### ➔ Récepteurs des calculs

Nous avons ajouté des points de calculs en plus des lieux ayant accueilli les mesures. Cela nous permet d'apporter un avis plus exhaustif autour de la zone d'étude.

Pour ces points ajoutés en calcul nous utilisons les résiduels mesurés dans les lieux se rapprochant le plus des points concernés.

Le gabarit des éoliennes qui seront installées comprend une hauteur maximale de 150 mètres en bout de pale. Parmi les éoliennes compatibles avec le gabarit se trouve l'éolienne E115 du fabricant ENERCON.

Ces éoliennes ont été choisies, car :

- Elles semblent, au regard des données actuelles, adaptées d'un point de vue technique et économique au site ;
- Le fabricant des machines dispose des données acoustiques de la dernière version de cette éolienne. Cette version inclue des caractéristiques spécifiques pour l'amélioration de l'acoustique (serrations).

Tout choix final différent de l'éolienne E115, entraînerait le dépôt d'une déclaration de modification notable avec la production d'un volet acoustique complémentaire lié à la nouvelle machine retenue.

Niveau de puissance sonore (SPL) - global dB(A)								
Vs - 10 m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
E115 TES 92,5 m	91,0	96,5	100,6	103,5	104,7	105,0	105,0	105,0

## K2.3 - IMPACTS SUR L'OMBRE

Pour évaluer les temps d'exposition aux ombres projetées des éoliennes, on utilise le logiciel Windpro.

Après avoir intégré les cartes, la topographie, les éoliennes (type et dimensions), leurs références géographiques, ainsi que les données statistiques d'ensoleillement et de direction du vent, nous pouvons calculer et visualiser sur des cartes, les zones exposées à ces ombres en fonction de la durée journalière et de la durée annuelle de cette exposition.

## K2.4 - ÉTUDE DE DANGER

L'étude de danger a été réalisée en prenant comme base le guide technique de l'INERIS (Élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens - mai 2012).

### ➔ Données d'entrée

Compte tenu de l'incertitude relative au modèle d'éolienne qui seront implantées sur le site, les mesures spécifiques à chaque constructeur ont été comparées pour tous les paramètres utilisés dans l'étude de danger. Dans un souci de transparence, les données d'entrée les plus impactantes ont été retenues ("B2.3 - Description détaillée des éoliennes utilisées", page 22) :

### ➔ Comptage des personnes permanentes

L'approche adoptée dans l'étude de danger consiste à assimiler l'ensemble de la zone d'effet à du terrain aménagé mais peu fréquenté, dès lors qu'une voie de circulation non structurante est incluse dans la zone d'effet (chemin de terre, voie communale, route départementale ou autre du moment que le trafic journalier reste inférieur à 2000 véhicules). Cette méthode a volontairement été retenue pour son caractère majorant.

En effet, le linéaire ou la surface de la voirie ne sont pas considérés dans le calcul, le ratio le plus défavorable étant reporté sur l'ensemble de la zone d'effet. Ainsi qu'il y ait quelques mètres de voies de circulation non structurantes ou que la zone d'effet en soit totalement quadrillée, le résultat sera similaire. Il en sera de même entre une zone d'effet contenant quelques chemins de terres où le passage est très limité (< de 10 véhicules/jour) et celle comprenant une départementale pour laquelle le trafic peut par exemple atteindre plusieurs centaines de véhicules quotidiennement tout en restant en deçà du seuil des voies structurantes (2000 véhicules/jour).



# K3 - DIFFICULTÉS RENCONTRÉES

## K3.1 - DIFFICULTÉS RENCONTRÉES LORS LA RÉALISATION DE L'ÉTAT INITIAL

### ➔ Description du projet

Il est quelquefois difficile de pouvoir décrire avec précision le projet lors de sa conception, notamment en ce qui concerne le modèle exact de l'éolienne et le déroulement du chantier. Ainsi des données tels que le volume exact de béton nécessaire et le nombre d'allers-retours des engins sont difficiles à estimer précisément. Ils dépendront par exemple des résultats des études de sols : les données indiquées dans le dossier sont des fourchettes basées sur les moyens de construction habituels. Cependant, certaines valeurs comme la quantité de béton pourront être ajustées en fonction des résultats des études de sol.

Néanmoins, nous avons fourni, soit des écarts de valeurs, soit des estimations qui permettent d'évaluer de façon satisfaisante le projet.

### ➔ Evaluation de la consommation d'énergie

Il est demandé dans l'étude d'impact de fournir la consommation énergétique engendrée par le projet, que ce soit lors de la fabrication des différents matériaux ou lors de la phase de construction en elle-même. La consommation énergétique de l'ensemble des étapes : fabrication, transport, chantier, démantèlement doit être indiquée.

Cependant, nous ne disposons pas toujours des informations nécessaires à l'estimation de la consommation énergétique précise. ENERCON fournit par exemple une analyse du cycle de vie de ses éoliennes et VESTAS un bilan carbone. Cela nous permet de comparer les différentes phases de l'implantation et d'obtenir un ordre de grandeur, mais ne nous permet pas d'estimer une consommation précise d'énergie.

Cependant, les résultats obtenus permettent de confirmer que la consommation énergétique correspondant à la fabrication et à l'installation d'une éolienne est compensée durant la première année d'exploitation.

### ➔ Difficultés dans le choix des photosimulations

La difficulté dans cette partie repose sur l'identification des différentes fenêtres de visibilité du parc et sur le choix des vues nécessitant d'être traitées dans l'étude paysagère. En effet, il faut tenter d'illustrer l'effet réel du parc éolien sur le paysage sans pour autant étudier l'ensemble des fenêtres de visibilité.

Notre choix s'est donc porté en priorité sur les vues les plus fréquentées par la population. Nous avons ainsi étudié les vues directes sur le projet depuis les communes environnantes ainsi que les vues depuis les grands axes de circulation et les principaux sites.

### ➔ Évaluation de l'état initial écologique des milieux (nomenclature Corine Biotope)

Un projet éolien n'induit d'impact sur la flore et les milieux, que si des aménagements (création de nouveaux chemins et de plates-formes) ne les concernent directement. Dans le cas de notre projet, il a été défini, dès le départ, qu'aucun aménagement ne serait réalisé dans les boisements qui entourent la zone du projet. Il n'a donc pas été jugé utile de réaliser un inventaire floristique détaillé. De ce fait, ces milieux sont qualifiés de façon sommaire du point de vue floristique, mais cela répond au principe de proportionnalité de l'étude d'impact par rapport aux enjeux.

### ➔ Evaluation de l'importance du flux migratoire

Il est difficile de qualifier l'importance relative du flux migratoire par rapport aux territoires voisins, du fait du périmètre d'étude.

Cependant, cet aspect est peu gênant dans le sens où le flux migratoire observé sur la zone du projet est faible.

➔ **Identification des zones de stationnements et/ou halte migratoire pour le Vanneau huppé et le Pluvier doré**

Concernant le stationnement de Vanneaux huppés et de Pluvier doré, ceux-ci sont dépendant des assolements. Ainsi d'une année sur l'autre, même s'ils conservent globalement la même zone, les stationnements peuvent varier de quelques centaines de mètres (dû à la rotation des cultures).

➔ **L'identification précise des espèces du genre "Myotis"**

L'une des difficultés dans l'étude des chiroptères est l'identification précise de l'espèce. En effet, certaines espèces utilisent des fréquences proches et dans certain cas de signaux de mauvaise qualité, il n'est parfois pas possible d'identifier le contact avec certitude jusqu'au rang de l'espèce. La distance entre le détecteur et l'individu et la végétation environnante constituent également des facteurs limitants pour l'identification. Ainsi plusieurs contacts de murins n'ont pas pu être déterminés. Néanmoins, cela ne remet pas en cause la suffisance de l'inventaire.

## **K3.2 - DIFFICULTÉS RENCONTRÉES LORS DE L'ÉVALUATION DES RISQUES D'IMPACTS**

➔ **Évaluation de l'impact du projet sur les populations de Vanneaux huppés et de Pluviers dorés observées au gagnage**

On ne peut pas évaluer avec certitude la réelle distance d'éloignement des stationnements de Vanneaux huppés et du Pluvier doré vis-à-vis des éoliennes. Cela dépend de la concentration d'oiseaux, de la présence ou non d'autres parcs à proximité, de la quiétude globale de la zone et de la topographie.

➔ **Évaluation du risque d'impact des chiroptères au sein des grandes cultures**

La bibliographie actuelle s'enrichit en documentation sur l'impact des parcs. Néanmoins, ces études s'intéressent généralement à des parcs éoliens problématiques : contraintes environnementales importantes, parcs éoliens très denses en éoliennes, relief accidenté, parcs en bordure de zones sensibles, pales qui descendent à basse altitude. Aucune étude ne s'intéresse aux parcs éoliens implantés au milieu des openfields et ne présentant aucune contrainte faunistique majeure. Il existe donc une incertitude sur la quantification fine du risque d'impact de ces parcs. Néanmoins cela ne remet pas en cause l'évaluation globale qui pourra être affinée suite aux suivis.

# L - NOTICE D'HYGIÈNE ET DE SÉCURITÉ

Les éoliennes sont des installations particulières du fait de leur mode de fonctionnement et de leur hauteur importante. Dans notre cas la nacelle se situera entre 91 et 93 m de haut (Voir chapitre "B2.3 - Description détaillée des éoliennes utilisées", page 22).

De plus, les éoliennes sont situées dans des environnements ruraux souvent éloignés des zones urbaines.

Enfin, les éoliennes fonctionnent en mode automatique, sans intervention de l'Homme, sauf :

- lors de la construction du parc (montage),
- lors des opérations de maintenance.

Pour ce projet, le montage et la maintenance des installations seront assurés par le constructeur des machines. Quatre constructeurs potentiels sont actuellement en lice : ENERCON, NORDEX, SENVION et SIEMENS.

Aussi, après une présentation succincte du marché éolien et des différents constructeurs, nous exposerons les conditions de réalisation du parc puis celles de la maintenance.

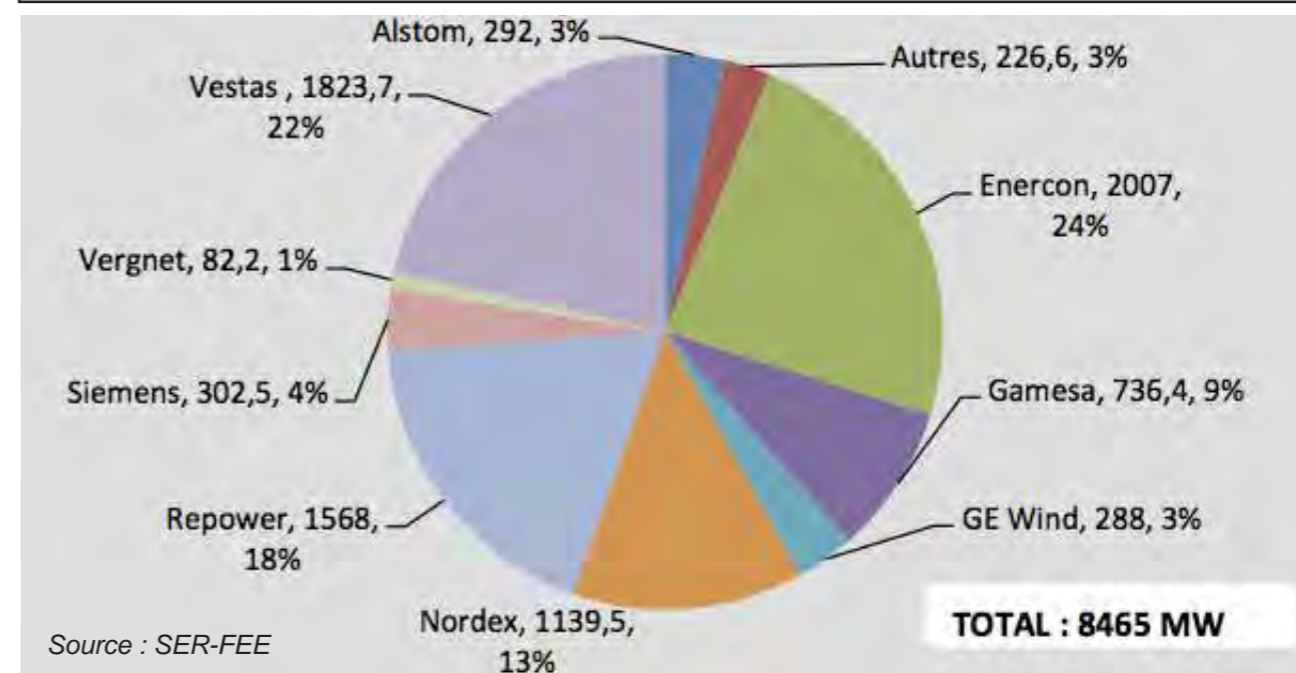
A noter toutefois que lors de la phase de construction, d'autres entreprises interviendront, par exemple pour la réalisation des voiries et des fondations.

## L1 - PRÉSENTATION DU MARCHÉ ÉOLIEN ET DES CONSTRUCTEURS

Début 2014, ENERCON, NORDEX, SENVION et SIEMENS se partagent plus de la moitié de la puissance totale raccordée en France.

Ces quatre constructeurs représentent également plus de 50 % de la puissance raccordée sur l'année 2014 en France (54 %). Ils confirment ainsi leurs places de leaders.

FIGURE 173 : RÉPARTITION DE LA PUISSANCE INSTALLÉE EN FRANCE PAR CONSTRUCTEUR



## L2 - LA CONSTRUCTION DU PARC

### L2.1 - ORGANISATION GÉNÉRALE

La phase de construction du parc va durer plusieurs mois. Les différentes phases du chantier sont :

- création des plates-formes des éoliennes,
- creusement des fondations,
- coulage des fondations,
- montage de la tour,
- montage de la nacelle,
- montage du rotor,
- raccordement électrique.

Ces nombreuses étapes rendent la coordination et la planification de l'ensemble des tâches indispensables. Une visite du site de l'ensemble des partenaires est un préalable à l'organisation des travaux. Les réunions de pré-chantier qui s'en suivent permettent une hiérarchisation des phases d'intervention.

Les articles L.4531-1 et suivants du Code du Travail visent à assurer la sécurité de toutes les personnes qui interviennent sur le chantier. Ils imposent la mise en oeuvre de principes généraux de prévention à toutes les étapes du projet (de la phase de conception à la réalisation de l'ouvrage).

Conformément à la réglementation qui exige que la coordination soit assurée à tous les stades d'un projet d'une certaine importance, un coordinateur Sécurité et Protection de la Santé (SPS) est désigné. Ses missions consistent à établir et compléter régulièrement un dossier rassemblant toutes les données de nature à faciliter la prévention des risques professionnels.

Le chantier, étant soumis à coordination SPS, fait l'objet d'un Plan Général de Coordination et chaque entreprise intervenant sur le chantier est tenue de mettre en place un Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé (PPSPS). Ce document a vocation d'évaluer les risques professionnels liés à la co-activité et d'adapter les modes opératoires.

Les personnels des entreprises, y compris les salariés intérimaires, doivent recevoir, le jour de leur arrivée sur le chantier, une formation pratique et appropriée en sécurité. Cette formation, qui sera assurée par les chefs de chantier et les chefs d'équipe des entreprises, porte sur :

- les conditions de circulation des personnes sur le chantier,
- la sécurité pendant l'exécution du travail,
- les dispositions à prendre en cas d'incident, d'accident et d'incendie,
- la situation et le contenu de la trousse de premier secours.

Chaque entreprise devra tenir à jour sur le chantier une liste de tous ses salariés. Ceux-ci devront pouvoir être facilement identifiables (autocollant sur le casque ou vêtement de travail au nom de l'entreprise).

Le chantier comprendra une base de vie. Elle sera implantée sur une zone à faible enjeu environnemental, elle prend ainsi généralement place sur l'une des plates-formes de montage des éoliennes. Cette base de vie comprend :

- un réfectoire,
- des sanitaires,
- des vestiaires,
- le bureau du chantier (réunion),
- du matériel de premier secours (trousses, couvertures de survie...).

### L2.2 - LES RISQUES SPÉCIFIQUES

A chaque phase du chantier des risques spécifiques existent. Chacune de ces phases fait l'objet de mesures préventives adaptées.

Avant chaque séquence, une réunion de coordination est réalisée (15 minutes au début de la réunion de chantier).

Au cours de cette réunion, une analyse de la co-activité et la réalisation des inspections communes sont réalisées. Les entreprises et leurs sous-traitants devant intervenir dans la séquence suivante doivent donc obligatoirement être présents.

Le tableau suivant résume :

- les risques en fonction des phases de chantier,
- les mesures générales à mettre en oeuvre,
- la répartition des responsabilités.

Séquences	Interventions		Analyse de risque	Mesures à prendre	Qui ?
<b>A</b>	Voiries Plates-formes Terrassement,		Activités agricoles Sortie sur voies Chute dans les fouilles	Concertation / agriculteurs Signalisation routière Protection périphérique	VRD
<b>B</b>	Génie Civil : Ferrailage, Béton,		Chute dans les fouilles Aménagement des descentes Circulation	Respect des modes opératoires Protections collectives Signalisation routière	Génie Civil Elec
<b>C</b>	Montage des éoliennes,		Travaux de hauteur Présence de public	Accès en hauteur Respect des modes opératoires Stabilité du terrain Balisage et affichage Signalisation routière	Fabricant Monteur
<b>D</b>	Réseaux de raccordement Raccordement, Mise en service		Co-activité importante Effectif important	Nettoyage, ordre, Balisage Signalisation routière	T.C.E. Electricien

Les mesures spécifiques aux différents points particuliers sont détaillées dans les tableaux ci-après :

#### → Terrassements - VRD

POINTS PARTICULIERS	RISQUES IDENTIFIES	MESURES A PRENDRE
<b>Fouilles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• éboulement</li> <li>• chute de personnes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• si hauteur &gt; 1.30 et si hauteur &gt; 2/3 largeur blindage et / ou talutage</li> <li>• balisage et protection anti-chutes</li> </ul>
<b>Rotation des engins</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• collisions</li> <li>• heurt avec personnel à pied</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• matériel conforme à la norme NF E 58050 et suivantes</li> <li>• respect des règles de circulation et du plan de circulation</li> <li>• éloignement du personnel pendant les manœuvres</li> </ul>

#### → Génie civil

POINTS PARTICULIERS	RISQUES IDENTIFIES	MESURES A PRENDRE
<b>Fondations</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• évolutions engins</li> <li>• acier en attente têtes de pieux</li> <li>• chute dans fouilles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• engins conformes</li> <li>• mise en place périmètre de sécurité</li> <li>• protection des aciers</li> <li>• protection des fouilles</li> <li>• limiter l'accès des personnes autour du matériel</li> </ul>
<b>Aciers en attente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• liés à la circulation du personnel de chantier</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• protection des aciers en attente : têtes crossées ou bouchons</li> </ul>
<b>Bétonnage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• liés à l'évolution d'engins</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• engins conformes</li> <li>• respect du plan et des règles de circulation</li> </ul>

#### → Levage des tronçons de la tour

POINTS PARTICULIERS	RISQUES IDENTIFIES	MESURES A PRENDRE
<b>Travaux à grande hauteur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• chutes du personnel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aptitude, instruction et information du personnel d'exécution.</li> <li>• Disposer de la certification de la qualification et des aptitudes physiques du personnel</li> <li>• instruction et information du personnel interdisant toute possibilité d'interprétation erronée des plans et documents de montage</li> <li>• réduction maximale des travaux en hauteur, en procédant, à l'équipement du mât au sol</li> <li>• échelles, planchers de travail, système anti-chute à câble ou à rail installés à l'assemblage du mât.</li> <li>• précautions à prendre en cas de conditions atmosphériques ou climatiques défavorables (vent – neige et verglas) pour des vitesses de vents &gt; à 15 m/s arrêter les travaux</li> <li>• une plaque indiquant les limites d'emploi de la grue en fonction de la vitesse du vent doit être apposée en permanence auprès du conducteur (art. 19 et 27 - décret du 08-01- 65 et suivants)</li> </ul>

POINTS PARTICULIERS	RISQUES IDENTIFIES	MESURES A PRENDRE
<b>Levage de personne avec nacelle suspendue</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arrêté du 2 décembre 1998</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• respect des articles 2 à 14 de cet arrêté</li> </ul>
<b>Montage, levage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• heurt, coincement ou cisaillement</li> <li>• renversement ou retombée de la charge (écrasement du personnel)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sous la responsabilité d'un chef de manœuvre</li> <li>• balisage au sol de la zone de montage, seul le personnel d'exécution y aura accès</li> <li>• colisage et repérage des pièces</li> <li>• définition de l'assemblage et du montage dans le P.P.S.P.S.</li> <li>• fournir au coordonnateur sécurité le plan méthode montage, en particulier les consignes au personnel chargé d'assembler le tronçon de mât supérieur</li> <li>• appareil de levage et de manutention en parfait état. Le registre des vérifications faites par un organisme agréé devra être en permanence sur le chantier (art. 22 à 24 - décret du 08-01-65 et suivants)</li> </ul>
<b>Montage, levage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• chutes d'objet</li> <li>• renversement engin de levage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• protections collectives et individuelles</li> <li>• clefs de montage attachées au baudrier</li> <li>• s'assurer de la stabilité du terrain, de l'assise de l'engin de levage</li> <li>• moyens de décrochage des élingues à distance</li> </ul>
<b>Résistance des appuis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• renversement du tronçon inférieur de la tour</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• l'entreprise devra vérifier la qualité du béton in situ avant scellement des ancrages</li> </ul>
<b>Mise en place du tronçon supérieur du mât</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cisaillement, heurt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• les opérateurs chargés de l'assemblage seront en liaison radio avec le chef de manœuvre.</li> </ul>
<b>Mise en place de la machine et des pales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• renversement ou retombée de la charge (écrasement du personnel)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pour des vitesses de vents &gt; à 15 m/s arrêter les travaux</li> <li>• plate-forme de travail équipée de garde-corps</li> </ul>

→ Toute entreprise assurant une livraison de matériaux conséquente

POINTS PARTICULIERS	RISQUES IDENTIFIES	MESURES A PRENDRE
<b>Approvisionnement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• risque à la manutention</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• définition zone de protection moyens de livraison</li> <li>• moyens de levage</li> <li>• s'assurer de la stabilité du terrain</li> </ul>
<b>Transport et stockage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• encombrement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stabilité des éléments sur véhicule et au sol (arrimage)</li> <li>• si empiètement sur voie publique, nécessité d'une signalisation adaptée</li> </ul>

→ Raccordement HT inter-éolien

POINTS PARTICULIERS	RISQUES IDENTIFIES	MESURES A PRENDRE
<b>Déchargement des tourets de câble</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• heurt, coincement ou cisaillement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sous responsabilité d'un chef de manœuvre manutention mécanique</li> <li>• balisage au sol de la zone de déchargement. Seul le personnel d'exécution y aura accès</li> <li>• utilisation d'un dérouleur adapté posé sur une surface d'appui stable</li> </ul>
<b>Pose des câbles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• chutes du personnel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• utilisation des équipements de sécurité mis en place avant levage, à chaque niveau d'intervention plate-forme de travail équipée de garde-corps, système de levage mécanique des colis, permettant leur réception en conservant les protections collectives.</li> <li>• l'entreprise devra indiquer dans son P.P.S.P.S. les dispositions qu'elle compte prendre pour l'ancrage du câble d'élévation et pour celui du stop-chutes et fournir la fiche technique du matériel</li> </ul>

## L3 - LA MAINTENANCE

Une fois le chantier réalisé, la présence de personnel sur le site sera très ponctuelle. De ce fait, le site ne dispose pas d'installation spécifique pour l'accueillir.

Les éoliennes sont équipées de multiples capteurs en relation avec un système de pilotage à distance. Ce dernier permet le diagnostic et l'analyse de la performance en permanence, ainsi que certaines actions à distance.

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.

Les constructeurs éoliens se sont dotés de centres de maintenance de proximité en parallèle de la construction des parcs afin d'en assurer une maintenance optimale.

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 sur site rapide à tout moment :

Une maintenance préventive est réalisée sur les machines. Celle-ci consiste à changer les composants de la machine suivant leur cycle de vie. Le changement des pièces défectueuses constitue le second type de maintenance : la maintenance curative.

### L3.1 - DISPOSITIONS GÉNÉRALES

Conformément à l'Art. 22. de l'arrêté du 26 août 2011, les consignes de sécurité sont établies et portées à la connaissance du personnel en charge de l'exploitation.

Ces consignes indiquent :

- les procédures d'arrêt d'urgence et de mise en sécurité de l'installation,
- les limites de sécurité de fonctionnement et d'arrêt,
- les précautions à prendre avec l'emploi et le stockage de produits incompatibles,
- les procédures d'alertes avec les numéros de téléphone du responsable d'intervention de l'établissement, des services d'incendie et de secours.

Les consignes de sécurité indiquent également les mesures à mettre en oeuvre afin de maintenir les installations en sécurité dans les situations suivantes : survitesse, conditions de gel, orages, tremblements de terre, haubans rompus ou relâchés, défaillance des freins, balourd du rotor, fixations détendues, défauts de lubrification, tempêtes de sable, incendies ou inondations.

Tous les techniciens possèdent une habilitation aux premiers secours. Cette dernière est renouvelée tous les deux ans. Signalons également que les interventions s'effectuent toujours en équipe. Par ailleurs, des formations spécifiques à l'usage du système d'évacuation sont dispensées tous les deux ans en interne par des formateurs habilités.

### L3.2 - CIRCULATION DES VÉHICULES ET DU PERSONNEL SUR LE SITE

#### L3.2.1 - SUR SITE

Les risques d'accident de circulation sur le site sont faibles :

- la vitesse de circulation est limitée sur les chemins d'exploitation du parc et le personnel est tenu de respecter ces limitations ainsi que le code de la route,
- les chemins d'exploitation font l'objet d'un entretien régulier (entretien à la charge de l'exploitant),
- il y a peu de circulation du personnel sur le site : ces déplacements sont spécifiques à des interventions sur une ou plusieurs machines et ne nécessitent pas de va-et-vient sur le site,
- hormis la circulation des engins agricoles, il y a peu de circulation supplémentaire à celle du personnel, le risque d'accident avec des tiers est ainsi très limité,
- l'aire de circulation est très faible.

Rappelons que le port du casque et de chaussures de sécurité est obligatoire pour tout le personnel.

### L3.2.2 - DU SITE VERS LA BASE DE MAINTENANCE

Le risque d'accident de circulation entre le site et la base de maintenance est similaire à celui des individus prenant régulièrement la route.

Le personnel est tenu de respecter les limitations de vitesse ainsi que le code de la route.

La société de maintenance veille particulièrement au respect de ces règles par son personnel. De plus, chaque véhicule dispose d'un système de géolocalisation, en cas de problème.

## L3.3 - LES ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION INDIVIDUELLE

L'appellation EPI (Equipement de Protection Individuelle) s'applique à tout dispositif ou moyen destiné à être porté ou tenu par une personne en vue de la protéger contre un ou plusieurs risques susceptibles de menacer sa santé ainsi que sa sécurité.

Selon la directive 89/656/CEE, du 30 novembre 1989 : l'employeur se doit de fournir un EPI conforme aux dispositions communautaires relatives à la conception et à la construction en matière de sécurité et de santé le concernant. Dans tous les cas, un EPI doit :

- être approprié par rapport aux risques à prévenir, sans induire lui-même un risque accru,
- répondre aux conditions du lieu de travail,
- tenir compte des exigences ergonomiques et de santé du travailleur,
- convenir au porteur, après tout ajustement nécessaire.

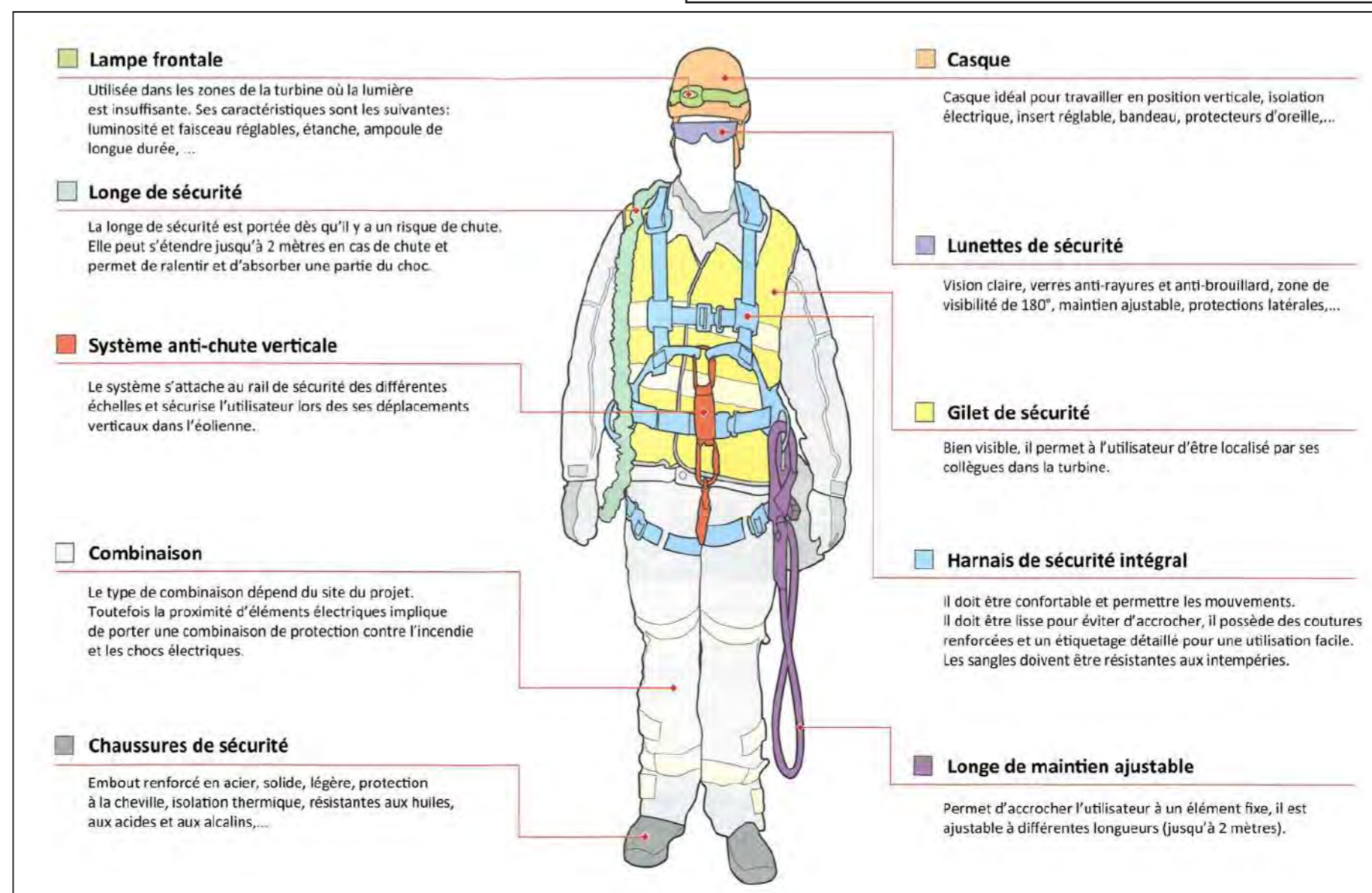
Les EPI sont fournis gratuitement par l'employeur, qui assume les charges liées au maintien de leur fonctionnement (entretien, réparation, remplacement).

Les travailleurs sont informés des risques contre lesquels le port de l'EPI les protège. Une formation et des entraînements peuvent être organisés afin que les divers EPI soient correctement utilisés.

Les consignes relatives au port des protections sont affichées en pied de machine et dans les lieux où les EPI doivent être portés.

La Figure 174 qui suit expose les différents EPI (caractéristiques et fonctions) utilisés dans le cadre de la maintenance éolienne.

FIGURE 174 : LES DIFFÉRENTS EPI POUR LA MAINTENANCE ÉOLIENNE





### **L3.3.1 - PROTECTIONS SONORES AUTOUR DES SOURCES DE BRUIT**

Le bruit le plus important est généré quand l'éolienne est en fonctionnement, à l'intérieur de la nacelle.

Certains constructeurs interdisent toute présence humaine dans la nacelle lorsque l'éolienne fonctionne. La maintenance avec l'éolienne en fonctionnement représente ainsi une part très limitée du temps de travail, de l'ordre de 1 %.

La maintenance a donc principalement lieu quand l'éolienne est arrêtée, avec un niveau de bruit équivalent à celui du bruit ambiant (le ventilateur et le transformateur étant coupés). Lorsque ces équipements restent en fonctionnement le niveau sonore est de l'ordre de 80 dB.

Les appareils, conformes aux dispositions légales, ne constituent pas, pour le technicien au poste de travail, un risque pour sa santé. Il dispose, de plus, d'équipements de protection contre le bruit (bouchon antibruit, casque), utilisés à l'intérieur de l'éolienne en fonctionnement mais également lors de l'utilisation d'outils générant un bruit important.

En outre, le personnel suit des visites médicales, qui comprennent entre autre, un contrôle de l'ouïe.

### **L3.3.2 - PROTECTIONS CONTRE LA CHUTE**

Les chutes peuvent se produire :

- dans le mât,
- de la nacelle, vers l'intérieur (dans le mât) ou vers l'extérieur,
- du moyeu du rotor vers l'extérieur.

Les techniciens intervenant dans les éoliennes sont systématiquement équipés de harnais spécifiques au travail en hauteur et de deux dégaines leur permettant de s'assurer continuellement sur les différentes lignes de vie dont dispose l'installation. Une procédure spécifique à chaque intervention à risque doit être suivie.

Les techniciens ont tous une habilitation pour le travail en hauteur qui est renouvelée tous les deux ans, permettant ainsi de vérifier l'aptitude et la compétence du personnel.

La nacelle de l'éolienne est équipée d'un dispositif de sauvetage conforme à la norme EN 341. Le dispositif de sauvetage sert pour le sauvetage de personnes incapables d'utiliser l'EPI contre la chute, ainsi que pour l'évacuation dans toutes les situations d'urgence, quand l'éolienne ne peut être quittée sans danger via l'échelle. Ce matériel, ainsi que les lignes de vies et garde-corps sont contrôlés tous les ans, en interne.

#### **L3.3.2.1 - Dans le mât**

La circulation à l'intérieur du mât, que ce soit pour la montée ou pour la descente s'effectue par le monte-charge qui dispose d'une cage anti-chute. Plusieurs plates-formes intermédiaires forment des étages à l'intérieur du mât. Le matériel peut être acheminé par ce monte-charge ou le cas échéant, par un treuil, pour les éléments les plus lourds ou les plus grands.

En cas de nécessité (panne, évacuation d'urgence...) une échelle permet de monter et descendre dans l'éolienne. Cette échelle dispose d'un garde-corps ainsi que d'une ligne de vie. Elle s'arrête sur chaque plate-forme.

#### **L3.3.2.2 - Dans la nacelle**

Dès lors que les techniciens ont à intervenir depuis la nacelle vers l'extérieur (toit, utilisation du treuil...), ils se mettent en sécurité via la ligne de vie. Notons toutefois, qu'à l'intérieur même de la nacelle, la mise en place de ligne de vie n'est pas possible (contrainte technique).

#### **L3.3.2.3 - Dans le moyeu du rotor**

Dès lors que les techniciens ont à intervenir dans le moyeu, ils travaillent toujours les pieds à terre et à la verticale. Aucun réseau de ligne de vie n'est possible dans cet espace.

## **L3.4 - PROTECTIONS CONTRE LES RISQUES LIÉS AUX MOYENS DE LEVAGE**

### **L3.4.1 - LES PRINCIPAUX RISQUES**

Les principaux risques sont :

- déplacements sur échelle et marchepied et chutes de hauteur,
- exposition aux intempéries (chaleur, froid, vent, givre, pluie),
- exposition au bruit du chantier,
- contraintes posturales dans un espace réduit,
- chute en gravissant ou en descendant de l'échelle de montée,
- lombalgies d'effort (manutention du matériel de calage et d'arrimage),
- risque d'accident vis-à-vis des tiers en cas de mauvaise manoeuvre avec heurt du personnel du chantier avec la charge,
- électrisation (contact de la grue avec un conducteur aérien sous tension),
- chute de la charge ou des moyens de levage.

### **L3.4.2 - L'ENGIN DE LEVAGE**

Différents appareils permettent de garantir la stabilité du moyen de levage :

- grue équipée d'un anémomètre avec alarme et pré-alarme,
- limiteur de charge et limiteur de couple,
- translations de grue contrôlées (butées, socle),
- systèmes d'aide automatique à la conduite appropriés,
- sécurisation de l'accès de la cabine : échelle à crinoline avec palier de repos, ascenseur,
- siège et poste de commande ergonomiques,
- cabine climatisée ou chauffée et ventilée,
- bonne liaison grutier-responsable des travaux (radio, pupitre, téléphone).

### **L3.4.3 - L'ENTRETIEN DE L'ENGIN DE LEVAGE**

Les appareils de levage sont munis d'un carnet de maintenance. L'arrêté du 2 mars 2004 en application depuis le 1<sup>er</sup> avril 2005 impose l'existence d'un carnet de maintenance tenu à jour pour chaque appareil de levage.

Avant et après leur utilisation, les engins de levage doivent faire l'objet de vérifications et d'opérations de maintenance.

Quatre chapitres du Code du Travail définissent les règles applicables :

- vérifications lors de la mise en service prescrites par l'article R.4323-22,
- vérifications générales périodiques prescrites par l'article R.4323-23 à R.4323-27,
- vérifications lors de la remise en service prescrites par l'article R.4323-28,
- tenue d'un carnet de maintenance prescrite par l'article R.4323-20 et R.4323-21.

L'inobservation de ces règles engage la responsabilité pénale personnelle du responsable.

La maintenance comporte un examen approfondi des éléments essentiels tous les 5 ans si la maintenance prescrite par le constructeur dans la notice d'instructions n'a pas été réalisée.

### **L3.4.4 - L'INSTALLATION SUR LE SITE DU CHANTIER**

Dans des conditions venteuses sévères ou géologiques douteuses, une étude préalable des risques de renversement des grues à tour sous l'effet du vent ou d'une défaillance du sol sous les stabilisateurs est réalisée pour évaluer les effets de site liés au vent et obtenir un avis sur le sol et les fondations. Un cahier des charges est transmis à l'exploitant pour être mis en forme lors de la maintenance.

Il convient de s'assurer que la grue est placée sur un sol sain et compacté afin d'éviter tout mouvement de sol. Le système de calage doit être de taille significative par rapport aux vérins pour pouvoir jouer pleinement son rôle de stabilisateur.

Il est impératif de s'assurer que les préposés utilisateurs de la grue connaissent et appliquent les règles de sécurité inhérentes à ce type de matériel : verrouillage du système de freinage, flèche en girouette...

## L3.5 - PROTECTION CONTRE LE RISQUE INCENDIE

Chaque machine est dotée de moyens de lutte contre l'incendie appropriés aux risques et conformes aux normes en vigueur.

### L3.5.1 - RISQUE PRÉSENTÉ

Les opérations de maintenance, la défaillance d'un appareil, une surtension peuvent amener un départ de feu dans la nacelle en présence de personnel. Rappelons que la maintenance n'est pas autorisée en période d'orage.

En dehors du personnel, la foudre ou une surchauffe liée à l'emballement de la machine peut entraîner un incendie. Par conséquent, ce dernier peut conduire à la chute de bris de pale ou / et la ruine de l'éolienne.

### L3.5.2 - MOYENS DE PRÉVENTION

#### L3.5.2.1 - Pour le personnel

Le déclenchement des détecteurs de fumée génère une sirène dans la nacelle et dans la tour et avertit ainsi le personnel présent.

L'éolienne dispose de plusieurs extincteurs, bien visibles et facilement accessibles, à l'arrière de la nacelle et à l'entrée de l'éolienne. Ils font l'objet d'un contrôle annuel par une société extérieure.

Les employés de maintenance seront formés aux différentes méthodes d'évacuation comme l'utilisation du système d'évacuation d'urgence depuis l'intérieur de la nacelle.

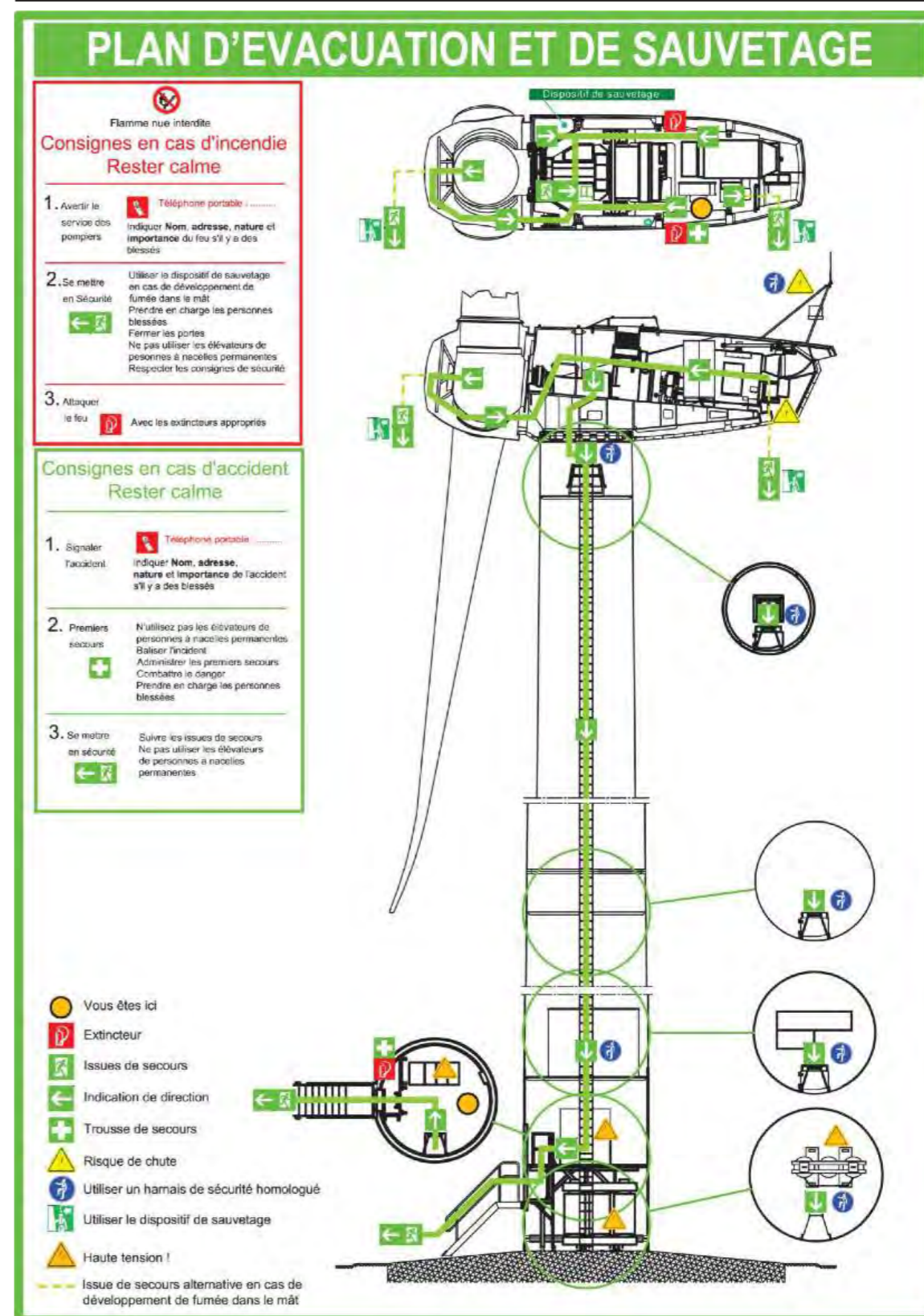
Le plan d'évacuation (exemple en Figure 175) permet au personnel d'évacuer l'éolienne. De plus, une couverture anti-feu est présente pour tous les travaux par points chauds et permis de feu. Les techniciens de maintenance disposent toujours de kits de premiers secours avec eux.

#### L3.5.2.2 - En l'absence de personnel

Un système d'alarme est couplé avec le système de détection qui informe le centre de télésurveillance en temps réel d'un fonctionnement anormal. Ce dernier est alors en mesure de contacter les secours dans un délai de 15 min à compter de l'entrée en fonctionnement anormal de la machine, conformément à l'Art. 23 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié. Les secours mettront en place un périmètre de sécurité dès leur arrivée.

Le déclenchement des détecteurs de fumée induit également l'arrêt de l'éolienne et son isolement électrique par ouverture de la cellule en pied de mât. La procédure d'arrêt est ainsi mise en oeuvre en moins de 60 min, conformément à l'Art. 24 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié.

FIGURE 175 : EXEMPLE DE PLAN D'ÉVACUATION DE L'ÉOLIENNE



## L3.6 - PROTECTION CONTRE LES PIÈCES MÉCANIQUES

### L3.6.1 - RISQUE PRÉSENTÉ

Les pièces mécaniques, par leur rotation, peuvent engendrer des blessures corporelles plus ou moins graves, pouvant aller jusqu'au décès de la personne. La nacelle comporte toutefois peu de pièces en mouvement.

### L3.6.2 - MOYENS DE PRÉVENTION

Toutes les pièces mécaniques en mouvement (accouplements, arbres, chaînes, etc.) sont protégées par des carters.

Des boutons "coup de poing" d'arrêt d'urgence permettent l'arrêt de l'installation. Ils sont situés à l'entrée de l'éolienne et au niveau de la nacelle. Le déclenchement de ces boutons conduit à l'arrêt de l'éolienne (mise en drapeau des pales, déclenchement du frein hydraulique, coupure de la haute tension puis arrêt des systèmes hydrauliques). L'électricité est maintenue pour l'éclairage et les dispositifs de contrôle.



Bouton d'arrêt d'urgence

*Bouton d'arrêt d'urgence sur la boîte de contrôle de la nacelle*

## L3.7 - RISQUE ÉLECTRIQUE

Les installations électriques sont conformes aux normes UTE C18-510.

Ces installations sont entretenues en bon état et sont contrôlées à une fréquence annuelle, après leur installation ou leur modification par une personne compétente. La périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications des installations électriques ainsi que le contenu des rapports relatifs aux dites vérifications sont fixés par l'arrêté du 10 octobre 2000.

### L3.7.1 - RISQUE PRÉSENTÉ

L'éolienne présente toujours une basse ou une moyenne tension. La maintenance s'effectue donc avec la présence du courant électrique dans l'installation, ce qui peut engendrer pour le personnel des risques d'électrocution et de brûlures. Les causes ou les processus conduisant à ces risques sont essentiellement :

- le contact direct avec les conducteurs nus sous tension,
- le contact par l'intermédiaire d'une masse métallique mise accidentellement sous tension,
- les arcs électriques.

### L3.7.2 - MOYENS DE PRÉVENTION

La protection du personnel contre les contacts directs est réalisée soit par l'isolement des parties actives des matériels électriques, soit par la mise sous gaine. Les armoires électriques ainsi que les coffrets de liaison des machines et matériels sont maintenus fermés.

La protection contre les contacts indirects est assurée par un dispositif permanent d'isolement du premier défaut, les protections contre les surintensités (disjoncteur, fusibles, HPC : Haut Pouvoir de Coupure) assurant la coupure du deuxième défaut.

Le personnel de maintenance possède une habilitation électrique pour intervenir sur ces installations. Cette dernière est renouvelée tous les 2 ou 3 ans permettant de vérifier ainsi l'aptitude et les connaissances du personnel dans ce domaine.

Dans le cadre du décret N°88-1056 du 14 novembre 1988 (protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en oeuvre des courants électriques), les installations électriques font l'objet de vérifications annuelles par un organisme agréé haute tension (HT).

Pour la basse tension (BT), les vérifications sont réalisées, en interne, par des équipes dédiées à cette tâche et habilitées par un organisme extérieur.

## **L3.8 - PROTECTION CONTRE LES PRODUITS UTILISÉS**

L'entreposage à l'intérieur et aux abords de l'éolienne de matériaux combustibles ou inflammables est interdit (art. 16 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié).

### **L3.8.1 - INVENTAIRE**

Les principales catégories de produits mis en oeuvre dans l'éolienne sont des dégrissants, des freins filets, des graisses, des huiles, des nettoyants, de la peinture, du silicone...

### **L3.8.2 - RISQUES CHIMIQUES**

Les produits chimiques sont dangereux en raison de :

- leur activité vis-à-vis d'autres substances ou produits (incompatibilité),
- leur activité propre (toxicité, inflammabilité, température d'emploi).

Les risques inhérents à ces aspects sont pour le personnel :

- les brûlures chimiques occasionnées par des projections de produits caustiques,
- les brûlures thermiques en cas d'inflammation de produits combustibles, ou de contact avec des points chauds ou froids,
- l'intoxication aiguë ou chronique,
- vapeur (lié au confinement de la nacelle).

### **L3.8.3 - MOYENS DE PRÉVENTION**

Tous les récipients contenant des matières premières sont étiquetés conformément à la législation en vigueur.

Une formation orale ainsi qu'une sensibilisation est apportée au personnel concerné sur les points suivants :

- les dangers présentés par les produits,
- les opérations de manipulation de produits,
- le comportement à tenir en cas d'incident ou d'accident.

Les fiches de données de sécurité des produits sont portées à la connaissance des personnes les manipulant.

## **L3.8.4 - MOYENS DE TRAITEMENT**

En cas de fuite, les véhicules de maintenance sont équipés de kits de dépollution composés de grandes feuilles absorbantes. Ces kits d'intervention d'urgence permettent :

- de contenir et arrêter la propagation de la pollution,
- d'absorber les déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools...) et produits chimiques (acides, bases, solvants...),
- de récupérer les déchets absorbés.

Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, la société de maintenance se charge de faire intervenir une société spécialisée qui récupérera et traitera la terre souillée via les filières adéquates.

## **L3.9 - PROTECTION CONTRE LE POIDS**

Les pièces mécaniques des éoliennes peuvent être très lourdes (plusieurs tonnes).

L'ascenseur est utilisé pour le petit matériel. Pour toutes les pièces volumineuses, un treuil peut être utilisé. Si la charge est très importante, une grue est mise en place.



# M - CONCLUSION

---

Le projet éolien de la Voie de Cambrai est constitué de 18 éoliennes, d'une hauteur maximale de 150 m et d'une puissance de 3 à 3,2 MW chacune.

Le site du projet est un large plateau ne présentant pas de contrainte majeure, et se prêtant bien à l'implantation d'un parc éolien.

La ressource en vent y est importante et permet de maximiser la production d'électricité par machine.

L'analyse des impacts du projet, réalisée notamment au travers de diverses études spécifiques, montre des impacts globalement faibles.

Les mesures d'évitement, de réduction, de compensation et d'accompagnement (suivis acoustiques, avifaune et chiroptères) qui accompagnent le projet permettent de limiter encore ces impacts.

Considérant la volonté nationale de développement des énergies renouvelables et de réduction des gaz à effet de serre, ce projet apparaît donc tout-à-fait compatible avec l'environnement.