

PIECE n°5 – ETUDE D’IMPACT et ETUDE DE DANGERS

Version consolidée – octobre 2020

Version numérique – Partie 3 sur 3

Demande d’autorisation environnementale

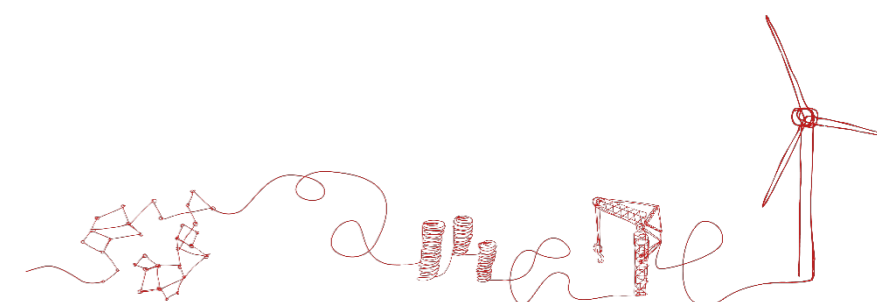
Projet éolien de Grattepanche (80)

Pétitionnaire – SAS FERME EOLIENNE DE GRATTEPANCHE



La version numérique de la pièce n°5 a été scindée en 3 parties afin de faciliter son transfert. Les 3 parties sont articulées de la manière suivantes :

Partie 1	Eléments d’introduction, puis pages 1 à 265 de la pièce n°5
Partie 2	Pages 266 à 375 de la pièce n°5
Partie 3	Pages 376 à 563 de la pièce n°5



• Photosimulation 50 : Depuis le giratoire des Bornes du Temps au carrefour RD 1001 / RD 97 (Projet à 17 040 m)

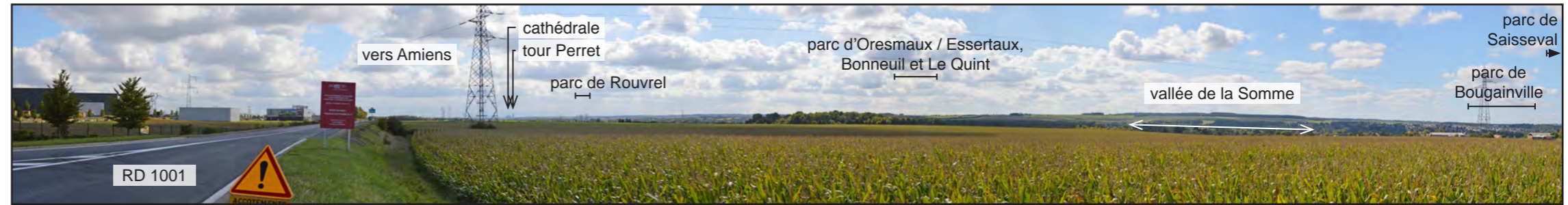
Après les vues n°36 et 37, cette vue permet elle-aussi d'apprécier l'incidence visuelle du projet sur la perception de l'ensemble urbain Amiénois.

Axe majeur d'arrivée à Amiens depuis le Nord-Ouest, la RD 1001 permet rapidement d'en distinguer la cathédrale et la tour Perret. Néanmoins, cette perception est souvent contrariée soit par l'une des lignes électriques à haute tension qui traversent le paysage, soit par des bosquets proches ou talus boisés qui se présentent régulièrement.

Les éoliennes existantes ou autorisées qui se distinguent par temps clair de la ligne d'horizon demeurent peu perceptibles.

Les rotors des 4 éoliennes du projet se laisseront entrevoir au-delà d'un boisement du premier plan, à droite des tours de télécommunication de Dury et Saint-Fuscien, dans un angle de vue différent de celui du centre historique d'Amiens. Ils apparaîtront dans un rapport d'échelle favorable à la vallée de la Somme qui les précède.

État initial - Vue panoramique

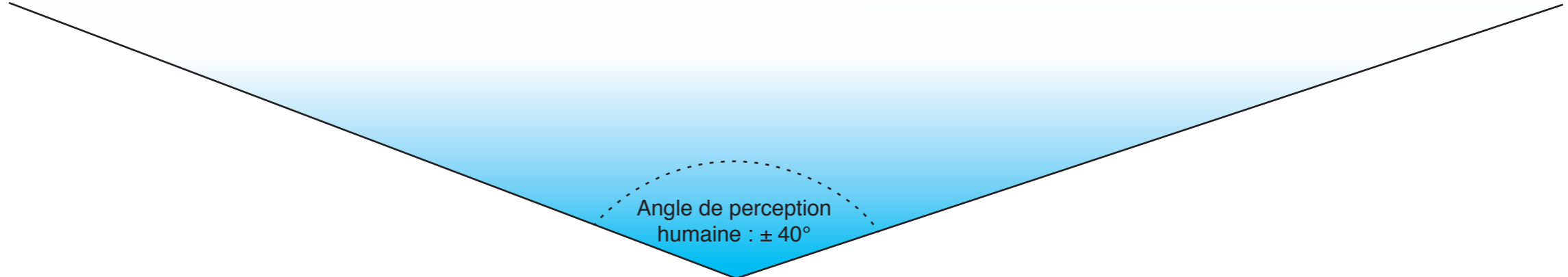


Angle de vue 160°

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



EQS - 22/09/2017



Simulation avec le projet - Vue panoramique

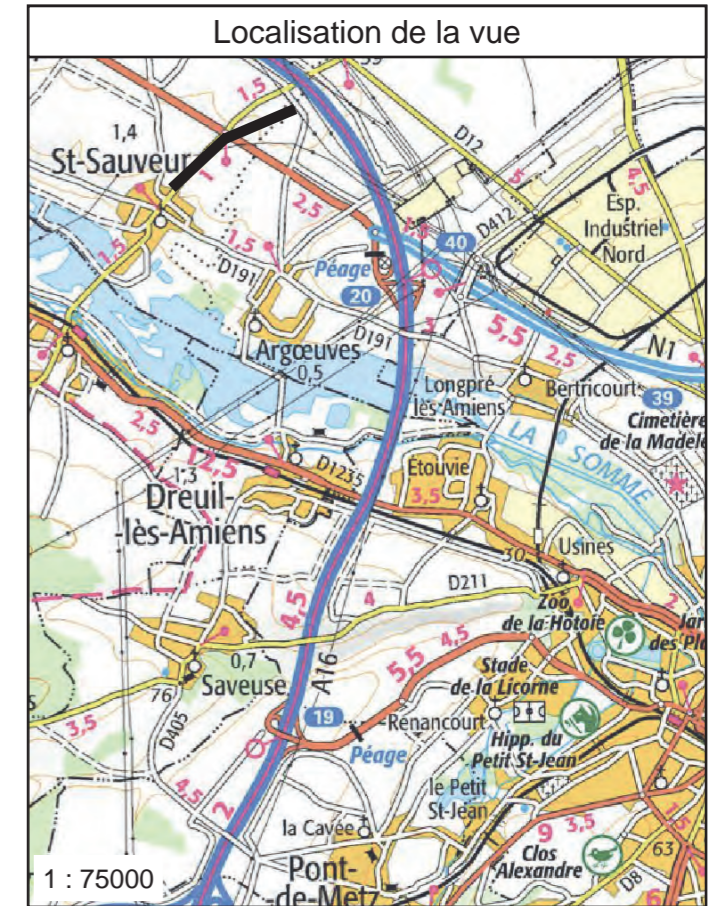


Angle de vue 160°



Angle total de la vue $\pm 80^\circ$ (pages gauche et droite)

Angle de perception humaine : $\pm 40^\circ$



- Photosimulation 51 (complément n°1) : Depuis la sortie Est de Grattepanche, par la VC de Grattepanche à Estrées-sur-Noye (Projet à 890 m)

Depuis la sortie Est de Grattepanche, en direction d'Estrées-sur-Noye, la route est bordée au Nord par un talus dans la direction du projet.

À hauteur des dernières habitations, les jardins et leurs boisements, en haut de ce talus, empêchent de voir en direction des éoliennes du projet.

Ce boisement de talus se prolonge sur environ 200 m après la sortie du village, limitant la vue des éoliennes, qui se trouveront dans une direction perpendiculaire à l'axe de la route.

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)



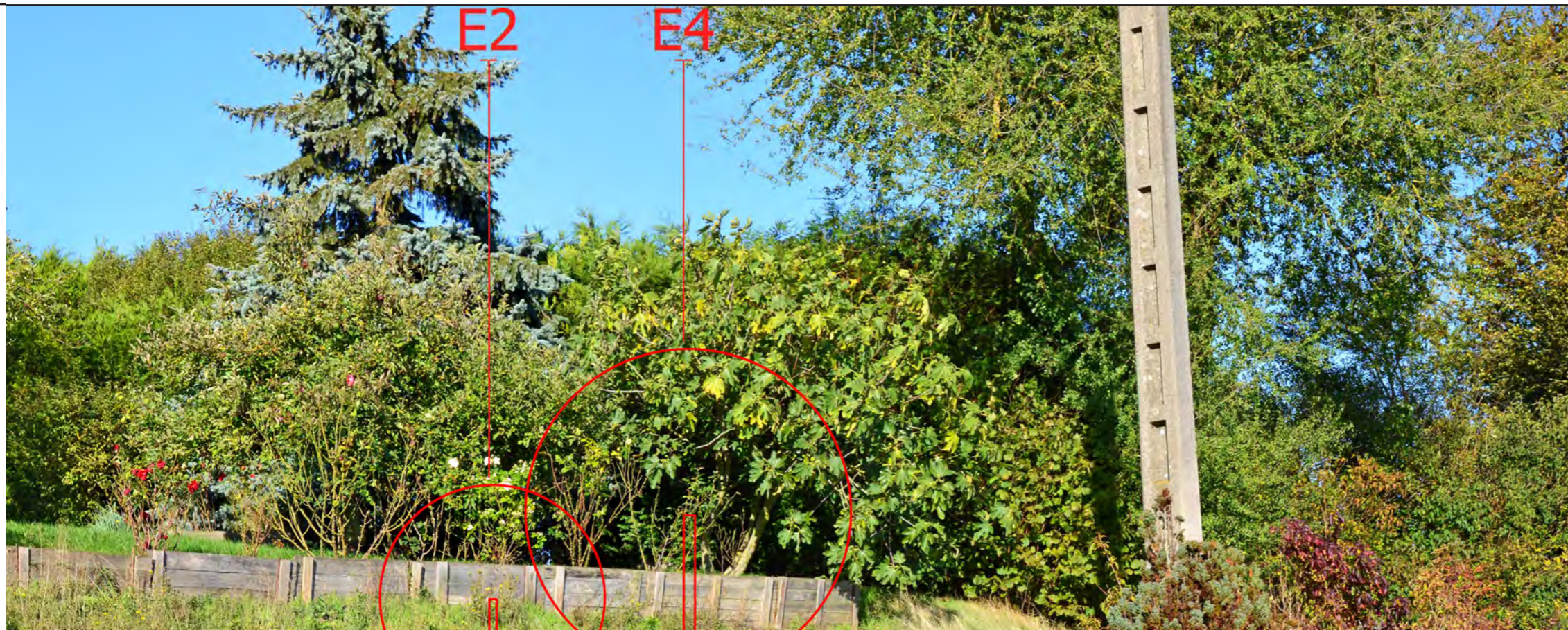
EQS - 17/10/2019

Angle de perception humaine : ± 40°

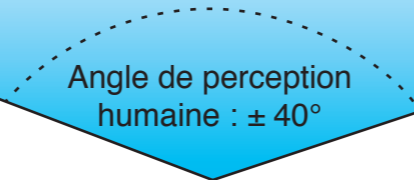
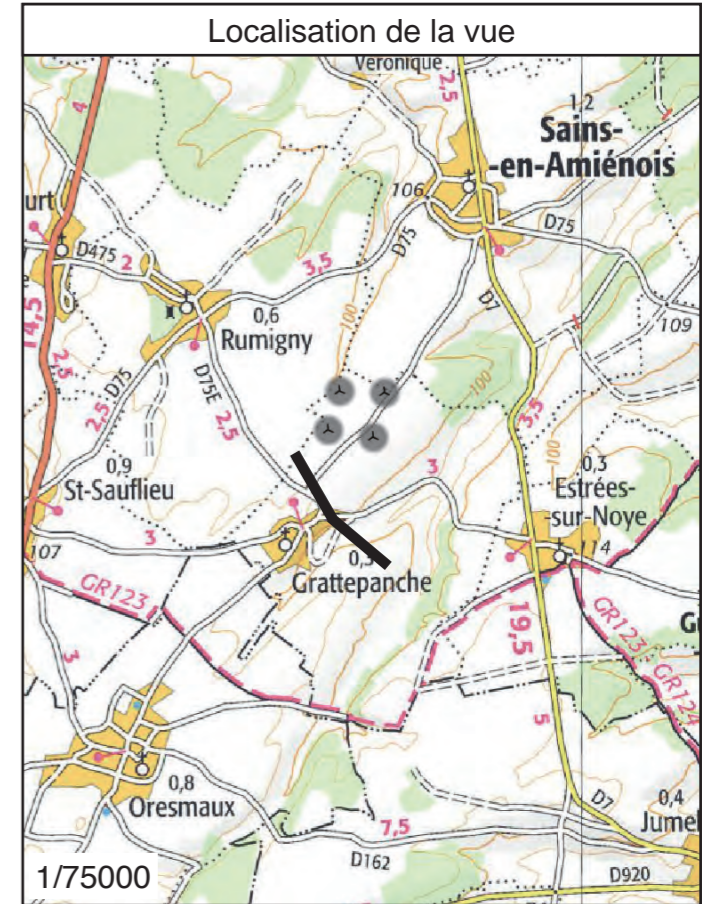
Simulation avec le projet - Vue panoramique



Angle de vue 160°



Angle total de la vue $\pm 80^\circ$ (pages gauche et droite)



- Photosimulation 52 (complément n°2) : Depuis la sortie Sud-Ouest d'Estrées-sur-Noye, par la VC 3 d'Oresmaux à Estrées-sur-Noye (Projet à 2 090 m)

De cette sortie Sud-Ouest d'Estrées-sur-Noye, on aperçoit la silhouette du village de Grattepanche, mais pas encore le vallon.

Dans l'axe du GR 123, à gauche de la direction de Grattepanche, les parcs autorisés ou existants de Bonneuil, Oresmaux et Velennes sont visibles.

À droite de la vue, une ligne électrique traverse l'espace de culture.

Les éoliennes du projet viennent dans l'axe de cette ligne électrique, dans un angle de vue différent de celui du village de Grattepanche et des éoliennes déjà présentes.

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)



EQS - 17/10/2019

Angle de perception humaine : ± 40°

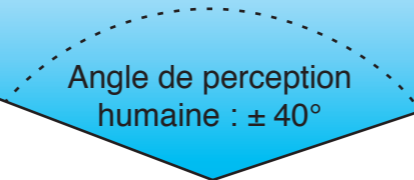
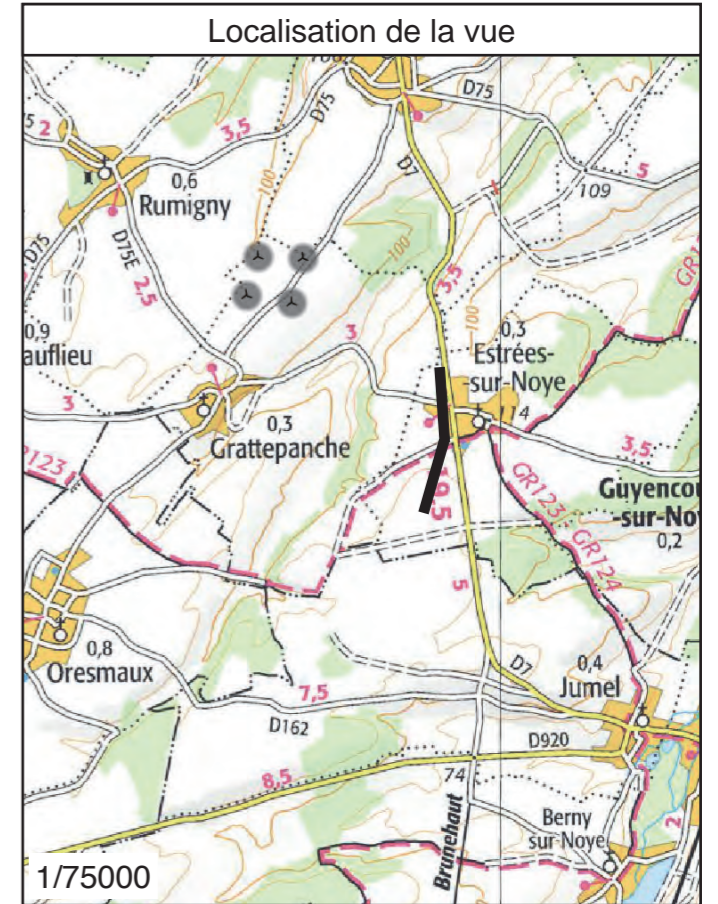
Simulation avec le projet - Vue panoramique



Angle de vue 160°



Angle total de la vue $\pm 80^\circ$ (pages gauche et droite)



- Photosimulation 53 (complément n°3) : Depuis la RD 175 à l'entrée Est de Sains-en-Amiénois (Projet à 2 200 m)

L'entrée Est de Sains-en-Amiénois sur la RD 175 est marquée par un alignement de maisons récentes, dont la plus proche présente une architecture en rupture avec celle du bâti traditionnel.

Cette lisière annonce un village situé en hauteur par rapport à cet accès. À gauche de la vue, le paysage est lui-aussi marqué par une ondulation dont la crête est marquée d'un boisement.

Au loin émergent les éoliennes d'Oresmaux.

Le groupe de quatre éoliennes du projet viendra dans l'alignement de ces maisons récentes, avec une hauteur apparente moindre, dans la direction des éoliennes d'Oresmaux.

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)



EQS - 17/10/2019

Angle de perception humaine : ± 40°

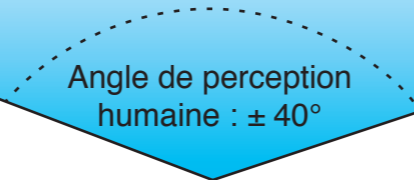
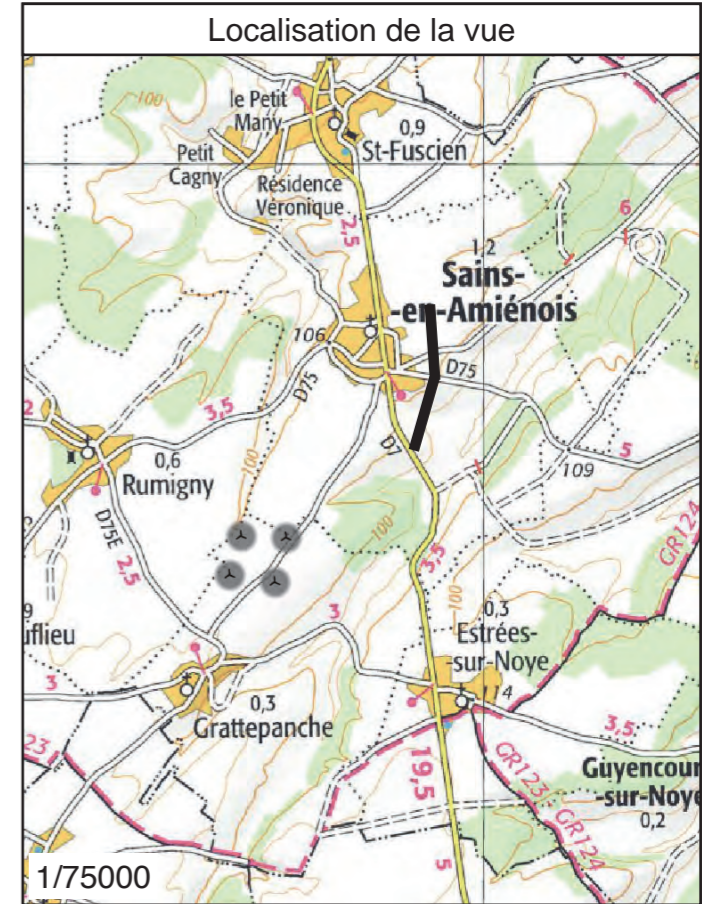
Simulation avec le projet - Vue panoramique



Angle de vue 160°



Angle total de la vue $\pm 80^\circ$ (pages gauche et droite)



• Photosimulation 54 (complément n°4) : Depuis la RD 75 entre Cottenchy et Sains-en-Amiénois (Projet à 4 300 m)

Cette route en haut d'un léger versant offre une vue dégagée vers un vallon sec cultivé, limité par un massif boisé étiré sur sa crête opposée.

La route elle-même est longée d'une ligne électrique, dont les pylônes rompent avec les ondulations horizontales du site.

Dans l'axe du vallon, on devine des éoliennes de parcs construits et autorisés.

Les éoliennes du projet apparaîtront dans l'axe de la route et de sa ligne électrique, dans le prolongement de l'angle de vue occupé par les autres parcs.

La hauteur apparente des éoliennes du projet est comparable à celle des éléments boisés du second plan.

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)



EQS - 17/10/2019

Angle de perception humaine : ± 40°

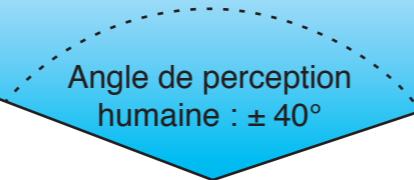
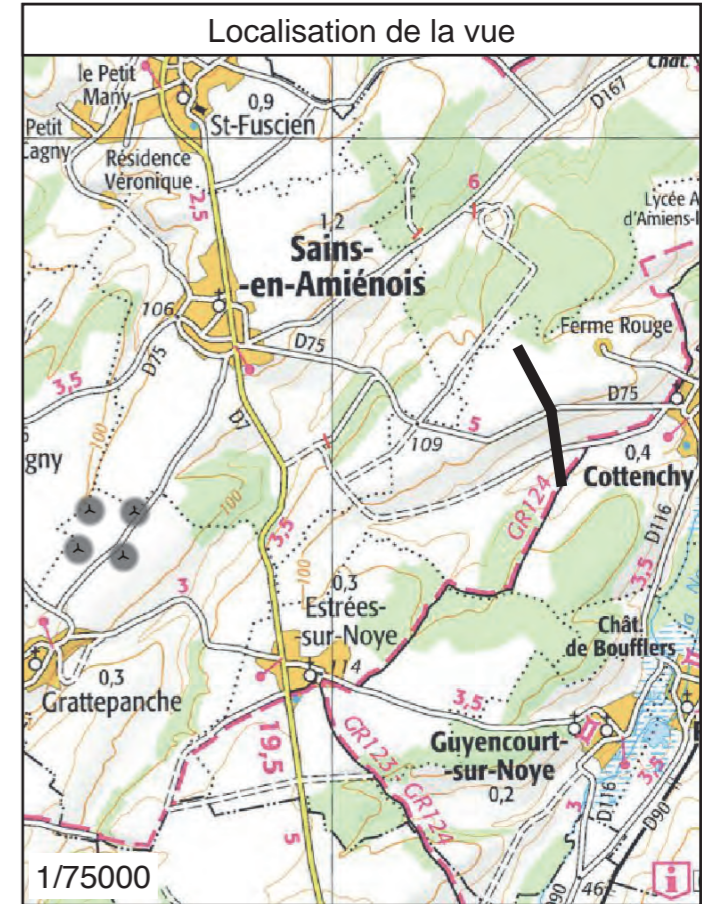
Simulation avec le projet - Vue panoramique



Angle de vue 160°



Angle total de la vue $\pm 80^\circ$ (pages gauche et droite)



- Photosimulation 55 (complément n°5) : Depuis la RD 75 à la sortie de Cottenchy (Projet à 5 360 m)

De la sortie Ouest de Cottenchy, remontant le versant Ouest de la vallée de la Noye, le relief limite les vues éloignées.

En particulier, en direction du projet, seules des extrémités de pales d'éoliennes se laisseront entrevoir.

État initial - Vue panoramique



Angle de vue 150°

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



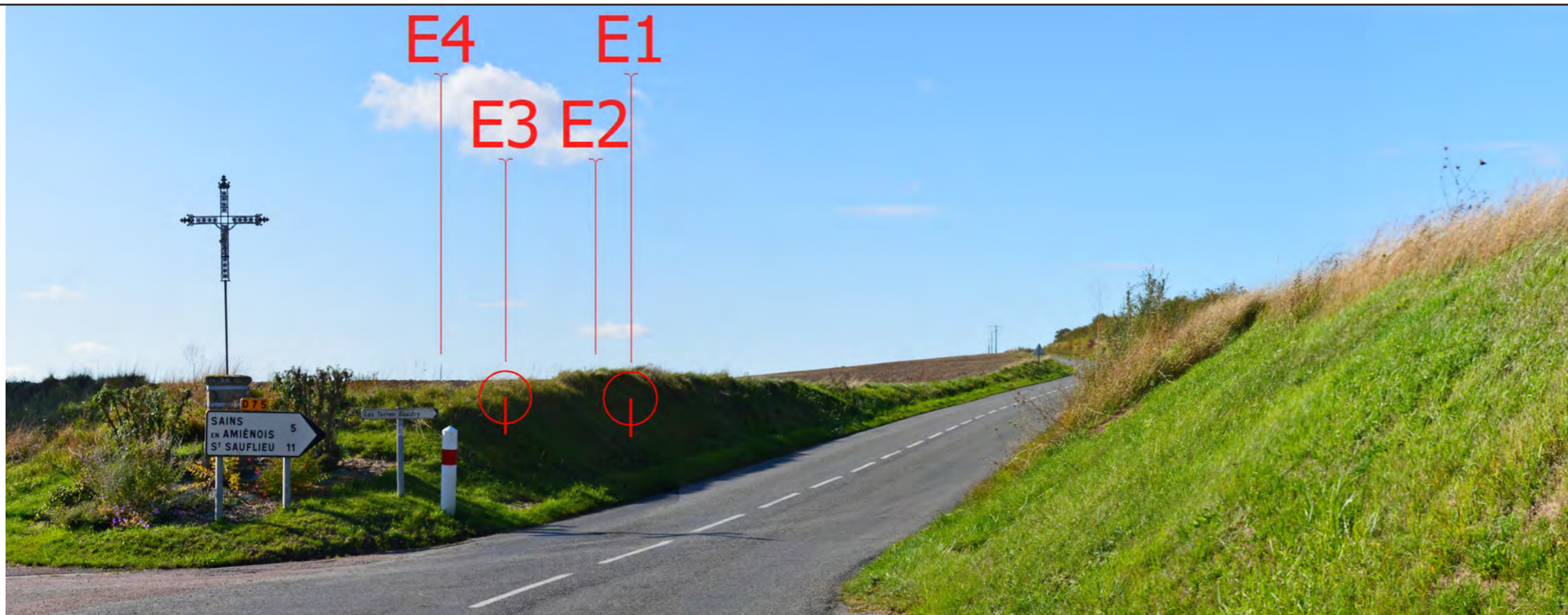
EQS - 17/10/2019

Angle de perception humaine : $\pm 40^\circ$

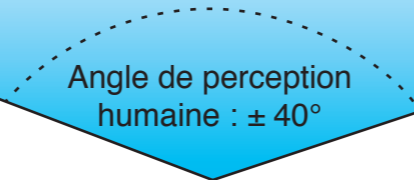
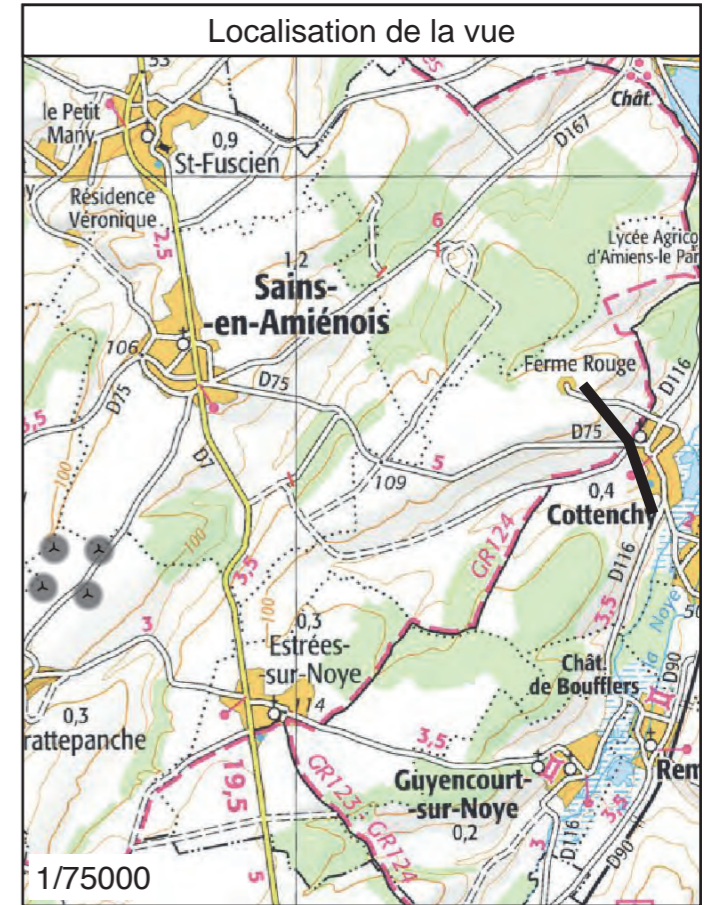
Simulation avec le projet - Vue panoramique



Angle de vue 150°



Angle total de la vue $\pm 80^\circ$ (pages gauche et droite)



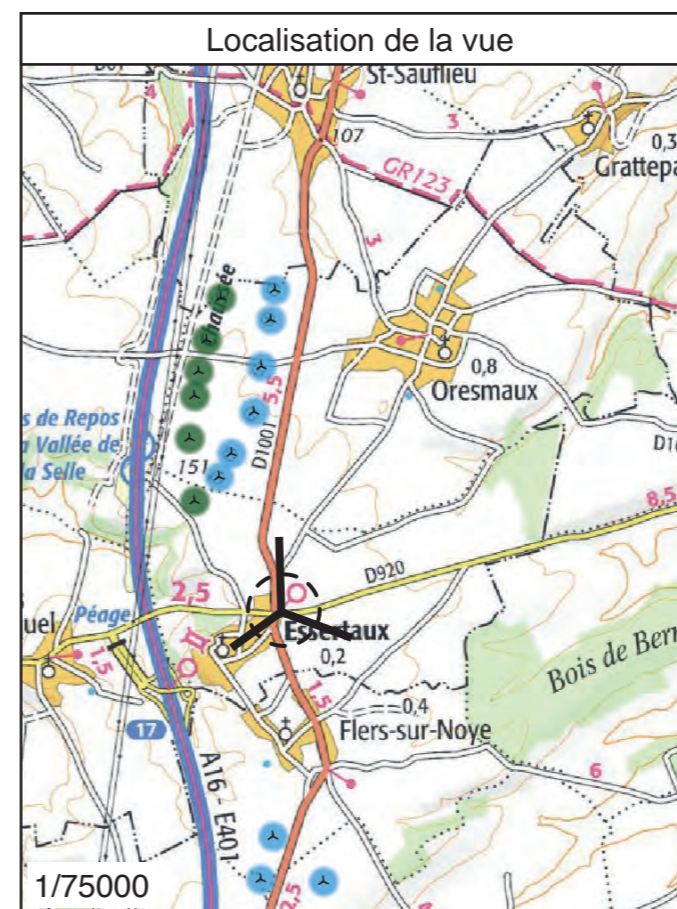
- Photosimulation 56 (complément n°6 à 360°) : Depuis le carrefour RD 1001 / RD 920 à Essertaux (Projet à 6 900 m)

De cette sortie Est d'Essertaux, le château et son parc inscrits, étendus de l'autre côté du village, ne sont pas visibles.

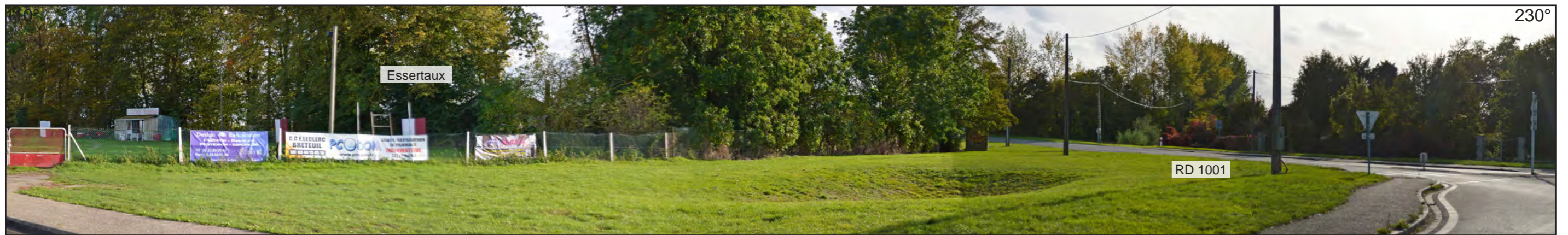
En direction du projet s'étend un espace cultivé, traversé en second plan d'une ligne électrique. Au-delà, le relief légèrement marqué suffit à masquer les villages d'Oresmaux et de Grattepanche.

Les éoliennes construites de Rouvrel apparaissent au-delà de la ligne d'horizon.

Les 4 éoliennes du projet émergeront elles-aussi au-delà de cette étendue cultivée, avec une hauteur apparente comparable à celle de la ligne électrique.



Simulation avec le projet : vue à 360° (angle de 120° par vue)



EQS - 18/10/2019

- Photosimulation 57 (complément n°7) : Depuis le parking du péage de Dury sur l'autoroute A29 (Projet à 6 900 m)

De ce parking de l'aire de péage de Dury sur l'autoroute A 29, les boisements proches ne ménagent que quelques trouées vers les paysages alentour.

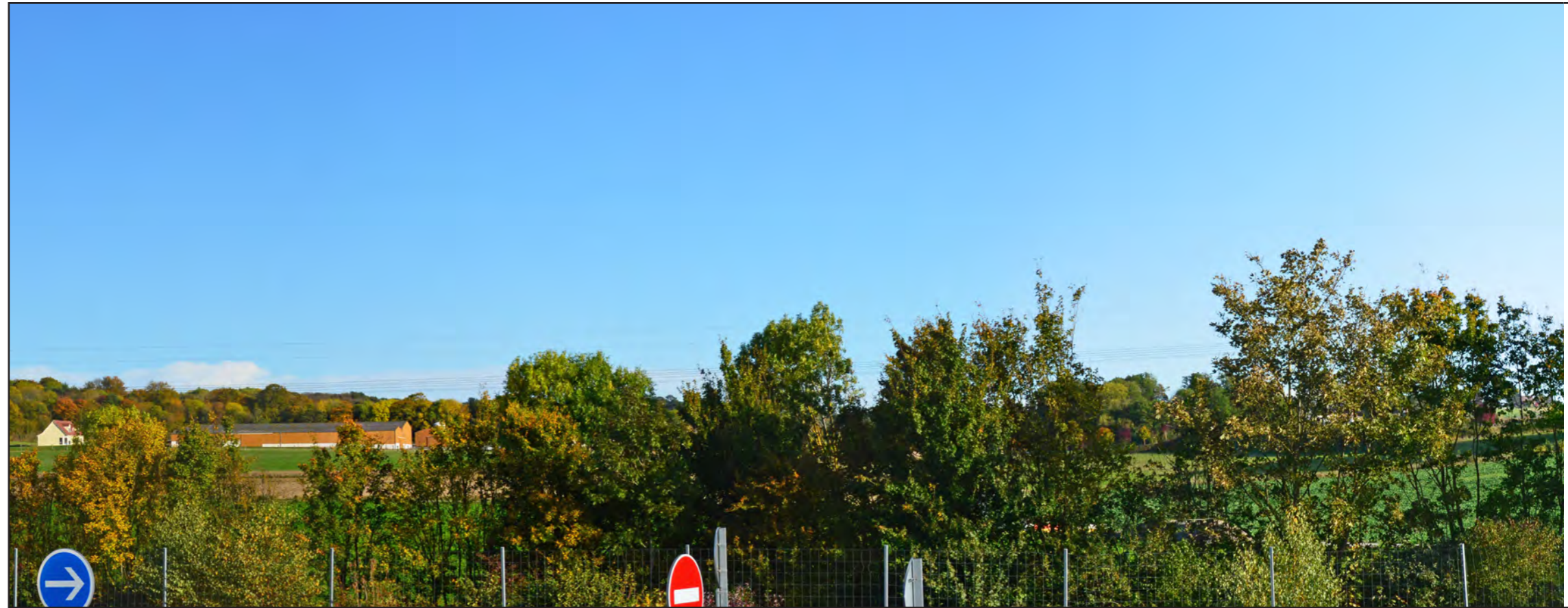
En complément, en direction du projet, c'est aussi un bombement topographique qui masquera les éoliennes du projet.

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)



EQS - 17/10/2019

Angle de perception humaine : ± 40°

Simulation avec le projet - Vue panoramique

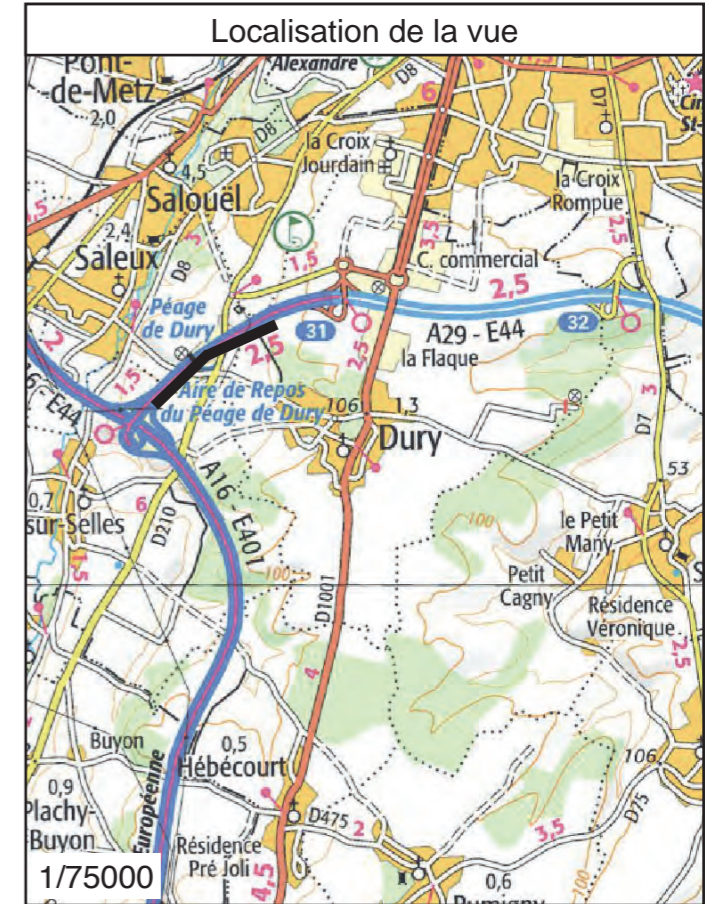


Angle de vue 160°



Angle total de la vue $\pm 80^\circ$ (pages gauche et droite)

Angle de perception humaine : $\pm 40^\circ$



• Photosimulation 58 (complément n°8) : Depuis l'aire d'autoroute de la vallée de la Selle sur l'A16 (Projet à 6 220 m)

Cette aire d'autoroute est plantée d'arbres, qui laissent toutefois dégagée une large vue vers la plaine cultivée.

Cette vue est marquée, au premier plan, par la ligne électrique à haute tension qui longe l'autoroute, et par les proches éoliennes des parcs d'Essertaux et d'Oresmaux.

Plus loin, les rotors des éoliennes du projet seront visibles, bien que largement dominées par les éléments de premier plan.

En outre, un petit bois établi en hauteur, le Bois du Catel à St-Sauflieu, situé entre l'aire de repos et le projet, limite encore sa perception.

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)



EQS - 17/10/2019

Angle de perception humaine : ± 40°

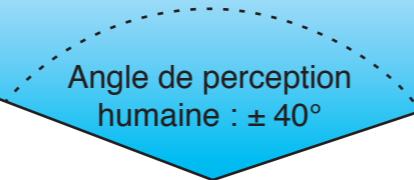
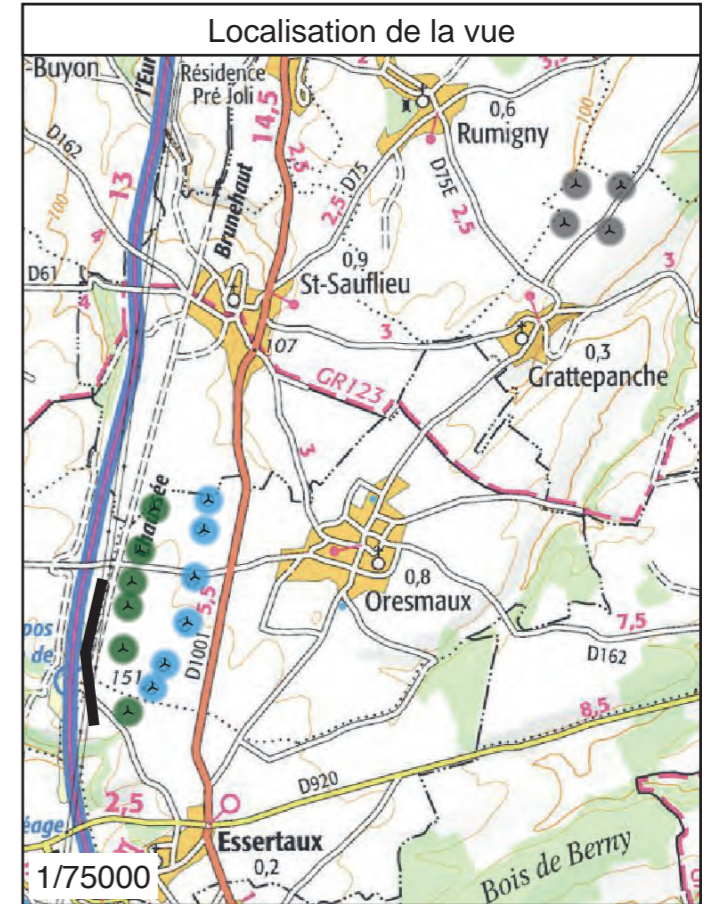
Simulation avec le projet - Vue panoramique



Angle de vue 160°



Angle total de la vue $\pm 80^\circ$ (pages gauche et droite)



• Photosimulation 59 (complément n°9) : Depuis la RN 25 à la sortie Sud de Poulainville (Projet à 16 000 m)

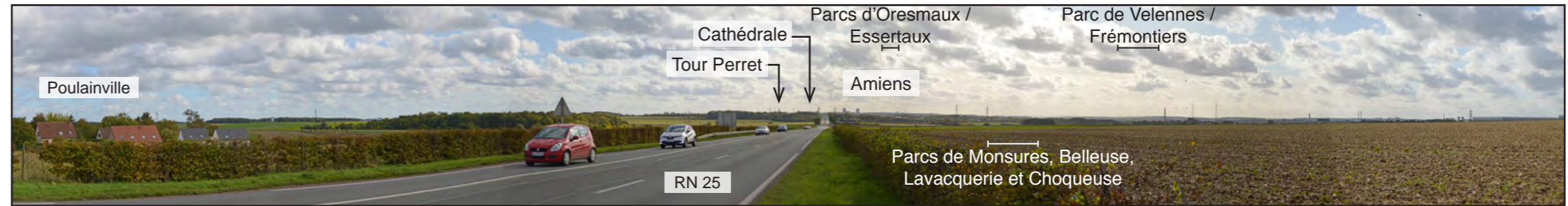
Depuis ce point de vue de l'atlas des paysages, la ville d'Amiens est précédée des talus et des annexes boisés de la rocade, qui la masquent en grande partie (voir aussi la coupe en Figure 131, page 419).

La tour Perret et la flèche de la cathédrale se distinguent peu parmi les quelques éléments hauts qui se démarquent : château d'eau, tours d'habitation, tours de télécommunications de Dury et de Saint-Fuscien, pylônes électriques.

À droite de l'axe de la route, plusieurs parcs éoliens émergent au-delà des éléments de l'horizon.

Les éoliennes du projet apparaîtront à gauche de l'axe de la route, dans la direction de la tour Perret, d'un pylône électrique et de la tour de télécommunications de Dury, tous ces éléments ayant une hauteur apparente comparable.

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)



EQS - 18/10/2019

Angle de perception humaine : ± 40°

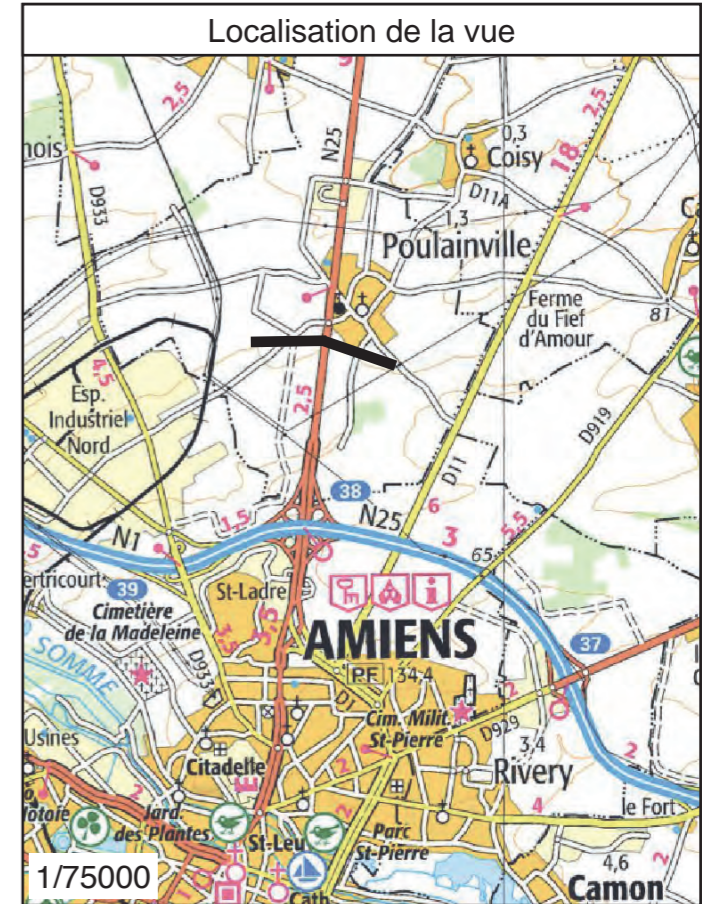
Simulation avec le projet - Vue panoramique



Angle de vue 160°



Angle total de la vue $\pm 80^\circ$ (pages gauche et droite)



Angle de perception humaine : $\pm 40^\circ$

• Photosimulation 60 (complément n°10) : Depuis la RN 25 à l'entrée Nord de Poulainville (Projet à 17 200 m)

Ce point haut identifié comme point de vue par l'atlas des paysages offre une vue dégagée vers les alentours.

Le paysage proche est constitué d'espaces cultivés traversés par une ligne électrique, dont la conception des pylônes proches limite l'incidence paysagère par rapport à des pylônes en treillis métalliques classiques.

Au-delà, vers le Sud, la silhouette de Poulainville s'étend à gauche et à droite de la route, précédée de récents bâtiments commerciaux implantés sans insertion paysagère particulière.

Dans l'axe de la route, la vue est très ponctuellement dégagée vers Amiens (voir aussi la coupe en Figure 131, page 419).

Les éléments patrimoniaux d'Amiens d'ordinaire les plus perceptibles de loin, la tour Perret et la flèche de la cathédrale, se devinent ici à peine entre les boisements, le bâti et les véhicules empruntant cet axe routier.

Dans leur direction, les éoliennes du projet seront essentiellement masquées par les mêmes éléments paysagers proches.

État initial - Vue panoramique



Angle de vue 159°

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



EQS - 18/10/2019

Angle de perception humaine : ± 40°

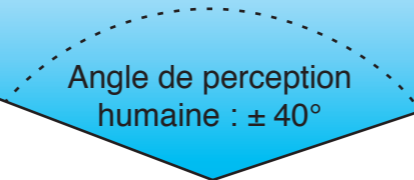
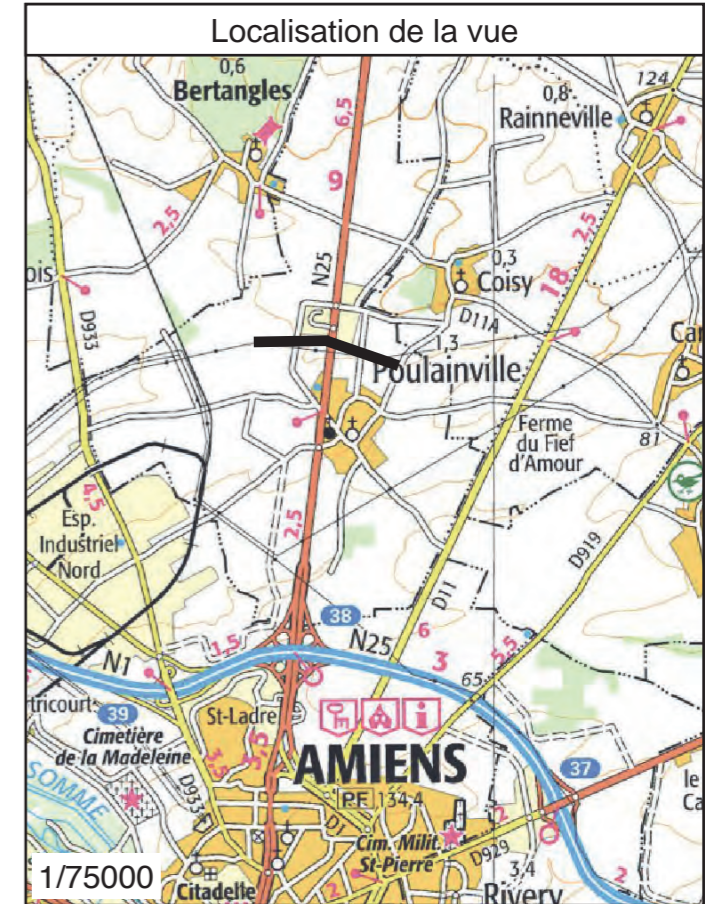
Simulation avec le projet - Vue panoramique



Angle de vue 159°



Angle total de la vue $\pm 80^\circ$ (pages gauche et droite)



• Photosimulation 61 (complément n°11) : Depuis la Tour Nord de la Cathédrale d'Amiens (Projet à 10 520 m)

Du haut des 66 m de la tour Nord de la cathédrale d'Amiens (tour visitable), la vue embrasse toute la ville et ses abords.

Vers le Sud, la vue ne porte pas au-delà du bord du plateau et de ses lignes boisées (voir aussi la coupe en Figure 131, page 419). Seuls les éléments de grande hauteur, essentiellement les éoliennes de plusieurs parcs construits et autorisés, se succèdent sur la ligne d'horizon, sans être particulièrement marquantes.

La hauteur apparente des éoliennes du projet sera moindre que celle de la tour de télécommunications de Dury dans la direction de laquelle elles s'implanteront.

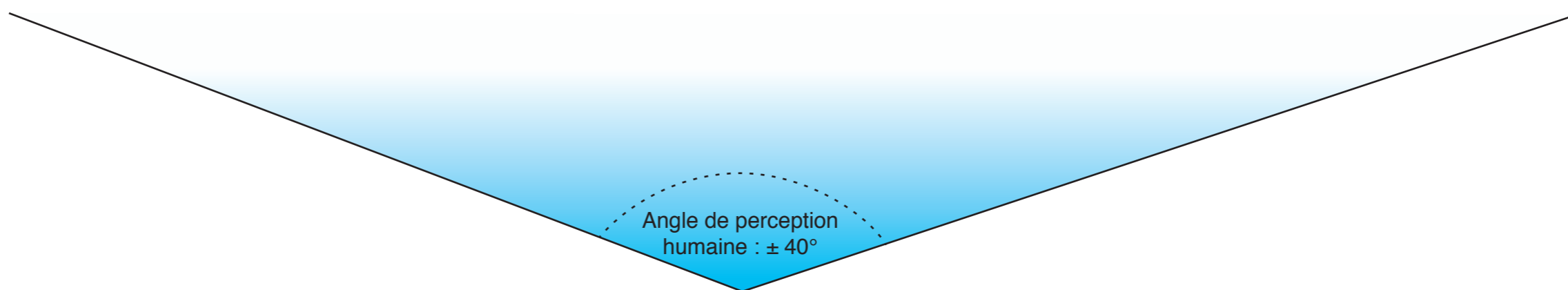
État initial - Vue panoramique



Angle de vue 122°



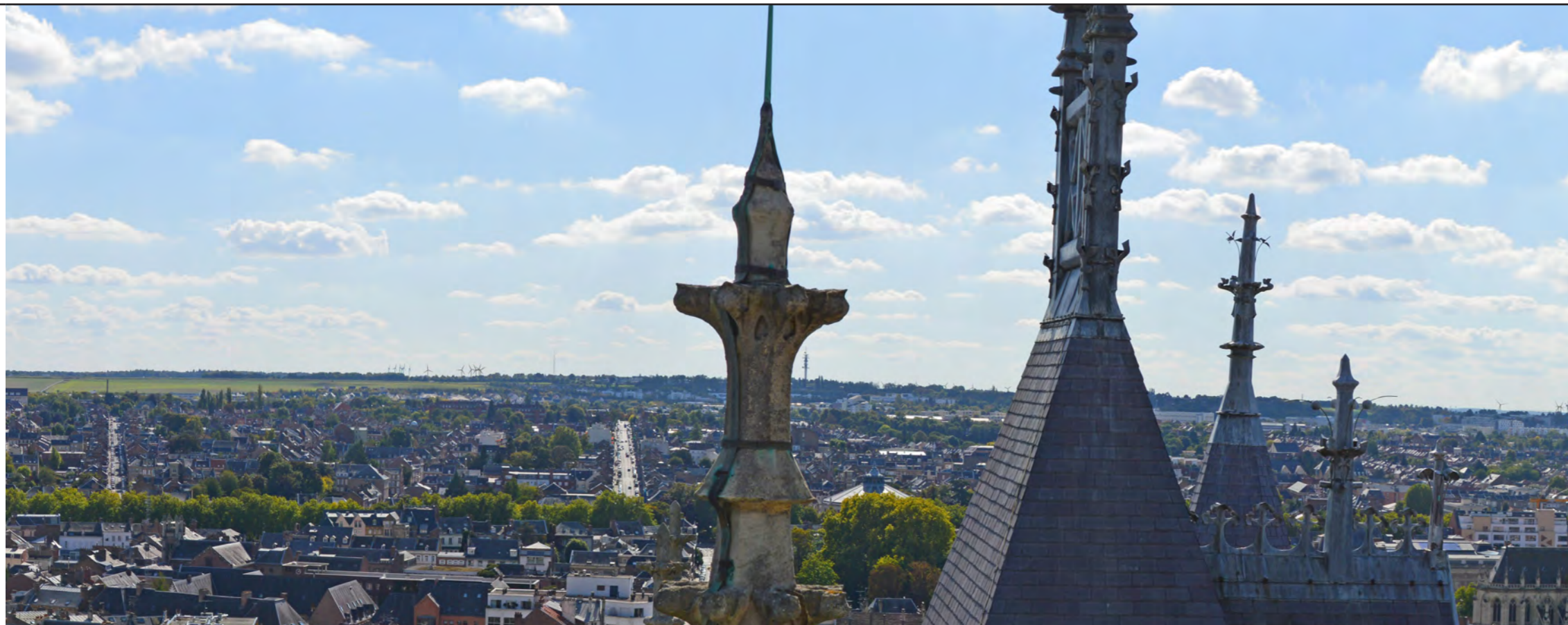
EQS - 22/09/2017



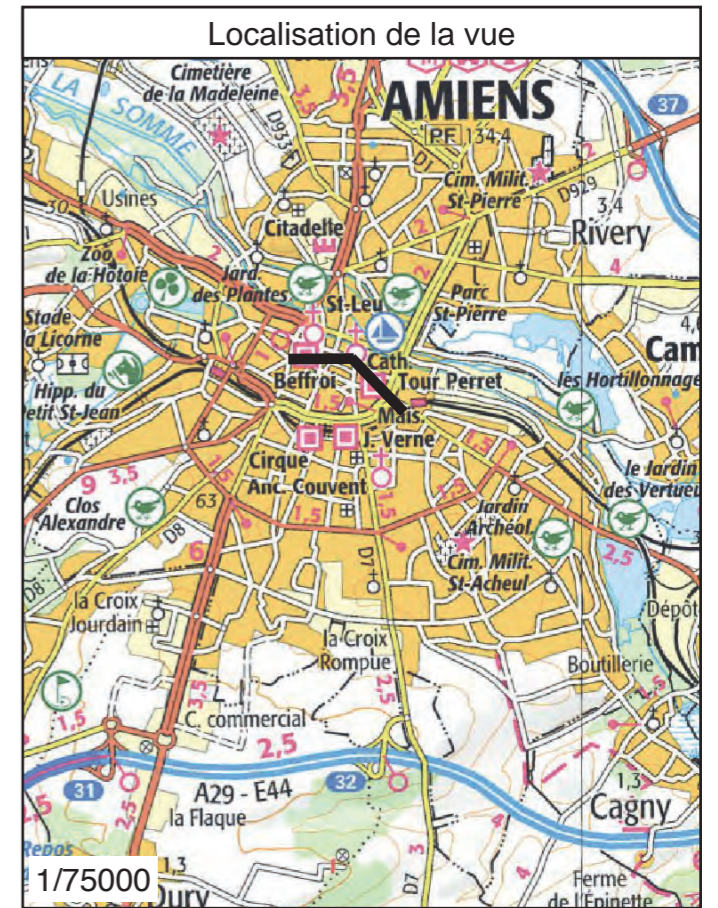
Simulation avec le projet - Vue panoramique



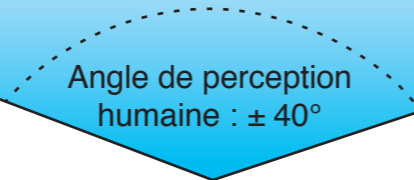
Angle de vue 122°



Angle total de la vue $\pm 80^\circ$ (pages gauche et droite)



Localisation de la vue



- Photosimulation 62 (complément n°12/église) : Depuis le parvis de l'église d'Estrées-sur-Noye (Projet à 2 240 m)

Comme déjà évoqué avec la vue n°16, Depuis le centre d'Estrées-sur-Noye le bâti empêche toute vue vers les alentours.

Depuis le parvis de l'église en particulier, les éoliennes du projet ne seront pas visibles.

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)



EQS - 09/05/2017

Angle de perception humaine : ± 40°

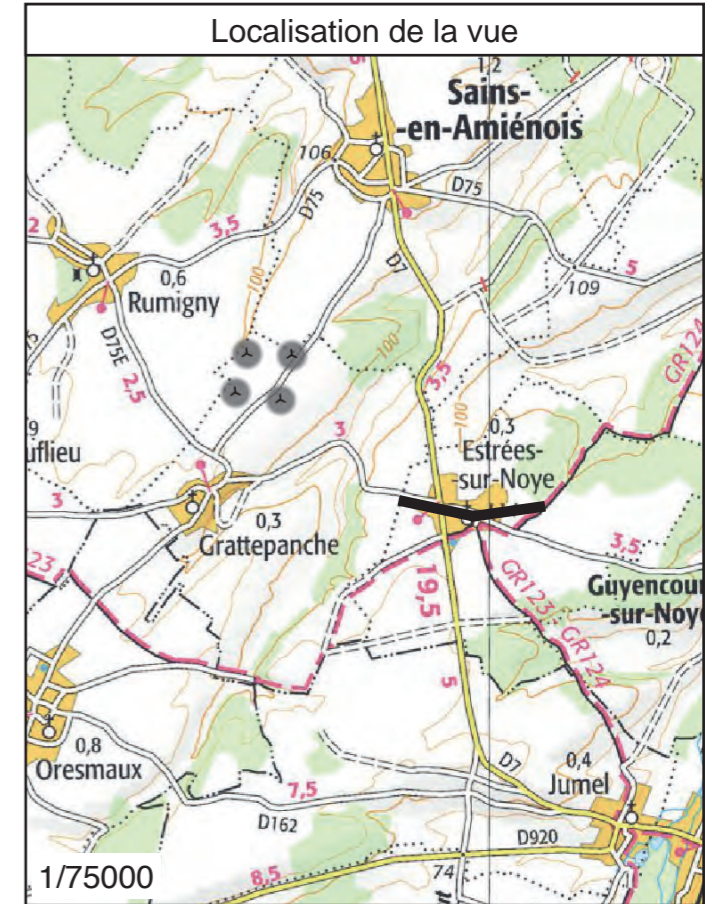
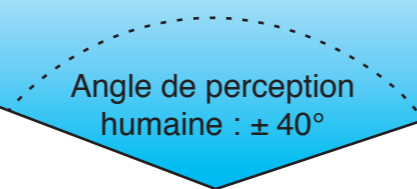
Simulation avec le projet - Vue panoramique



Angle de vue 160°



Angle total de la vue $\pm 80^\circ$ (pages gauche et droite)



- Photosimulation 63 (complément n°12/mairie) : Depuis le trottoir face à la mairie d'Estrées-sur-Noye (Projet à 2 140 m)

De ce point de vue, devant la mairie d'Estrées-sur-Noye, des extrémités de pales de 2 des 4 éoliennes du projet pourront être aperçues, au-delà d'arbres ici sans feuilles, sous des réseaux téléphoniques aériens qui apparaissent au premier plan.

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)



EQS - 17/10/2019

Angle de perception humaine : $\pm 40^\circ$

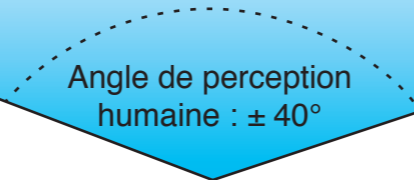
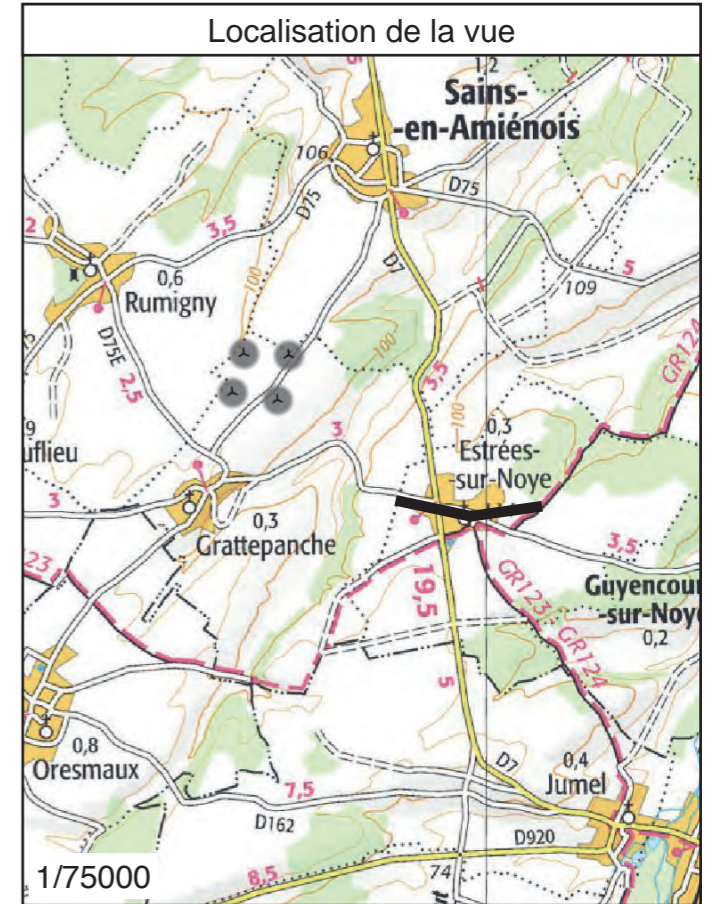
Simulation avec le projet - Vue panoramique



Angle de vue 160°



Angle total de la vue $\pm 80^\circ$ (pages gauche et droite)



- Photosimulation 64 (complément n°13/église) : Depuis le parvis de l'église d'Oresmaux (Projet à 3 790 m)

Le parvis de l'église d'Oresmaux s'étend sur une placette commune avec la mairie, où se dresse une stèle commémorative.

Le bâtiment de l'école masque les éoliennes du projet

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)



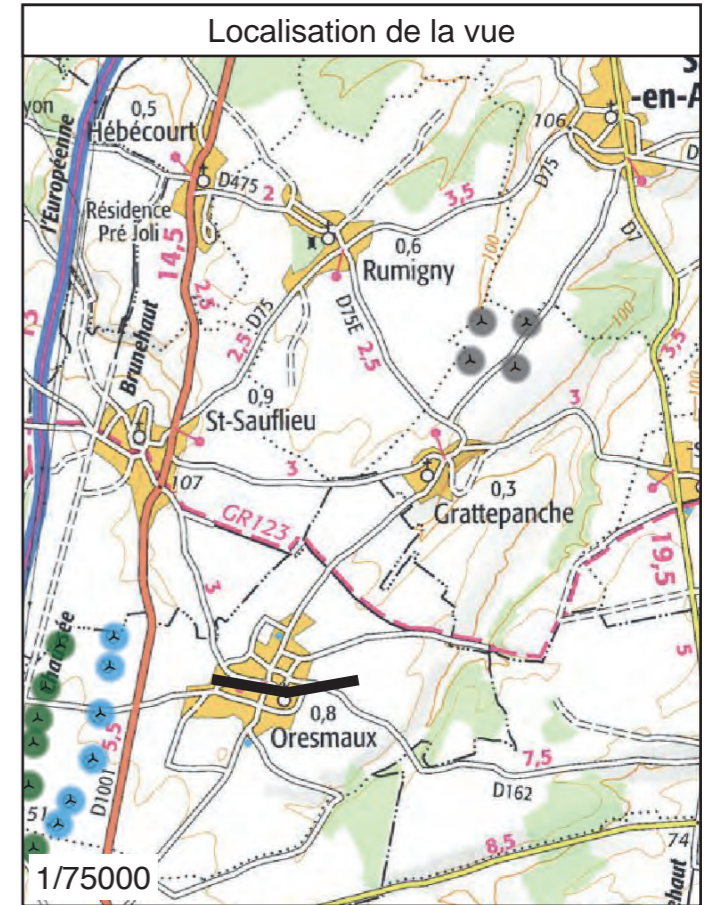
EQS - 17/10/2019

Angle de perception humaine : ± 40°

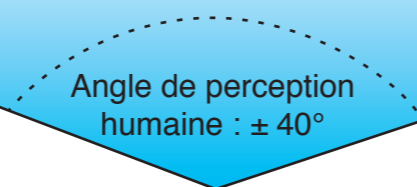
Simulation avec le projet - Vue panoramique



Angle de vue 160°



Angle total de la vue $\pm 80^\circ$ (pages gauche et droite)

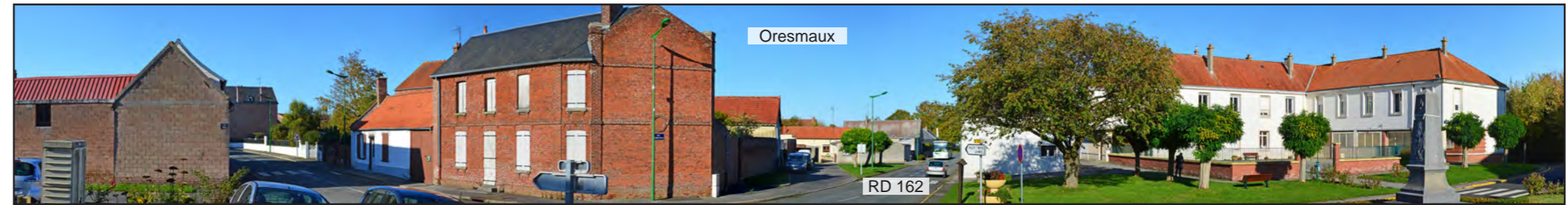


- Photosimulation 65 (complément n°13/mairie) : Depuis le haut de l'escalier d'accès à la mairie d'Oresmaux (Projet à 3 790 m)

Depuis le perron de la mairie d'Oresmaux, à quelques mètres du point de vue précédent, la RD 162 dégage une fenêtre de visibilité éloignée entre les bâtiments proches.

Les pales de 2 des éoliennes du projet émergeront au-delà d'une toiture de maison, dépassées par des antennes de réception télé, sous un lampadaire.

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)



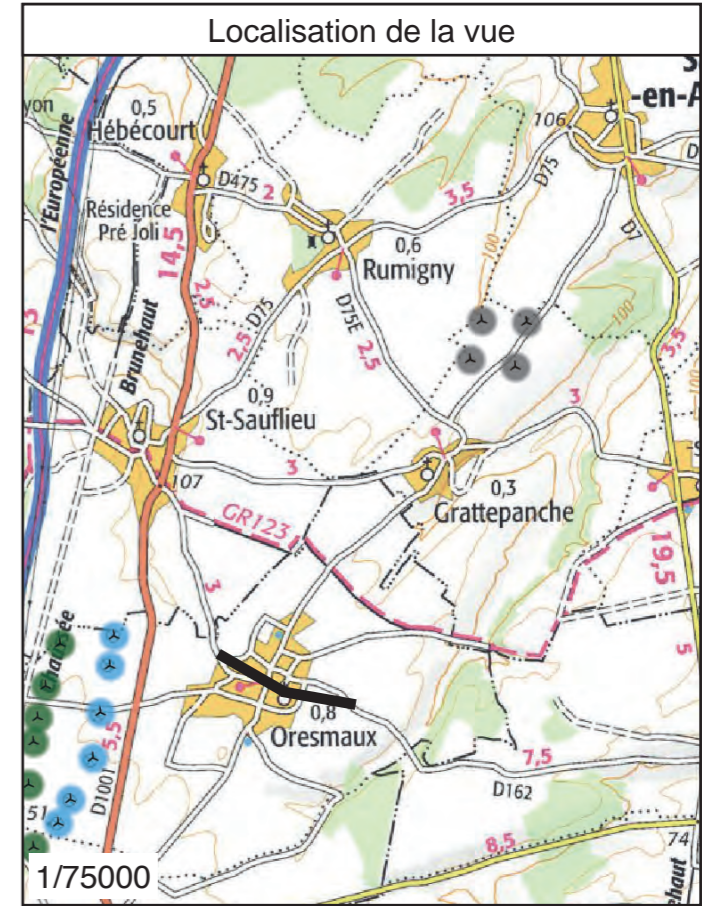
EQS - 17/10/2019

Angle de perception humaine : ± 40°

Simulation avec le projet - Vue panoramique



Angle de vue 160°



Angle total de la vue $\pm 80^\circ$ (pages gauche et droite)

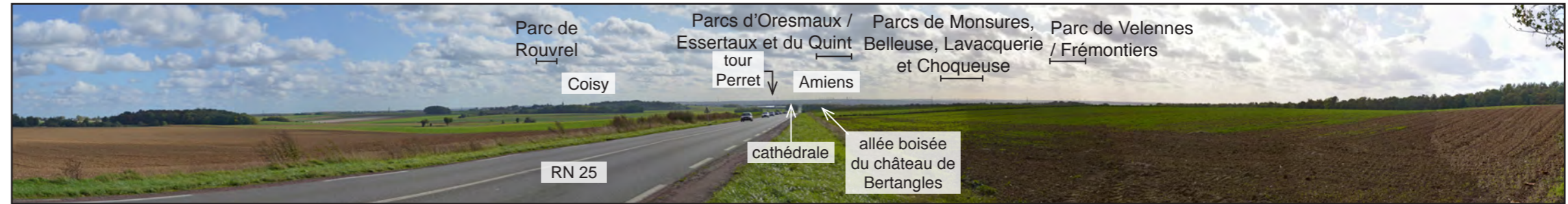
Angle de perception humaine : $\pm 40^\circ$

- Photosimulation 66 (complément du n°36) : Depuis la RN 25 au Sud de Villers-Bocage à hauteur du hameau de Bellevue (Projet à 20 300 m)

Ce point de vue est équivalent au n°36, du côté Ouest de la route, au-delà d'une haie qui masque plus au Nord le paysage à droite de la route, par temps un peu plus couvert.

Le commentaire qui peut être fait de cette vue est identique à celui qui a été fait pour la vue n°36. En effet, la disposition des éléments de paysage éloignés ne change pas sensiblement avec les quelques mètres de décalage de l'observateur.

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)



EQS - 18/10/2019

Angle de perception humaine : ± 40°

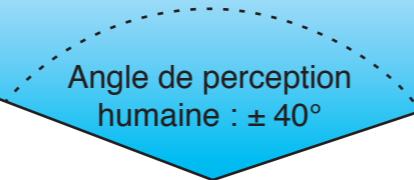
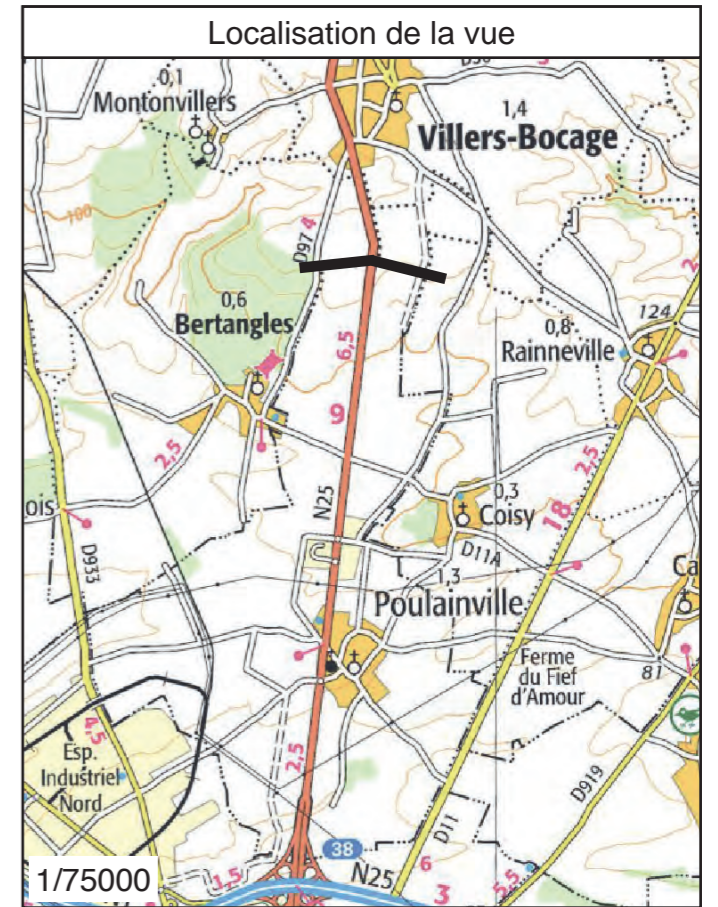
Simulation avec le projet - Vue panoramique



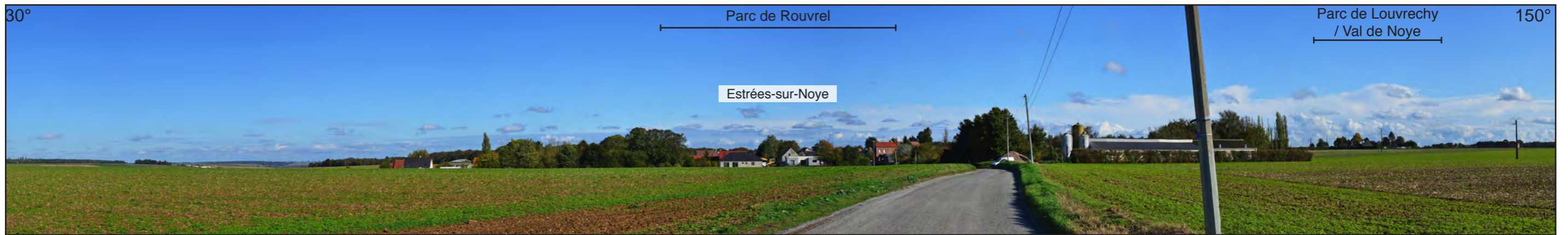
Angle de vue 160°



Angle total de la vue $\pm 80^\circ$ (pages gauche et droite)



Simulation avec le projet : vue à 360° (angle de 120° par vue)

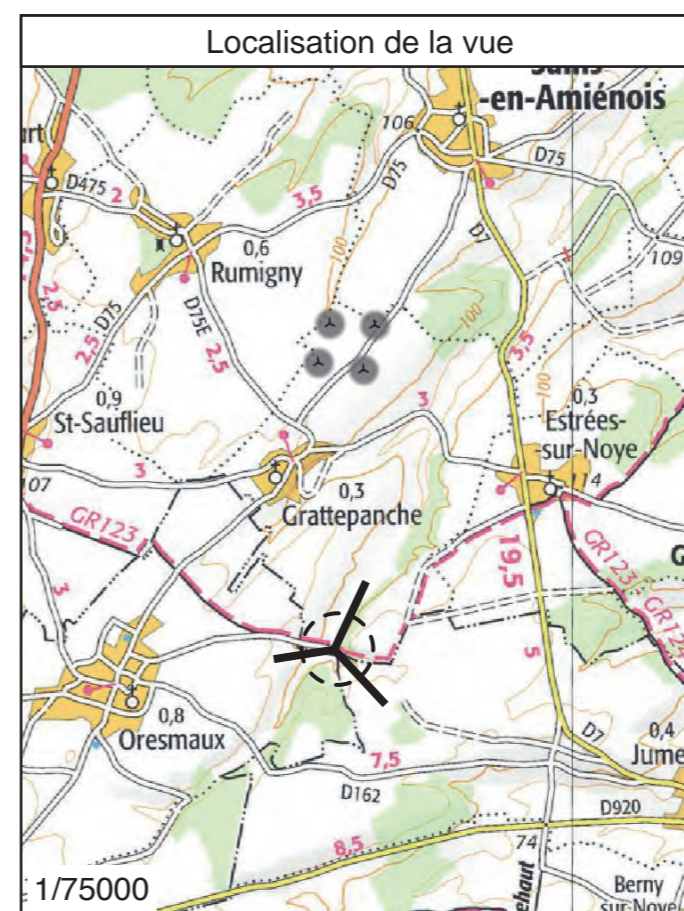


EQS - 17/10/2019

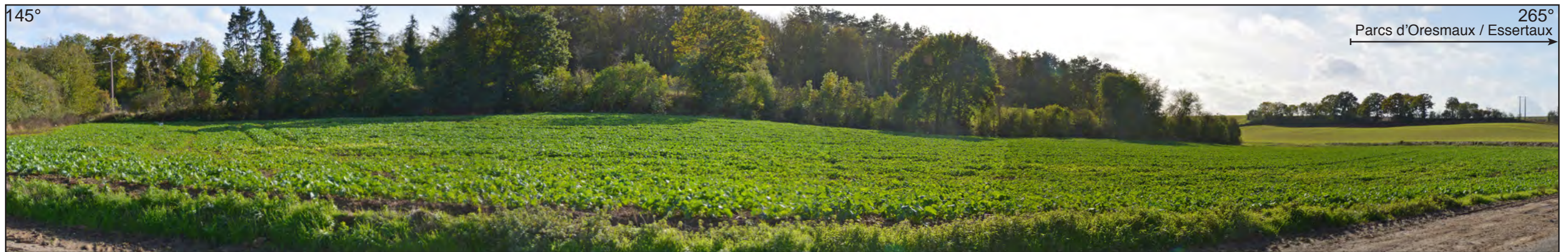
- Photosimulation 68 (n°20 à 360°) : Depuis le CR d'Oresmaux à Estrées-sur-Noye, à hauteur du captage d'Estrées-sur-Noye (Projet à 2 780 m)

Ce point de vue est le complément à 360° de la vue n°20, au même emplacement.

Il confirme le caractère fermé du vallon cultivé.



Simulation avec le projet : vue à 360° (angle de 120° par vue)



EQS - 18/10/2019

- Photosimulation 69 (n°22 à 360°) : Depuis le carrefour RD 1001 / VC 2 de Loueilly à Oresmaux (Projet à 4 770 m)

Ce point de vue est le complément à 360° de la vue n°22, au même emplacement.

Il souligne la présence proche des éoliennes d'Oresmaux / Essertaux, dans cet espace de grandes cultures sans enjeu paysager particulier.



Simulation avec le projet : vue à 360° (angle de 120° par vue)

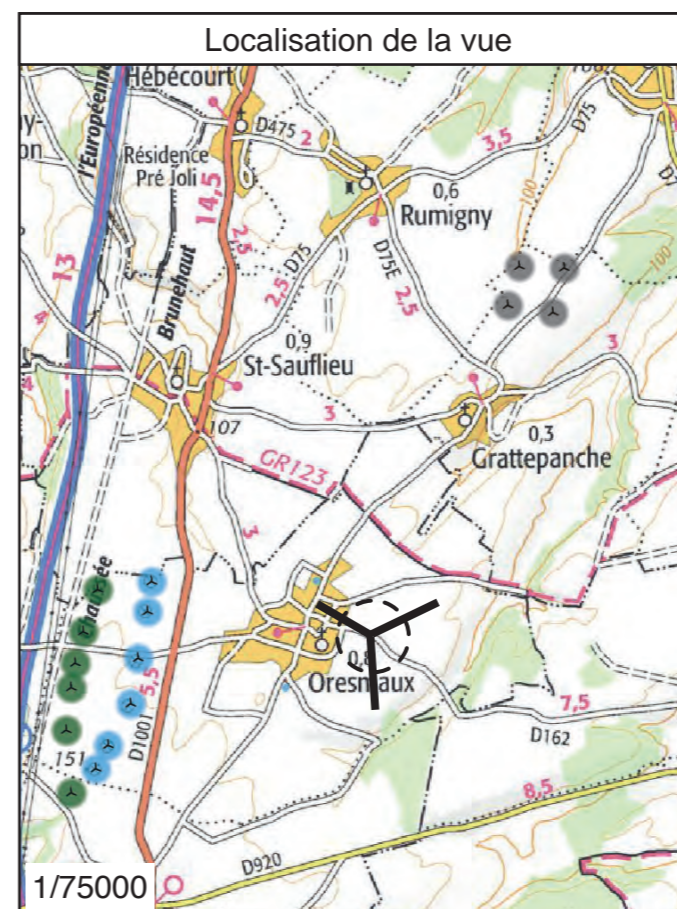


EQS - 18/10/2019

- Photosimulation 70 (n°23 à 360°) : Depuis la RD 162 à la sortie Est d'Oresmaux (Projet à 3 540 m)

Ce point de vue est le complément à 360° de la vue n°23, au même emplacement.

Il souligne la présence déjà effective d'autres éoliennes dans le paysage, dans des angles de vue différents du projet.



Simulation avec le projet : vue à 360° (angle de 120° par vue)



EQS - 18/10/2019

E.2.7.2.4 - Étude de la visibilité du projet à l'aide de coupes topographiques

5 coupes topographiques ont été réalisées pour compléter l'appréciation de l'incidence visuelle du projet dans les paysages.

Ces coupes, localisées sur la carte en "Figure 129 : Perception paysagère globale du parc éolien", page 271, passent par ou à proximité des points de vue n°30, 32, 36, 38, 40, 42 et 43, 48, 59 à 61, et 66.

• **La méthode et ses limites**

Ces coupes ont été réalisées à l'aide de l'outil "établir un profil altimétrique" de la plateforme geoportail.gouv.fr.

Leurs proportions hauteur / distance ont été portées à 1 / 5. Cette échelle ne permet pas de percevoir fidèlement les reliefs, mais elle les accentue afin de mieux les comprendre. En corollaire, les éoliennes du projet sont étirées en hauteur, qui est multipliée par 5.

L'échelle horizontale obtenue via l'outil utilisé est approchante. On note en particulier que les graduations des distances ne sont pas régulières. Le niveau de précision est toutefois suffisant pour notre approche paysagère.

• **Commentaires**

Les variations du relief sont peu marquées dans l'aire d'étude, si bien qu'elles masquent assez peu les parcs éoliens éloignés.

Ce sont surtout les boisements et autres éléments d'occupation du sol (bâti) proches qui limitent les vues éloignées.

Depuis Amiens, la prise de hauteur sur la tour de la cathédrale (vue n°61) permet de s'affranchir partiellement du masque lié aux reliefs du Sud de la ville.

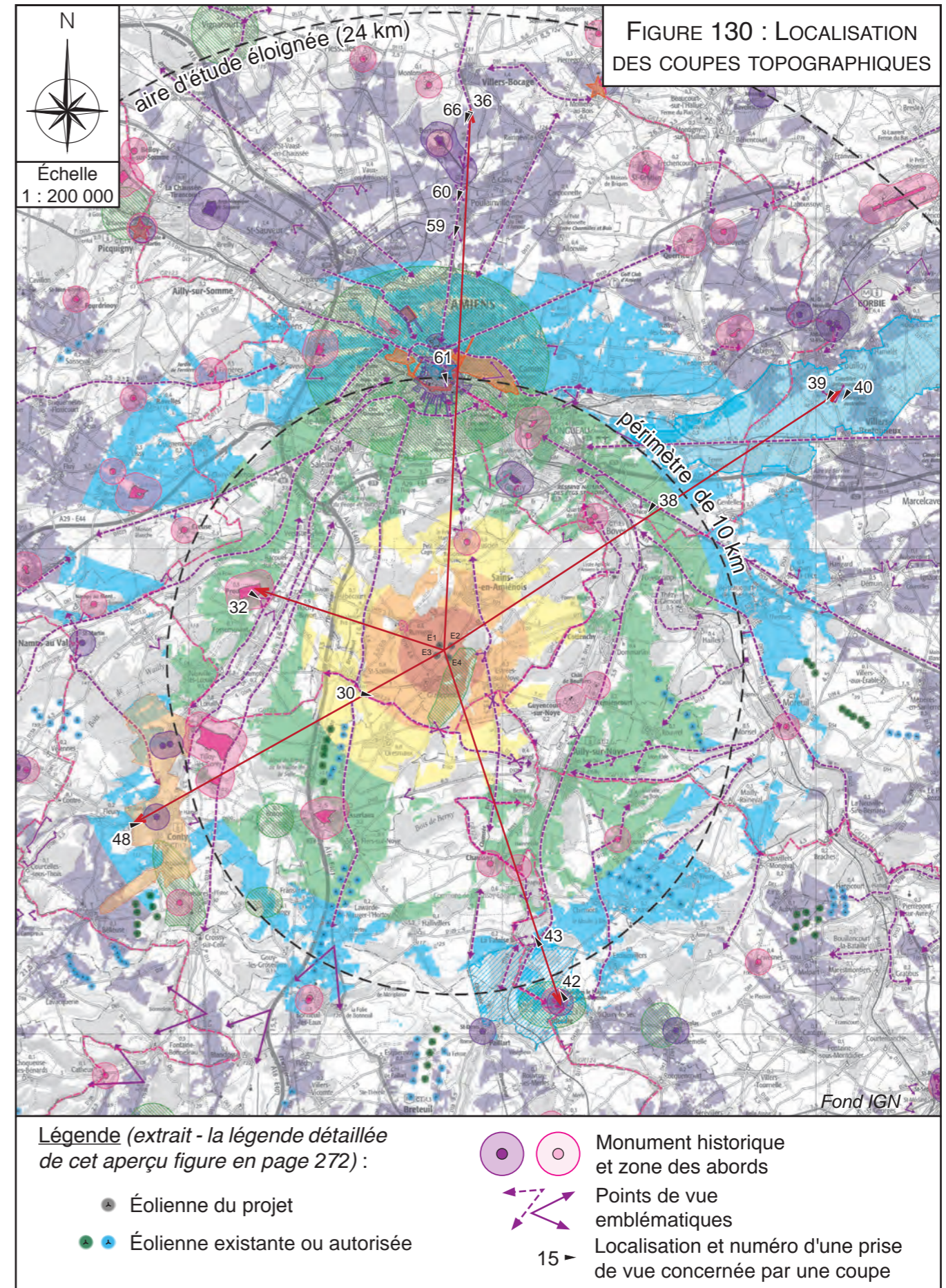
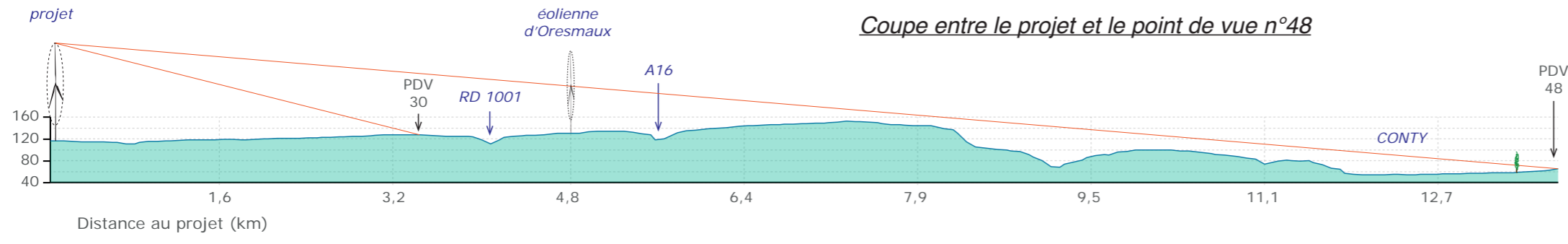
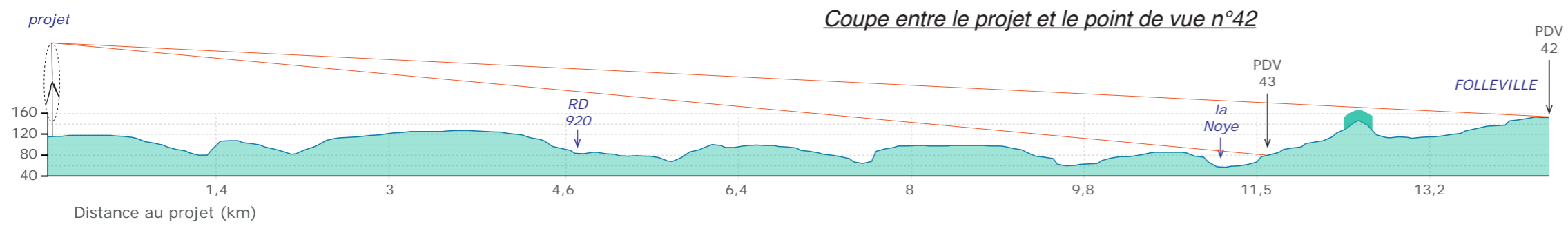


FIGURE 131 : COUPES TOPOGRAPHIQUES PAYSAGÈRES



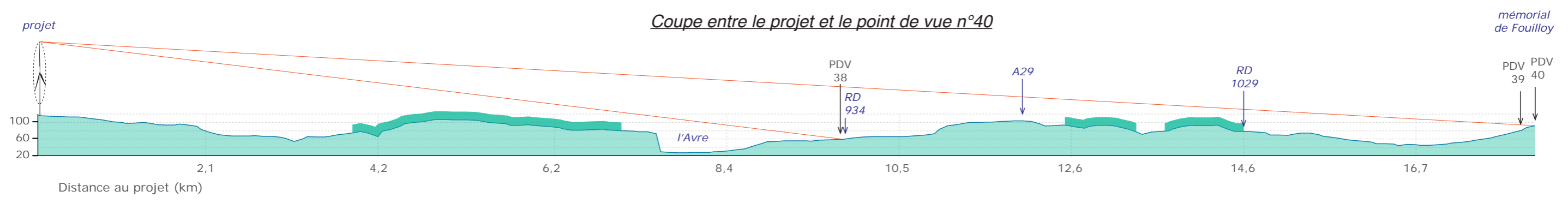
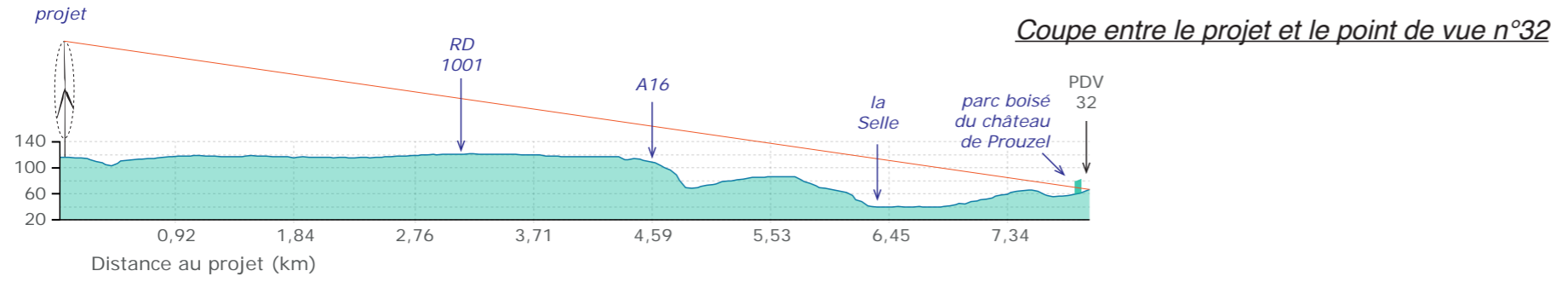
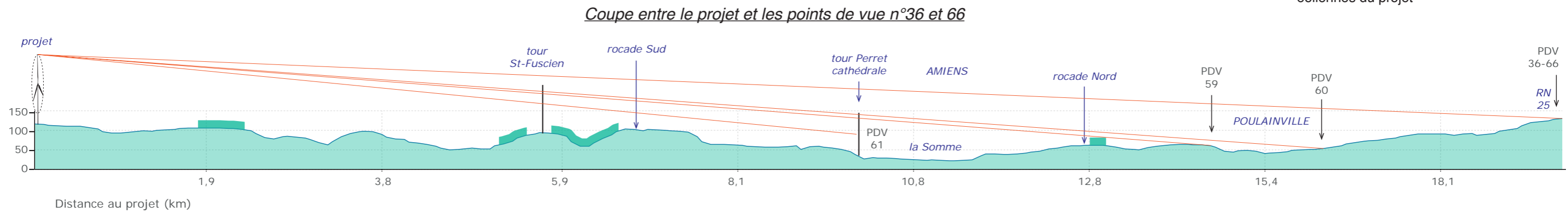
échelle horizontale ± 1 : 50 000
 échelle verticale 1 : 10 000
 rapport hauteur / distance = 1 / 5



Note :
 au rapport hauteur / distance = 1 / 1,
 une éolienne du projet à l'échelle 1 : 50 000
 présenterait cette silhouette : ↗

Légende :

- boisement (hauteur 20 m)
- ligne de vue entre les points de vue et l'extrémité haute des éoliennes du projet



E.2.7.2.5 - Conclusion des simulations paysagères proches et lointaines

Le parc sera surtout marquant dans le paysage depuis les points de vue du plateau, en retrait des vallées, des villages et des massifs boisés. La perception peut ainsi être forte depuis les abords du projet, mais elle s'inscrit alors dans un paysage d'openfield sans intérêt paysager particulier.

La disposition régulière des éoliennes est bien lisible. Leur agencement regroupé limite leur incidence (angle de vue réduit), et permet de les considérer comme un ensemble unique et non comme 4 éoliennes prises individuellement.

E.2.7.2.6 - Visibilité et covisibilités depuis les sites et monuments inscrits, classés, ou d'intérêt particulier

La carte en Figure 132 indique si le projet est visible ou non depuis les principaux sites et monuments des alentours. Cette carte indique aussi la covisibilité éventuelle entre les sites et le projet.

Les zones visuelles d'influence y sont également reportées.

La covisibilité correspond à toute vision simultanée, c'est-à-dire dans un même angle de vue, du parc éolien avec un site identifié, et ceci depuis un axe ou un point de perception privilégié.

L'ensemble des monuments situés dans les zones d'influence visuelle forte à modérée sont étudiés dans cette partie spécifique (voir aussi tableau en page 423).

Plusieurs vues précédentes ont déjà permis d'aborder ces visibilités ou covisibilités :

- La perception du projet depuis ou conjointement au vallon de Grattepanche, site d'intérêt ponctuel proche mais non protégé au titre des monuments ou des paysages, est appréciée au travers des vues n°13, 14, 17, 20, 21, 26, 28, 51, 52, 67 et 68. Ces vues montrent que le site du vallon n'est pas perceptible depuis le plateau alentour. Des intérieurs ou des abords immédiats, on constate qu'il est en grande partie cultivé de manière classique (grandes cultures), ce qui le rapproche visuellement des espaces de culture ordinaires, à l'exception de ses coteaux partiellement boisés.

Les éoliennes du projet, qui en sont proches, en seront particulièrement visibles. Toutefois, leur implantation hors du vallon est nette, et leur recul permet de conserver globalement un rapport d'échelle favorable.

- L'incidence du projet sur la ville d'Amiens porte surtout sur ses 2 monuments culminants : la tour Perret et la cathédrale, évoquées en commentaires des vues n°36, 37, 39, 40, 50, 59, 60, 61 et 66.

Les points de vue n°36 et 66 sont les plus susceptibles de placer les éoliennes du projet dans un angle de vue proche de celui des monuments amiénois, tout en conservant une hauteur de vue suffisante pour apercevoir au mieux la ville. On constate effectivement que par

temps clair, à l'instar d'autres éoliennes déjà autorisées, les éoliennes du projet pourront être aperçues. Leur hauteur apparente est comparable à celle de la tour de télécommunication de Saint-Fuscien, et leur disposition en quadrilatère (2 fois 2 éoliennes) est régulière.

Les autres points de vue montrent que les éoliennes du projet peuvent être aperçues en même temps que les monuments amiénois, mais toujours dans des angles différents, généralement associées à d'autres parcs éoliens déjà autorisés, et à grande distance.

- Le point de vue n°2 laisse entrevoir l'allée classée du château de Bertangles, qui ne se distingue pas des autres boisements observables dans le paysage.
- Les chemins de grande randonnée n°123 et 124 sont présents à moins de 2 km du projet. L'incidence du projet sur la perception des paysages depuis ces GR est évoquée notamment au travers des vues n°15, 16, 20, 29 et 30. Dans ces secteurs les plus proches du projet, aucun site ou monument protégé ne verra sa perception modifiée par la présence du projet. L'incidence visuelle du projet sur le vallon de Grattepanche a quant à elle été vue précédemment.
- L'église Saint-Denis classée de Paillart apparaît au point n°44, d'où les éoliennes du projet ne sont pas visibles, contrairement à d'autres éoliennes de parcs autorisés plus proches.
- Les vues n°42, 43 et 44 sont prises depuis le site de Folleville et ses environs. Les éoliennes du projet en sont peu visibles, et leur incidence visuelle est faible.
- La vue n°7 montre que, depuis le Nord de Saint-Fuscien, en provenance d'Amiens, l'abbaye inscrite n'est pas visible, si bien qu'il n'y a pas de visibilité conjointe du projet avec l'édifice.
- Les vues n°33, 34 et 35 font référence au monument historique le plus proche du projet : les fenêtres de l'ancien manoir de Rumigny. Ces fenêtres ne sont pas visibles des alentours, et depuis ces éléments de façade les éoliennes du projet ne sont pas visibles.
- Une vue depuis le château inscrit de Prouzel est proposée en n°32, où l'on observe que, depuis les abords immédiats accessibles ordinairement au public, les éoliennes du projet ne sont pas visibles.
- La vue n°41 montre que le clocher de l'église inscrite de Hangest-en-Santerre est visible de loin, et que ses abords sont très investis par des parcs éoliens construits ou autorisés. L'incidence des éoliennes du projet est négligeable.
- Les vues n°39 et 40 montrent la vue du projet depuis le mémorial australien de Fouilloy / Villers-Bretonneux. La vue porte loin, en particulier depuis la tour d'où l'on peut distinguer une bonne part des éoliennes de l'aire d'étude éloignée, parmi lesquelles celles du projet qui n'occupent qu'un angle limité.
- La vue n°38 ne montre pas de visibilité conjointe du projet avec la ruine du château de Boves.
- La vue n°48 indique qu'à l'entrée Ouest de Conty, les éoliennes du projet ne sont pas visibles.
- La vue n°45, où l'on aperçoit l'église inscrite de Vendeuil, mais de où les monuments historiques de Breteuil n'apparaissent pas, les éoliennes du projet ne sont pas visibles contrairement à celles d'autres parcs plus proches.
- La vue n°11 indique que le projet n'est pas visible depuis ce secteur de la vallée de la Noye, à proximité du château de Guyencourt.
- La vue n°12 indique que le projet n'est pas visible depuis cet autre secteur de la vallée de la Noye, à proximité cette fois du château de Boufflers à Remiencourt.

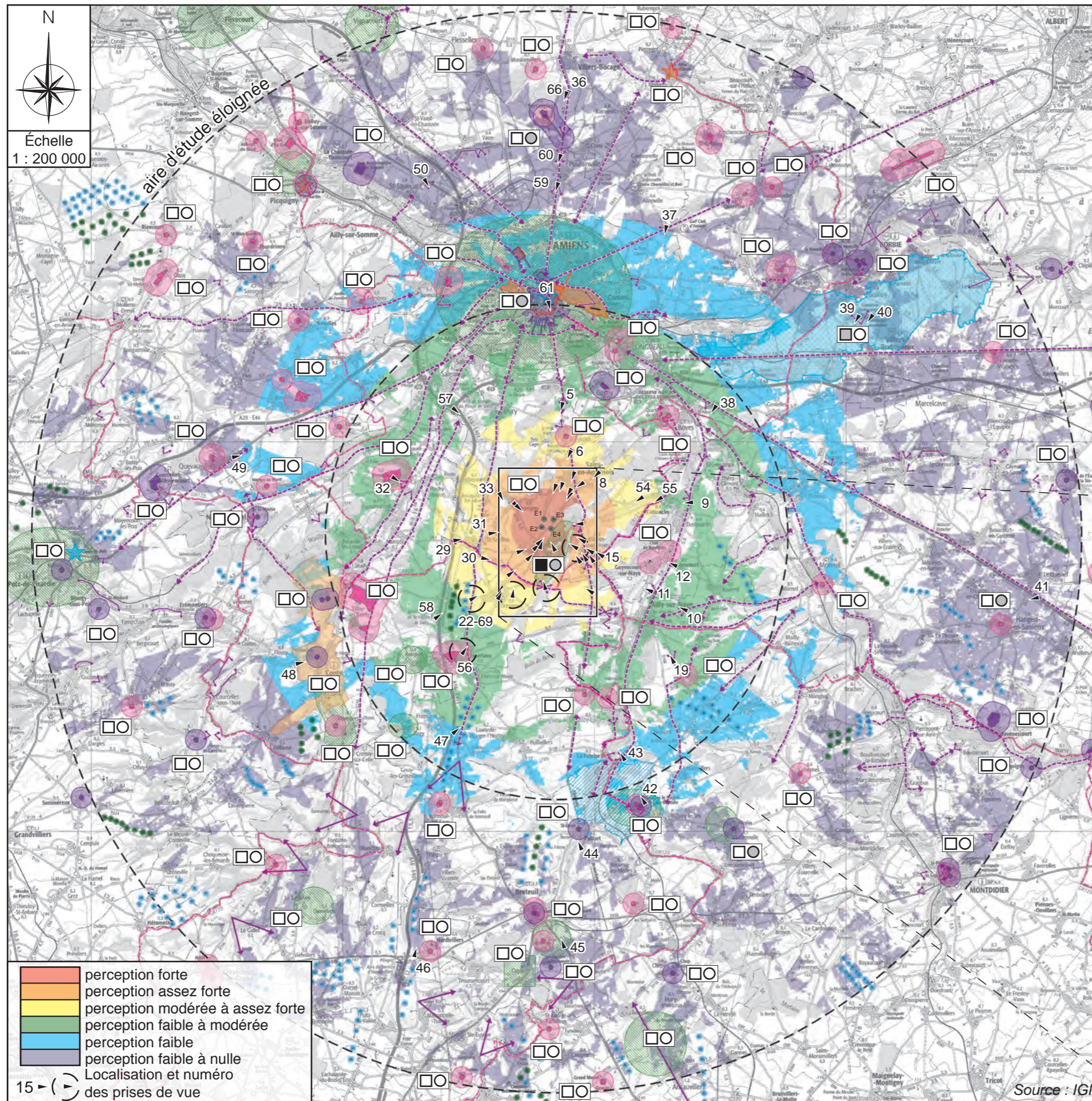
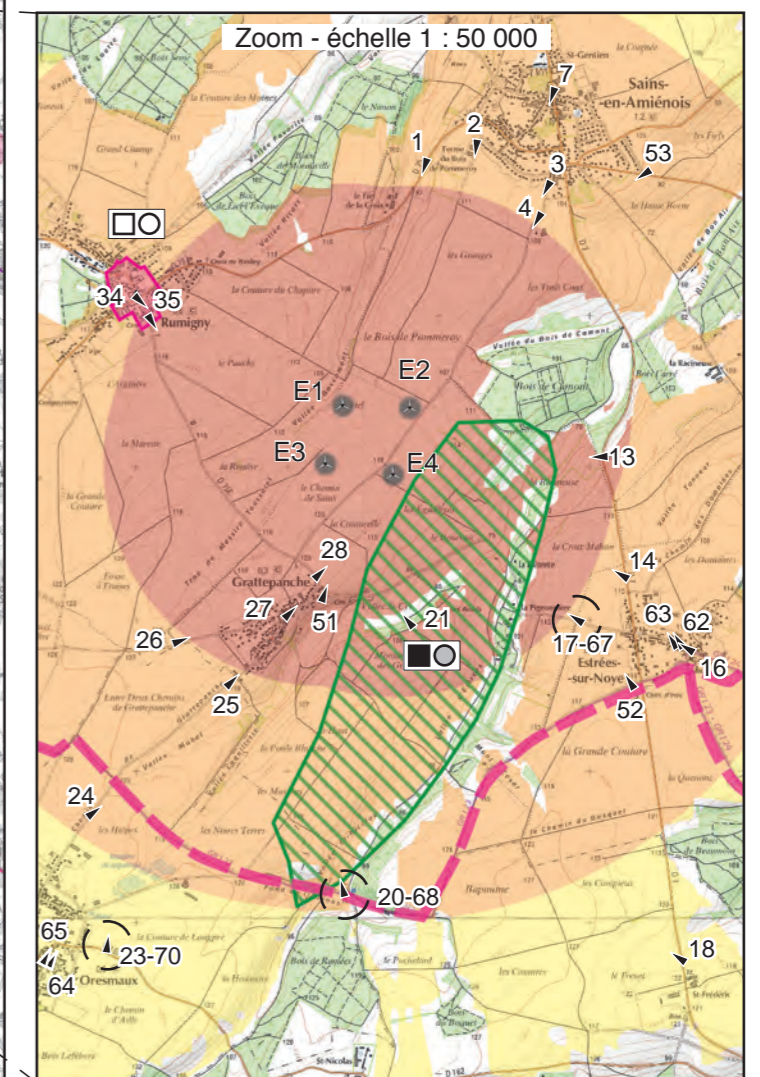


FIGURE 132 : VISIBILITÉ ET COVISIBILITÉ DU PARC AVEC LES MONUMENTS ET SITES INSCRITS ET CLASSÉS ET LES AUTRES PRINCIPAUX SITES REMARQUABLES

- Visibilité
- ▣ Visibilité faible
- Pas de visibilité
- Covisibilité
- Covisibilité faible
- Pas de covisibilité
- Éolienne du projet
- Éolienne existante ou en construction
- Éolienne autorisée



Notons que les visibilitées et covisibilitées sont analysées en fonction de l'état actuel du paysage, dans des conditions ordinaires de promenade ou de visite des monuments et sites. Ainsi, il est toujours possible qu'une étroite fenêtre de visibilité ou de covisibilité, correspondant à une vue très ponctuelle et particulière, ait pu nous échapper.

Le périmètre inclut aussi des chemins de grande randonnée (GR), ainsi que plusieurs éléments de patrimoine local.

L'aire d'influence visuelle (perception visuelle faible à forte, Figure 132) s'étend dans un rayon de près de 10,3 km autour du projet. Le contexte de visibilité des sites et monuments historiques concernés est indiqué dans le tableau suivant.

Précisons que les distances indiquées dans le tableau sont mesurées par rapport aux éoliennes du projet, tandis qu'elles étaient mesurées par rapport à la zone d'implantation potentielle dans l'analyse de l'état initial.

E.2.7.2.7 - Visibilité et intervisibilité avec les parcs éoliens existants

Le périmètre d'étude éloigné, à l'exception de son quart Nord-Est, est déjà très investi par des parcs éoliens. La covisibilité entre parcs est donc très répandue.

On se reportera à la "Figure 88 : Autres parcs du périmètre d'étude", page 197 et à la liste en page 196.

Le périmètre d'étude éloigné compte ainsi plus de 290 éoliennes construites ou autorisées, sans compter les projets en cours d'instruction dont le cumul d'effets est développé dans la partie "F - Effets cumulés", page 443.

Le projet sera donc généralement vu conjointement aux éoliennes d'autres parcs, en premier lieu le plus proche, celui d'Oresmaux / Essertaux.

Toutefois, c'est essentiellement depuis les points hauts offrant une large perspective que les autres parcs peuvent être visibles en même temps que le projet.

L'intervisibilité s'atténue avec l'éloignement des parcs : l'angle de vision ou la différence d'échelle deviennent trop importants.

La "Figure 129 : Perception paysagère globale du parc éolien", page 271, permet aussi de définir depuis quels parcs le projet sera visible.

Contexte de visibilité des monuments et sites inscrits et classés

Commune	Site (S) ou Monument (M) Inscrit (I) ou Classé (C)	Éloigne-ment du projet (km)	Contexte de visibilité
Rumigny	MI - Fenêtres de l'ancien manoir	1,5	Intégrées dans l'espace urbain donc non visibles de l'extérieur. Non orientées vers les éoliennes du projet.
Saint-Fuscien	MI - Abbaye (logis abbatial dit château)	4,0	L'abbaye n'est pas visible dans la direction des éoliennes du projet.
Guyencourt-sur-Noye	MI - Château et ferme	4,8	Château construit près du fond de la vallée de la Noye, non visible des principaux axes routiers, en bas du versant orienté en direction opposée au projet.
Remiencourt	MI - Château de Boufflers	5,8	Château construit en fond de vallée, partiellement visible depuis la RD 90 de laquelle les éoliennes du projet ne sont pas visibles.
Cagny	MC - Gisement préhistorique	6,8	Au sein d'un espace boisé qui le masque entièrement.
Essertaux	MI - Château	7,0	Peu visibles des alentours parmi les boisements. Proximité des éoliennes d'Essertaux / Oresmaux. Pas de visibilité en direction des éoliennes du projet.
	MI - Église Saint-Jacques		
Boves	MI - Restes du château	7,0	Peu visible depuis l'Est parmi les boisements du promontoire où ils sont implantés.
	MI - Église Saint-Nicolas, ou Notre-Dame	7,3	Non visible dans l'espace bâti en pied de coteau.
Prouzel	MI - Château et son parc	7,1	Masqués par le mur d'enceinte. Depuis les abords immédiats accessibles ordinairement au public, les éoliennes du projet ne sont pas visibles.
Chaussoy-Épagny-Hainneville	MI - Château	8,0	Entouré de boisements qui le masquent.
	MI - Église	8,5	Église relativement isolée, visible des alentours, et potentiellement visible en même temps que le projet depuis quelques points de vue éloignés, dans des angles différents.
Loeuilly	MI - Demeure et parc de chasse	8,5	Hors zone de visibilité du projet. L'ensemble boisé sépare en outre visuellement la demeure des éoliennes du projet, en bas de versant de la Selle orientée en direction opposée du projet.
Tilloy-les-Conty	MI - Château		Proche de la ligne de crête mais hors zone de visibilité du projet. Ses boisement s'interposent en outre entre le château et la direction du projet.
Longueau	MI - Rotonde ferroviaire	8,5	Non visible des alentours
Amiens	MI - Tour et ensemble Perret	9,2	Comme la flèche de la cathédrale, le haut de la tour Perret constitue un repère lointain de la ville d'Amiens. Les autres éléments de la ville, notamment l'ensemble Perret, au pied de la tour, ne sont pas discernables depuis l'extérieur de la ville.
Amiens	Autres monuments historiques inscrits ou classés	de 9,0 à 13,0	Ces monuments essentiellement établis dans la vallée de la Somme ou en bas de ses versants ne sont pas discernables depuis l'extérieur de la ville.

Commune	Site (S) ou Monument (M) Inscrit (I) ou Classé (C)	Éloigne-ment du projet (km)	Contexte de visibilité
Amiens	SI - Boulevards intérieurs et promenade de la Hotoie	de 9,3 à 12,4	Ces sites essentiellement établis dans la vallée de la Somme ou en bas de ses versants ne sont pas discernables depuis l'extérieur de la ville.
	SI - Cimetière de la Madeleine et plantation routière du C.D. N°191 située en bordure		
	SI - Ensemble formé par les façades et toitures des rues Porion, Adeodat Lefèvre, Metz l'Évêque et place Saint-Michel		
	SI - Étang Saint-Pierre et ses abords		
	SI - Parc privé de la propriété sise au N°1 rue Gloriette		
	SI - Place du Don, marché sur l'eau et leurs abords		
	SC - Parc et bâtiments de l'évêché		
Louvrechy	MI - Église Saint-Martin	9,4	Église visible des alentours, à près de 800 m d'un parc éolien de 12 machines. Covisibilité faible probable depuis quelques points de vue.
Longueau	MI - Cité-jardin dite du château Tourtier	9,5	Non visible hormis depuis les abords, pas de visibilité en direction du projet.
Amiens, Camon et Rivery	SI - Quartier Saint-Leu, étang Saint-Pierre, hortillonnages	9,8	En fond de vallée, entourée du bâti et de boisements.
Amiens	MC - Cathédrale Notre-Dame	10,2	La flèche de la cathédrale se voit de loin, souvent en même temps que des éoliennes déjà construites ou autorisées, parfois en même temps que les éoliennes du projet bien que jamais dans le même angle de vue.
Aubigny, Blangy-Tronville, Cachy, Fouilloy, Hamelet, Lamotte-Warfusée, Le Hamel, Vairesous-Corbie et Villers-Bretonneux	SC - Site des mémoriaux de Villers-Bretonneux et Le Hamel et leurs perspectives	10,4	Site étendu essentiellement au-delà de points hauts du relief par rapport au projet (Gentelles, Villers-Bretonneux), précédé de boisements (entre l'autoroute A29 et la RD 1029), limitant sans les exclure complètement les visibilités du projet depuis le site et les covisibilités.
Conty	MC - Église Saint-Vaast de Wailly	10,6	En fond de vallée, masqués par les boisements. Le SPR de Conty est par ailleurs séparé du projet par les éoliennes existantes et autorisées d'Oresmaux.
	MC - Château de Wailly		
Creuse	MI - Château	10,6	Hors zone de visibilité du projet

E.2.7.2.8 - Analyse du champ de perception de l'éolien depuis les villages proches

Le développement des projets peut engendrer une omniprésence de l'éolien dans les paysages. Un même village peut ainsi, du point de vue cartographique, être entouré par différents parcs. La question de l'acceptabilité de la modification de perception du paysage se pose, lorsque, depuis un même lieu, l'ensemble du paysage est marqué par des éoliennes.

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 rédhibitoire.

Afin d'analyser cette problématique, la DREAL Centre a proposé une méthodologie¹. Pour chaque village proche, les champs de perception des éoliennes sont étudiés. Cette analyse est réalisée d'un point de vue cartographique dans un premier temps. Si le résultat nécessite une analyse plus approfondie, d'autres outils seront utilisés pour en connaître la perception réelle : simulations, coupes...

L'étude considère les angles de visibilité des éoliennes selon 2 distances (figures suivantes) :

- Moins de 5 km : éoliennes prégnantes dans le paysage. Les angles correspondants sont représentés dans un cercle de 5 km de rayon.
- Jusqu'à 10 km : s'y ajoutent les éoliennes présentes par temps dégagé et pour un observateur averti. Les angles correspondants sont représentés dans l'anneau distant de 5 à 10 km du point étudié.

Pour évaluer la perception de l'éolien depuis ces villages (les centres des villages sont choisis comme points de référence, conformément à la méthodologie proposée), l'étude utilise 3 indices, avec pour chacun une première approche de seuil d'alerte :

- L'occupation de l'horizon, soit la somme des angles interceptés par les parcs éoliens environnants (maximum préconisé : 120°),
- La densité d'éoliennes sur les horizons occupés, en nombre d'éoliennes par degré d'angle d'horizon (maximum préconisé : 0,10), à ne considérer qu'en complément de l'indice précédent,
- L'espace libre d'éoliennes : plus grand angle continu sans éolienne (minimum préconisé : 60°, 180° préférable).

Notons que ces valeurs seuils proposées par la DREAL Centre sont à prendre de manière indicative, car ils ne reposent sur aucun critère démontré. D'ailleurs, le niveau de perception et d'acceptabilité dépend aussi d'autres critères, comme la qualité paysagère mais aussi la perception qu'a la population locale de l'éolien.

L'étude considère qu'il y a un effet de «saturation» et «d'encerclement» dès lors que les seuils d'alerte sont atteints pour au moins deux indices. Il faut y ajouter un facteur d'appréciation. Quant au troisième critère (espace libre sans éoliennes), il nous semble beaucoup plus important que les deux précédents.

Notons que cette étude reste théorique car elle ne prend pas en compte les masques visuels : habitations, relief et végétation, ni l'aspect suggestif de la perception.

Les angles d'horizon occupés par l'éolien de 0 à 5 km sont représentés dans le cercle central, tandis que les angles occupés jusqu'à 10 km, incluant les angles occupés de 0 à 5 km, ne sont représentés que dans l'anneau extérieur de 5 à 10 km.

Conformément à la méthodologie, lorsqu'un parc éolien s'étend en limite de périmètre, c'est l'ensemble du parc qui est pris en compte. Dans le cas d'ensembles éoliens cohérents composés de plusieurs parcs, c'est l'ensemble qui est pris en compte. Dans ces cas, nous entourons d'un trait noir les ensembles concernés.

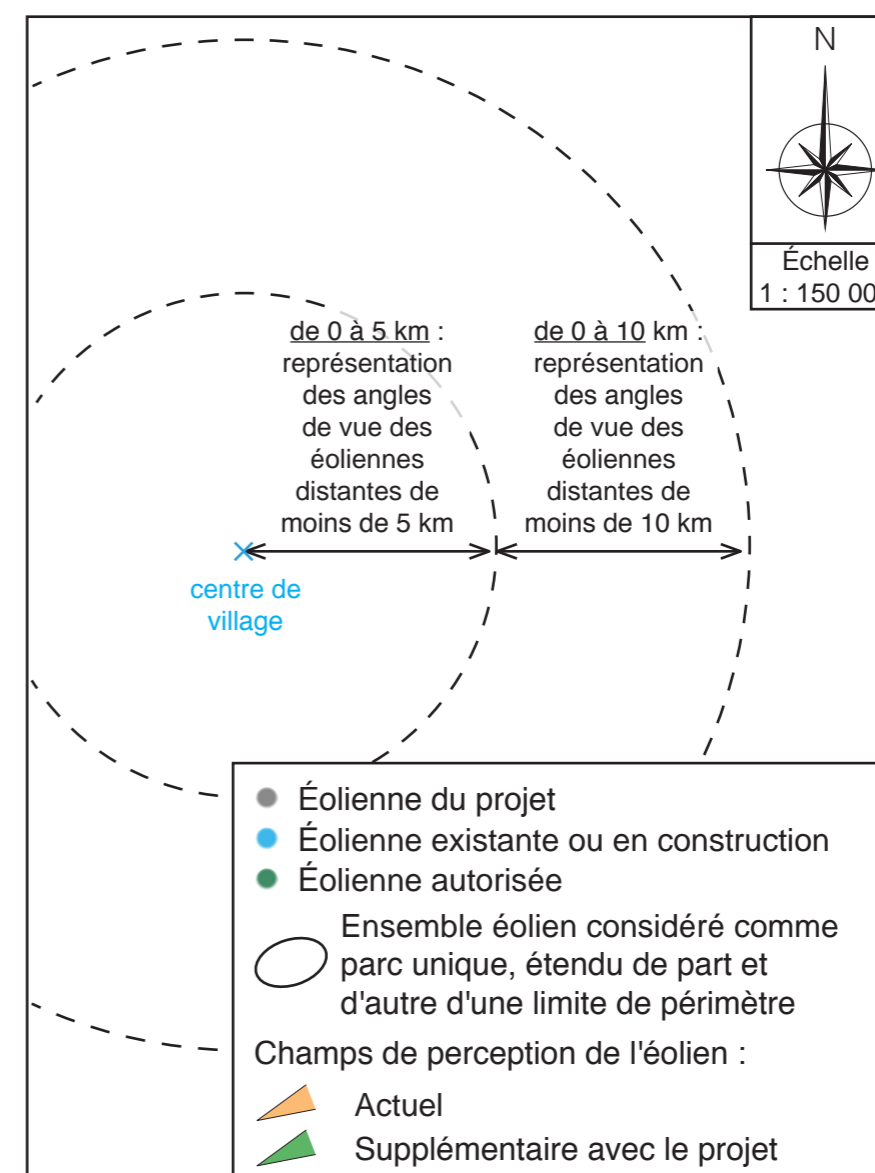


Figure 133 : Légende des cartes de l'analyse des champs de perception de l'éolien

1 : Selon la méthode recommandée par la DIREN Centre en septembre 2007, dans *Éoliennes et risques de saturation visuelle - Conclusions de trois études de cas en Beauce*

• Depuis Grattepanche

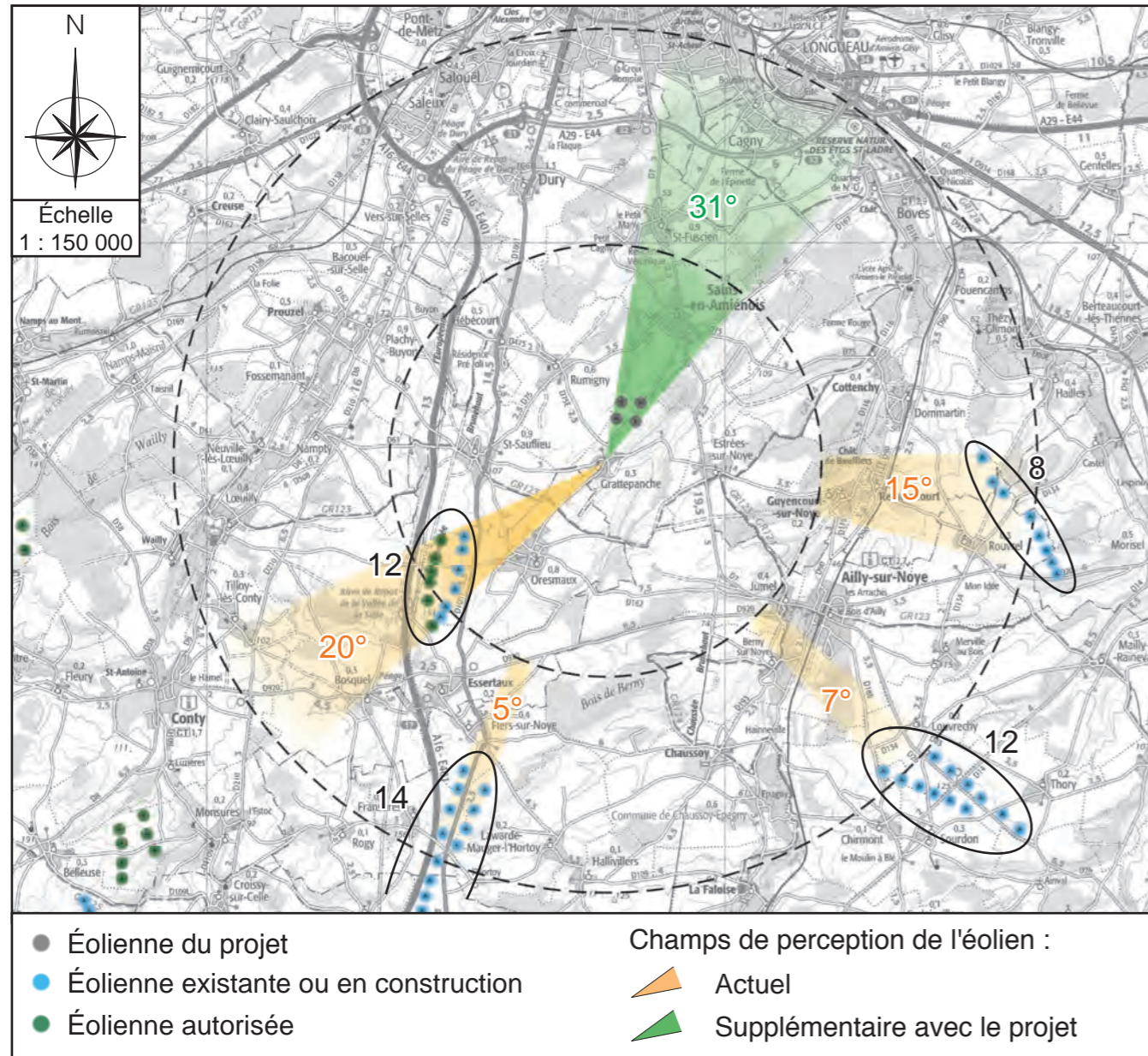


Figure 134 : Champ de perception depuis Grattepanche

		de 0 à 5 km	de 0 à 10 km
État actuel	Éoliennes existantes	12	46
	Angle d'horizon initialement occupé	20°	47°
	Densité	0,60	0,98
	Espace libre maximal sans éoliennes	340°	203°
Avec le projet	Angle d'horizon occupé	20 + 31 = 51°	47 + 31 = 78°
	Densité	0,31	0,64
	Espace libre maximal sans éoliennes	186°	123°

• Depuis Estrées-sur-Noye

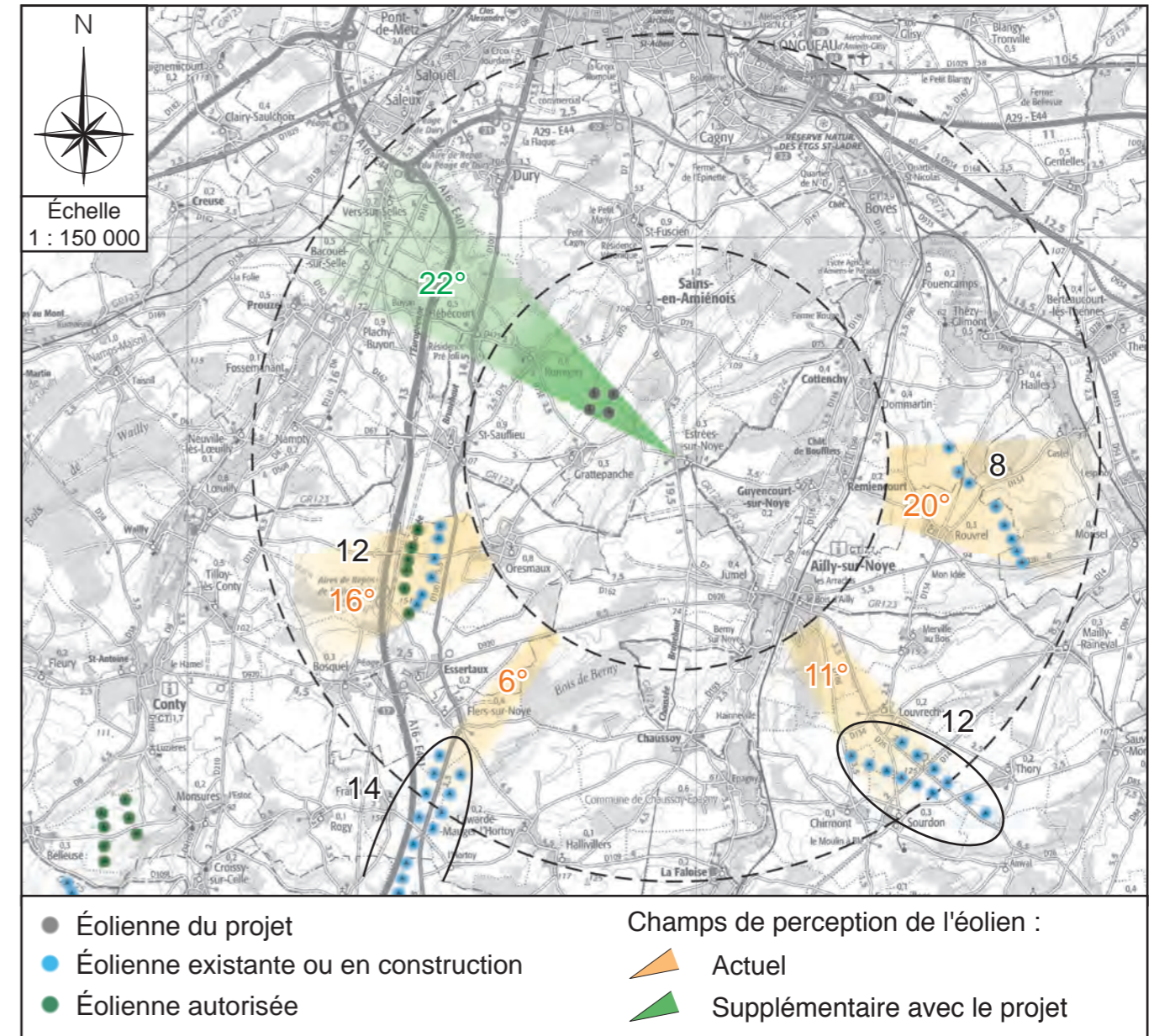


Figure 135 : Champ de perception depuis Estrées-sur-Noye

		de 0 à 5 km	de 0 à 10 km
État actuel	Éoliennes existantes	0	46
	Angle d'horizon initialement occupé	0°	53°
	Densité	-	0,87
	Espace libre maximal sans éoliennes	360°	191°
Avec le projet	Angle d'horizon occupé	22°	53 + 22 = 75°
	Densité	0,18	0,67
	Espace libre maximal sans éoliennes	338°	129°

• Depuis Rumigny

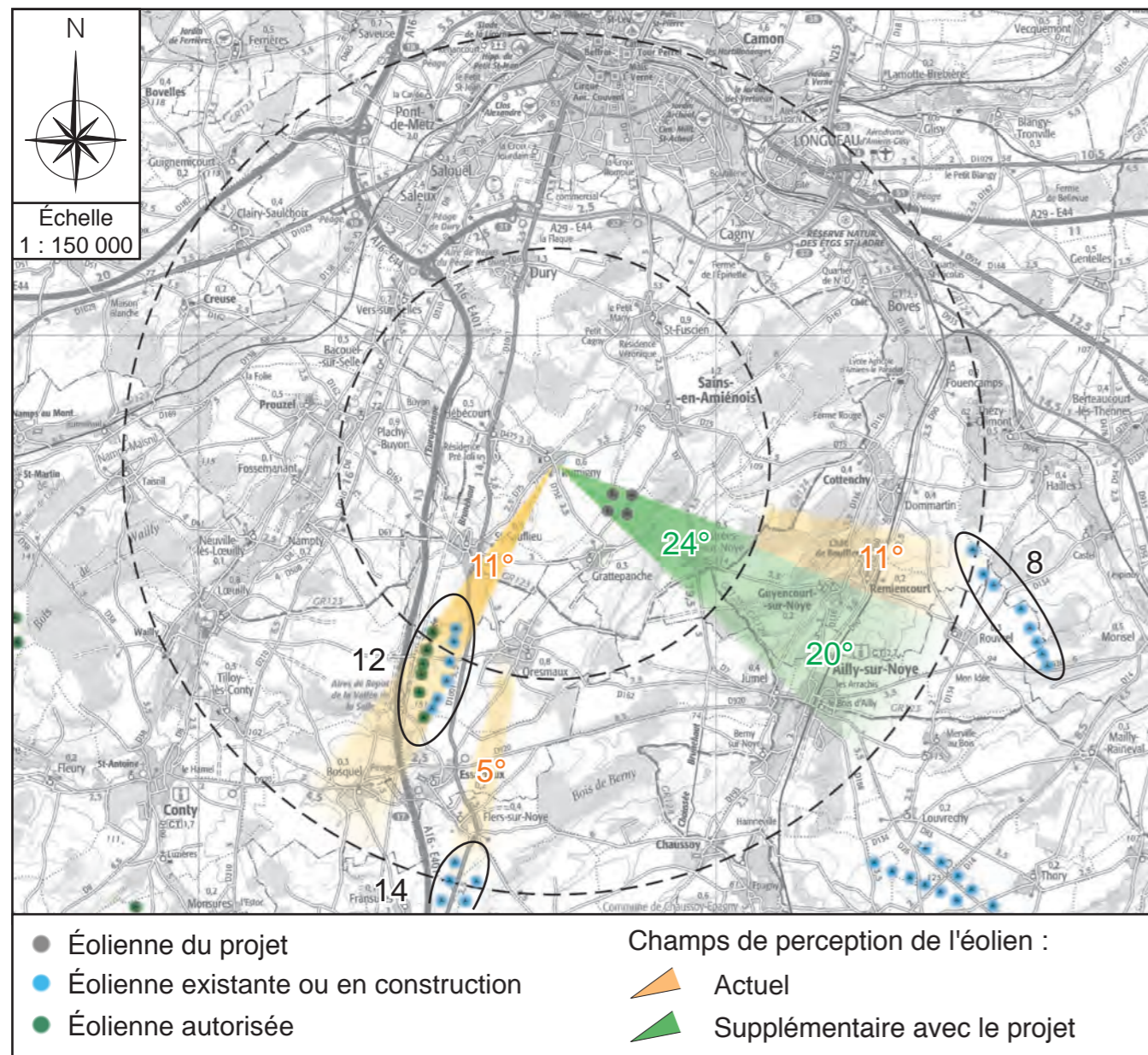


Figure 136 : Champ de perception depuis Rumigny

		de 0 à 5 km	de 0 à 10 km
État actuel	Éoliennes existantes	12	34
	Angle d'horizon initialement occupé	11°	27°
	Densité	1,09	1,26
	Espace libre maximal sans éoliennes	349°	245°
Avec le projet	Angle d'horizon occupé	11 + 24 = 35°	47°
	Densité	0,46	0,81
	Espace libre maximal sans éoliennes	255°	245°

• Depuis Sains-en-Amiénois

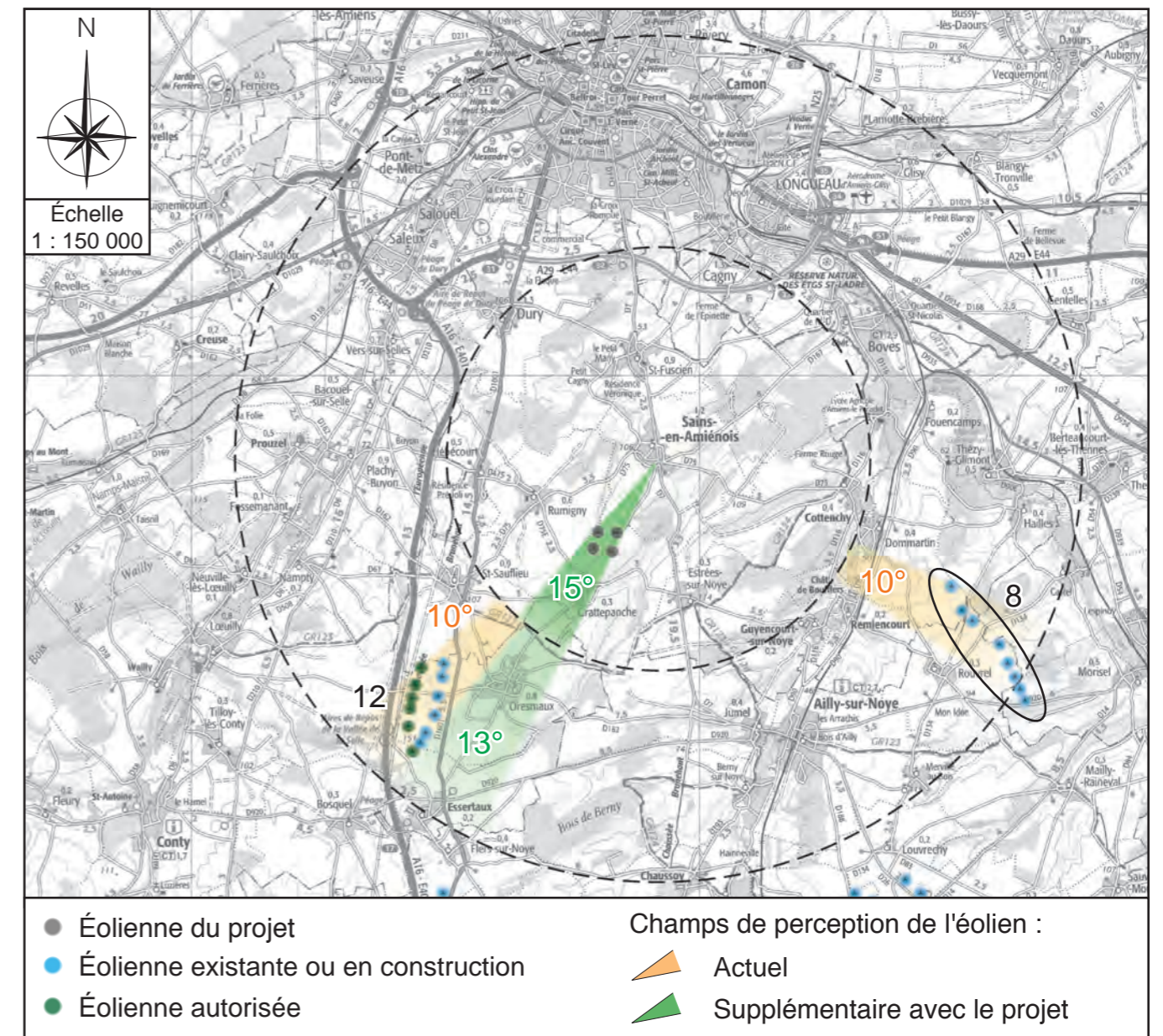


Figure 137 : Champ de perception depuis Sains-en-Amiénois

		de 0 à 5 km	de 0 à 10 km
État actuel	Éoliennes existantes	0	20
	Angle d'horizon initialement occupé	0°	20°
	Densité	-	1,00
	Espace libre maximal sans éoliennes	360°	243°
Avec le projet	Angle d'horizon occupé	15°	33°
	Densité	0,27	0,72
	Espace libre maximal sans éoliennes	345°	243°

• Depuis Saint-Saulfieu

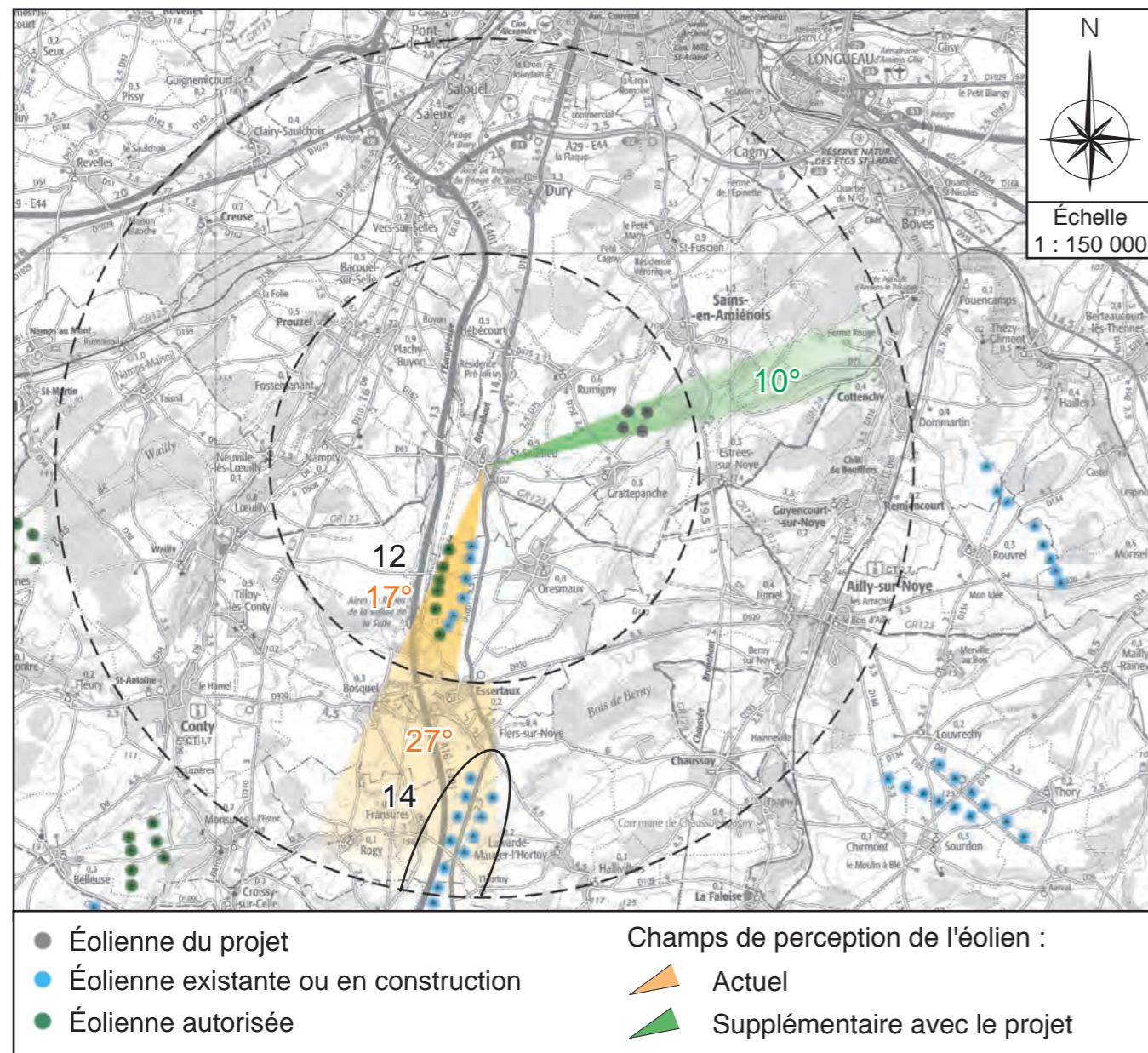


Figure 138 : Champ de perception depuis Saint-Saulfieu

		de 0 à 5 km	de 0 à 10 km
État actuel	Éoliennes existantes	12	26
	Angle d'horizon initialement occupé	17°	27°
	Densité	0,71	0,96
	Espace libre maximal sans éoliennes	343°	333°
Avec le projet	Angle d'horizon occupé	17 + 10 = 27°	27 + 10 = 37°
	Densité	0,59	0,81
	Espace libre maximal sans éoliennes	223°	223°

• Depuis Oresmaux

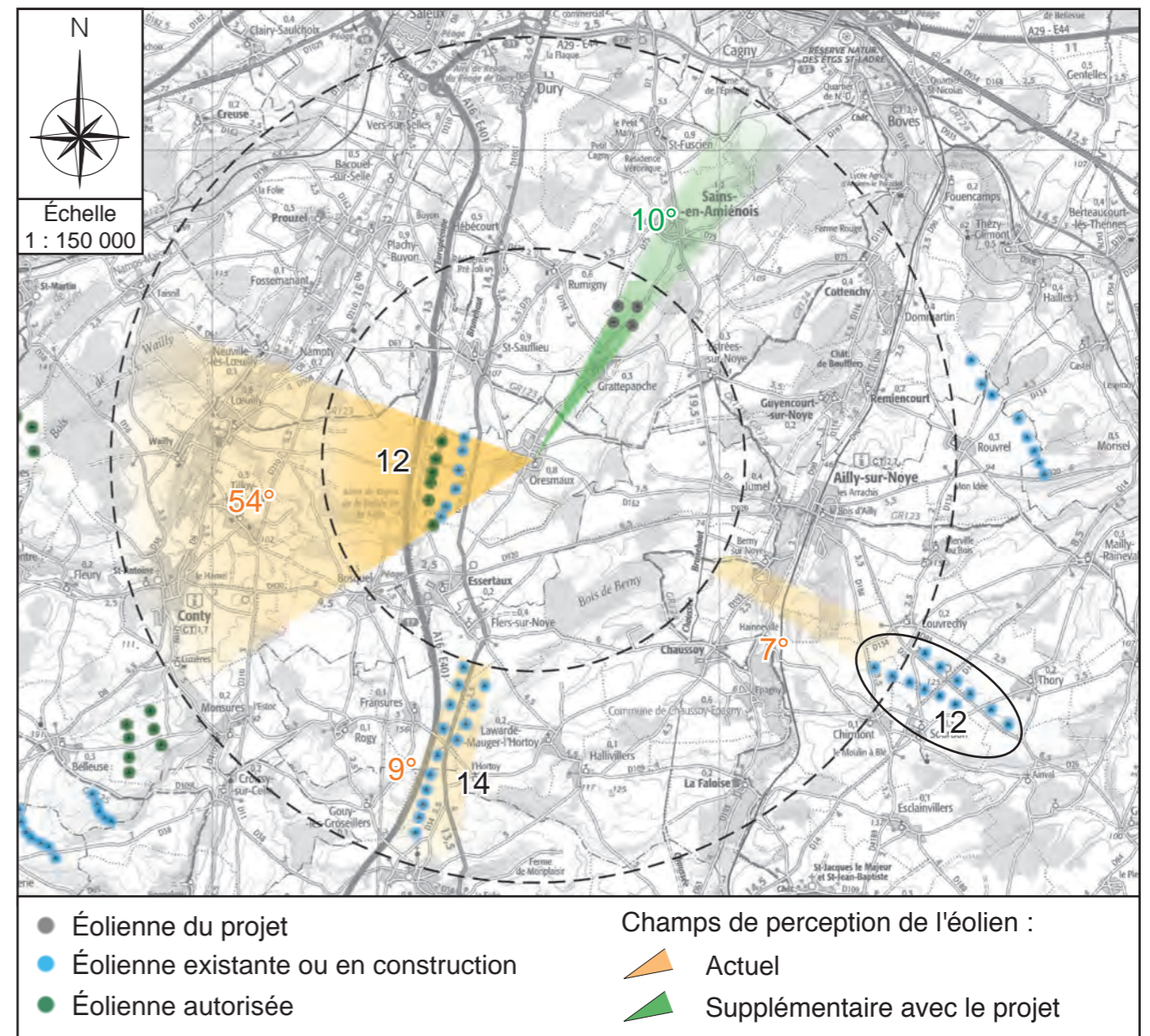


Figure 139 : Champ de perception depuis Oresmaux

		de 0 à 5 km	de 0 à 10 km
État actuel	Éoliennes existantes	12	38
	Angle d'horizon initialement occupé	54°	70°
	Densité	0,22	0,54
	Espace libre maximal sans éoliennes	306°	185°
Avec le projet	Angle d'horizon occupé	54 + 10 = 64°	70 + 10 = 80°
	Densité	0,25	0,53
	Espace libre maximal sans éoliennes	198°	99°

- Interprétation

L'aire d'étude éloignée compte de vastes secteurs favorables au développement de l'éolien d'après le SRE. À ce titre, hormis dans un secteur Nord-Est par rapport au projet, le territoire est déjà très investi par l'éolien, que ce soit par des parcs construits ou des parcs autorisés.

Actuellement, les projets déjà autorisés ou construits n'occupent que de 20 à 70° de l'horizon depuis les villages proches, si l'on considère les parcs distants de moins de 10 km, c'est-à-dire moins que le seuil de 120° proposé par l'étude de la DREAL Centre.

Avec les éoliennes du projet, cet angle de perception de l'éolien atteindra jusqu'à 80° depuis le centre de Grattepanche et d'Oresmaux (indépendamment des masques visuels).

C'est surtout depuis le Sud et l'Ouest (dans la direction du secteur dépourvu d'éoliennes), et au niveau des villages proches (Grattepanche, Rumigny, Estrées-sur-Noye), que le projet est le plus susceptible d'avoir une incidence (+ 22 à 31° d'angle d'horizon occupé par des éoliennes). Dans les autres cas, le projet n'augmente que faiblement (jusqu'à 15°) le champ de perception de l'éolien.

Concernant l'espace libre maximal sans éoliennes, celui-ci est souvent réduit par le projet. Il ne passe toutefois sous le seuil des 180° (limite "préférable") que pour une distance comprise entre 5 et 10 km depuis le Sud à Grattepanche, Oresmaux et Estrées-sur-Noye. Avec un minimum de 99°, 123 et 129°, il ne passe toutefois jamais sous le seuil limite de 60°.

Concernant la densité des éoliennes dans les angles d'horizon occupés, il n'est pertinent à considérer que si les angles occupés sont importants, ce qui n'est pas le cas ici.

Rappelons par ailleurs que l'étude des angles de perception se concentre sur les principaux lieux de vie proches en s'affranchissant des obstacles visuels. C'est d'ailleurs pourquoi les centres des villages sont choisis comme référence. Le bâti, les boisements, les reliefs, etc. sont autant d'éléments qui atténuent la visibilité ou empêchent de voir en direction des éoliennes alentour.

En outre, la perception de l'éolien depuis les lieux de vie dépend aussi de considérations subjectives d'appréciation du paysage et des éoliennes, qu'il est difficile de quantifier, et qui entrent en jeu dans l'acceptabilité des projets.

En conclusion, les éoliennes du projet viennent au Nord d'un secteur favorable à l'éolien. Les angles occupés par l'éolien seront augmentés sans dépasser les seuils préconisés, tandis que la densité des angles occupés sera légèrement réduite.

E.2.7.3 - Impact paysager du transformateur et des postes de livraison

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

Les postes de livraison n'auront qu'un impact très limité sur le paysage, sans comparaison avec l'impact des éoliennes (exemple en Figure 15, page 27).

E.2.7.4 - Impact paysager du tracé du raccordement électrique

Le chantier de pose des câbles d'alimentation depuis les postes de livraison jusqu'au poste source n'est pas géré par le développeur Eurocape mais par Enedis. Son impact sera faible et limité dans le temps à la phase travaux. Il sera nul après les travaux car il s'agit de câbles enterrés.

En outre, les mesures de remise en état des zones concernées par la tranchée seront prises : réfection des voiries, ré-engazonnement des bas-côtés,... (voir partie "H - Mesures réductrices, compensatoires et d'accompagnement des impacts, et suivi des mesures", page 463).

E.2.7.5 - Impact paysager du balisage lumineux

La DGAC impose le balisage lumineux des nacelles des éoliennes. Ce balisage est blanc le jour, peu visible, et rouge la nuit afin d'atténuer l'effet du flash.

L'allumage et l'extinction du balisage lumineux sont simultanés et coordonnés entre les éoliennes du parc afin d'éviter un effet de foisonnement.

Le balisage lumineux est destiné à être vu. Il sera donc visible, la nuit, depuis les points de vue où les éoliennes sont visibles le jour.

E.2.7.6 - Impact visuel 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 enterré. Seule une surface de 10 m de diamètre émergera du sol.

Au cours des travaux de terrassement, les terres seront temporairement stockées, pendant environ deux mois. Les terres excédentaires seront d'abord utilisées au maximum pour les besoins du chantier (chemin à créer, remblais...). Si il reste des terres excédentaires, elles seront évacuées et le terrain restitué 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 seront utilisées sur site par les exploitants, notamment pour compenser les pertes liées à l'érosion qui se produit au niveau des cultures (cette érosion n'est pas liée au projet).

- 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, chaque aire permettra de circuler aux abords de chaque éolienne. Les cultures viendront jusqu'en limite de cette aire.

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.

E.2.7.7 - Conclusion

Le projet s'inscrira dans une évolution de la perception de l'image paysagère du secteur, inhérente à l'application des objectifs du Schéma Régional Éolien.

Nous avons vu néanmoins que le projet sera peu perceptible depuis les secteurs d'intérêt paysager les plus marqués, essentiellement situés dans les vallées, et depuis les espaces urbanisés. Depuis le plateau en revanche, les éoliennes du projet seront souvent visibles, comme les autres éoliennes du secteur.

Les quelques visibilités et covisibilités avec les monuments et sites environnants sont relativement limitées par la topographie, la végétation, les espaces bâtis et l'éloignement.

E.2.8 - IMPACT SUR LA SANTÉ (VOLET SANITAIRE)

L'analyse des effets du projet sur la santé constitue un prolongement de l'étude d'impact, consacré 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 défini 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.

E.2.8.1 - Analyse préliminaire des voies d'exposition et des sources de dommages pour la santé

Lors de la construction du parc, des nuisances liées aux déplacements des engins et à la réalisation des travaux pourront être observées, notamment un dégagement de poussières. Celles-ci seront limitées à la phase chantier.

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,
- 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.

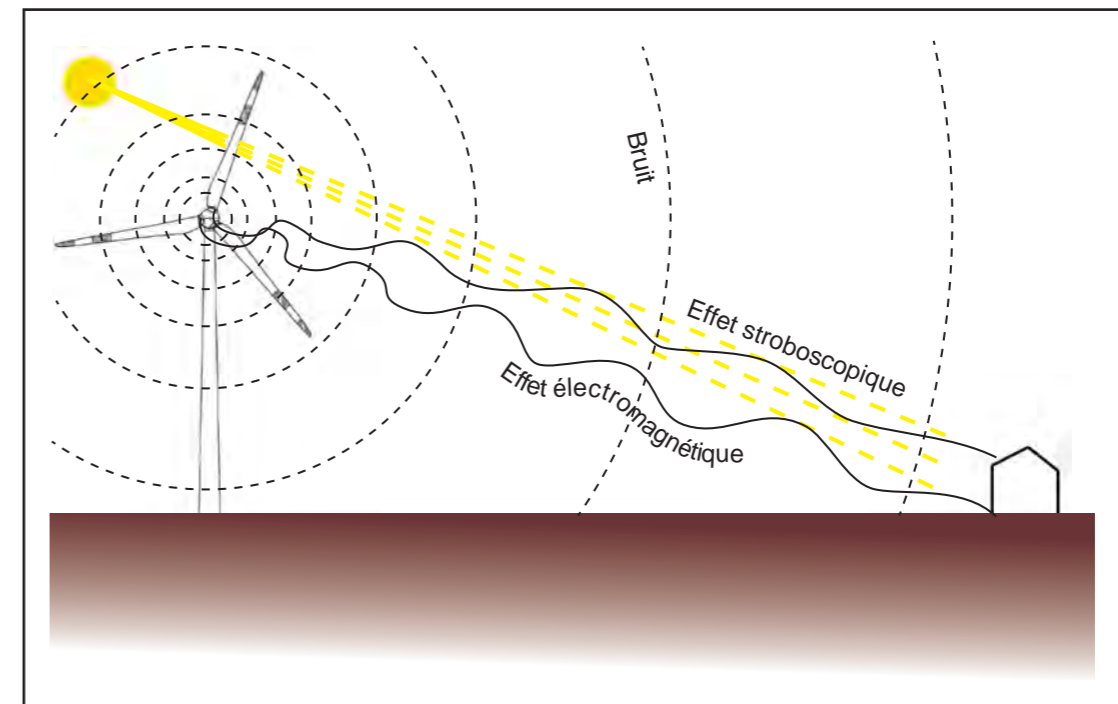


Figure 140 : Voies d'exposition et des sources possibles de dommages pour la santé

E.2.8.2 - Acoustique

L'étude acoustique complète est jointe en annexe.

L'étude d'impact acoustique est conforme aux recommandations de la norme NF S31-114, ainsi qu'à l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent.

E.2.8.2.1 - Zones de contrôle

Douze points de calculs de l'émergence sont retenus pour évaluer la sensibilité acoustique du projet (Figure 142). Ils sont associés à un niveau résiduel mesuré par 10 sonomètres et jugé représentatif. Le choix des niveaux résiduels associés est fait notamment par rapport aux caractéristiques de la zone (exposition au vent, proximité des points de mesures de bruit résiduel, végétation...).

Ces points de calculs correspondent aux habitations les plus impactées de chaque zone.

E.2.8.2.2 - Émergences globales

De jour, l'impact sonore du parc éolien de Grattepanche sera limité. Aucun dépassement n'est constaté dans l'ensemble des ZER contrôlés.

En période nocturne, pour des vents à partir de 6 m/s, on constate un impact acoustique modéré avec des dépassements pouvant atteindre 4 dB(A), mis en évidence à Grattepanche Nord, Le Fief de la Croix, Rumigny, La Pigeonnière et Sains-en-Amiénois (route de Grattepanche).

Des mesures de réduction (plans d'optimisation des éoliennes) seront donc appliqués afin de limiter l'impact nocturne du parc éolien de Grattepanche au niveau des Zones à Émergence Réglementée (ZER) présentant des dépassements. Ces mesures sont complémentaires à celles déjà adoptées dès la conception des machines, telles que le peigne disposé sur les bords de fuite ("TES", voir "B.2.3.2 - Rotor", page 20). Seules les mesures de contrôle environnemental post-installation permettront de statuer sur le respect réglementaire du parc éolien.

• Bridage des éoliennes

Un bridage permet de limiter la puissance acoustique de l'éolienne, afin de respecter la réglementation lorsqu'il y a des dépassements possibles. Il consiste à modifier l'orientation des pales afin de diminuer la vitesse de rotation et la prise au vent, limitant ainsi le niveau de bruit. Les éventuels dépassements réglementaires dépendent de conditions mesurables : direction du vent, vitesse du vent, moment de la journée ou de la nuit, ce qui permet de programmer le bridage suivant ces conditions.

L'exemple d'optimisation proposé ci-après correspond aux bridages minimums permettant de supprimer les dépassements des seuils d'émergences réglementaires, en combinant les différents modes de fonctionnement. Ce plan de bridage constitue l'une des solutions possibles permettant d'atteindre le respect des critères réglementaires. L'éventuel plan de bridage définitif à mettre en place sera déterminé sur la base des résultats de la réception environnementale post-implantation (suivi réalisé dans l'année suivant la mise en service du parc).

Optimisation période diurne - NORDEX N149 4.5MW H105 STE										
Vs à 10m	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s	>10m/s	
E1										
E2										
E3										
E4										
Optimisation période nocturne - NORDEX N149 4.5MW H105 STE										
Vs à 10m	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s	>10m/s	
E1					Mode 1	Mode 2	Mode 4	Mode 5	Mode 6	
E2						Mode 2	Mode 4	Mode 3	Mode 4	
E3				Mode 9	Mode 10	Mode 12	Mode 11	Mode 13	Mode 15	
E4				Mode 6	Mode 9	Mode 9	Mode 9	Mode 10	Mode 12	

	Fonctionnement standard
	Mode bridé (version)
	Arrêt

Figure 141 : Exemple de plan de fonctionnement optimisé pour les éoliennes N149 du projet

E.2.8.2.3 - Niveaux sonores

La carte de bruit en Figure 143 permet de statuer sur le respect des seuils réglementaires au niveau du périmètre de mesure du bruit de l'installation. Le seuil maximal autorisé de 60 dB(A) en période nocturne (et a fortiori le seuil de 70 dB(A) en période diurne) n'est pas dépassé, en fonctionnement nominal de l'ensemble des machines.

E.2.8.2.4 - Tonalités marquées

Les éoliennes N149 ne présentent pas de tonalité marquée à l'émission. Il n'y a donc pas de risque de détecter des tonalités marquées dans les zones riveraines, après propagation sonore (pas de déformation significative de la forme spectrale du bruit).

E.2.8.2.5 - Conclusion

Le calcul d'impact acoustique du projet éolien met en évidence :

- Une sensibilité acoustique faible en période diurne et modérée à forte sur la période nocturne à partir de 5 m/s pour plusieurs hameaux,
- La nécessité de mise en œuvre d'un plan de fonctionnement en fonction notamment de la période réglementaire considérée et de la direction du vent. Ceci sera à vérifier in situ à la suite de mesures de contrôles acoustiques. Ces mesures permettront également de définir le mode de fonctionnement du parc qui permettra le respect réglementaire dans toutes les conditions d'environnement.
- Le respect des seuils réglementaires au périmètre de mesure de bruit de l'installation.
- L'absence de tonalités marquées.

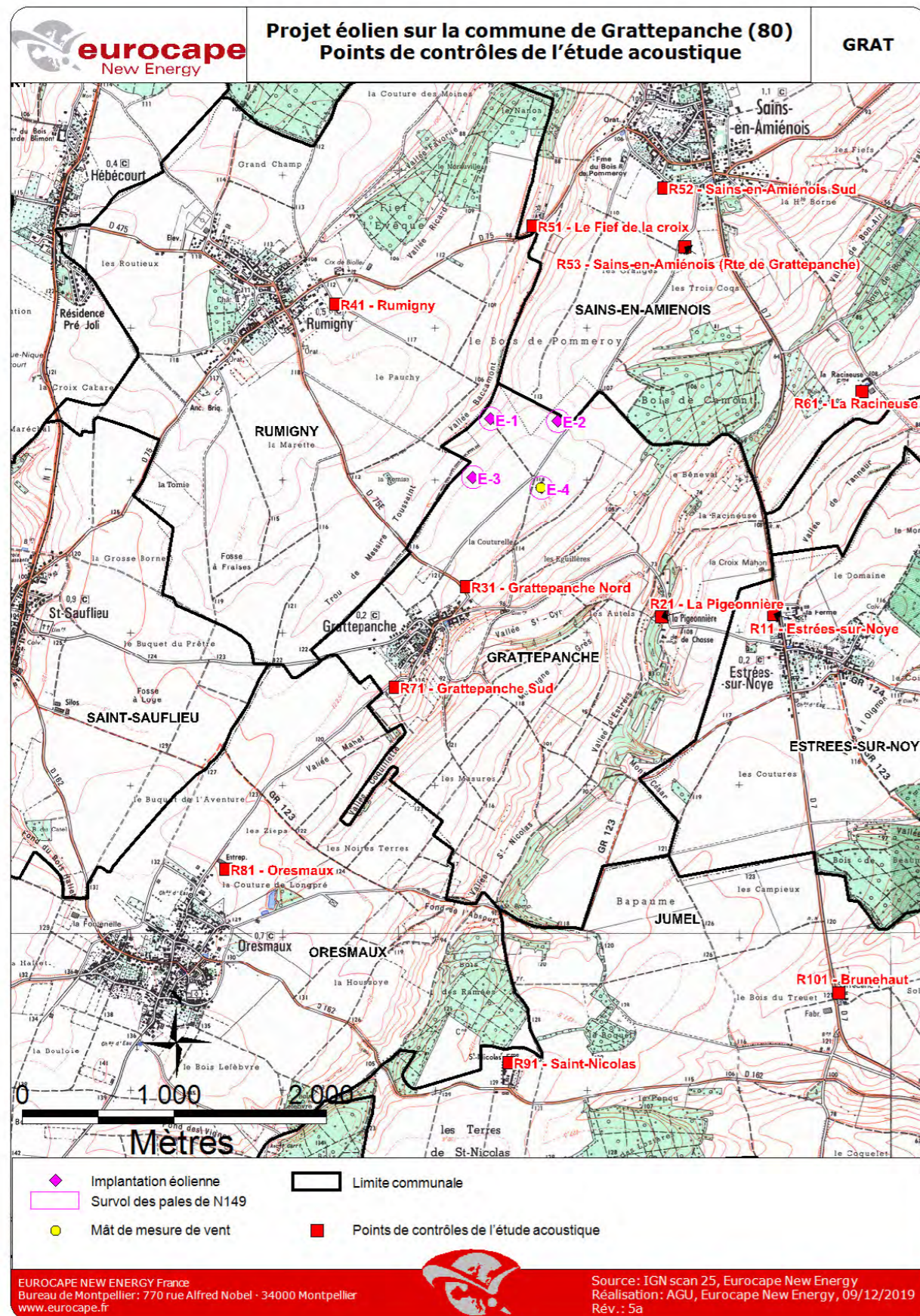


Figure 142 : Localisation des points de calcul

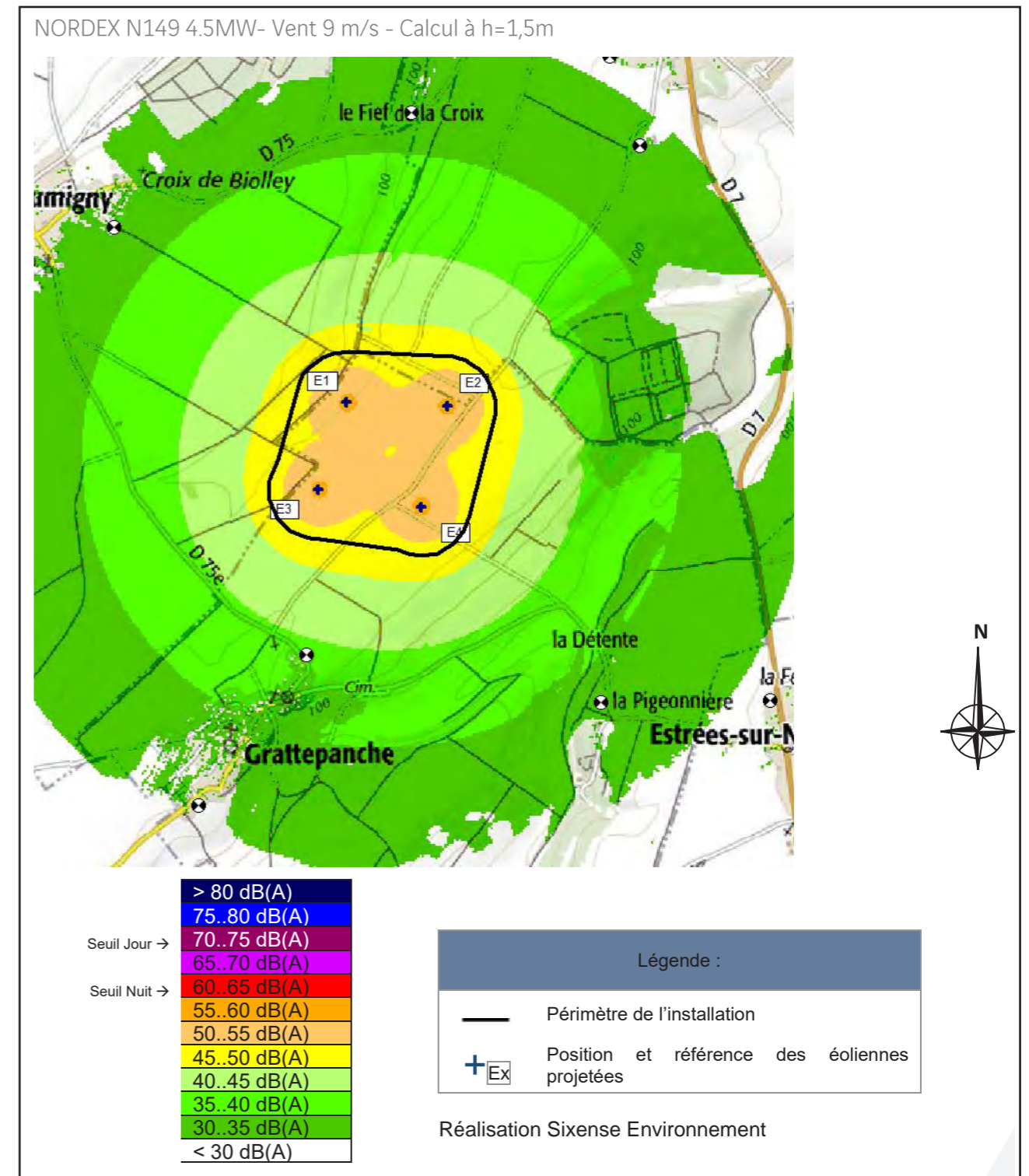


Figure 143 : Niveaux sonores : contrôle au périmètre de mesure du bruit de l'installation

E.2.8.3 - Champs électromagnétiques

L'article 6 de l'arrêté du 26 août 2011 indique que les habitations ne doivent pas être exposées à un champ magnétique émanant des aérogénérateurs supérieur à 100 microteslas à 50-60 Hz.

Or, des champs électriques et magnétiques sont présents :

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

Les effets de ces 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), et l'Académie Nationale de Médecine.

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

RTE¹ indique les valeurs de champs magnétiques (en microteslas) pour un courant de 50 Hz en fonction du type de ligne et de la distance (tableau ci-dessous)

Distance par rapport à la ligne (en m)		0	5	15	30	100	
Type de ligne électrique	Aérienne	400 000 V	6	-	-	2	0,2
		225 000 V	4	-	-	0,6	0,1
		90 000 V - 63 000 V	3	-	-	0,4	0,05
	Souterraine	225 000 V	4	0,6	0,08	-	<0,01
		90 000 V - 63 000 V	2,4	0,4	0,05	-	<0,01

¹ D'après RTE (Réseau de Transport de l'Électricité), <http://www.clefsdeschamps.info/Habitant-pres-d-une-ligne-haute>

Pour les parcs éoliens, dans la très grande majorité des cas, le risque sanitaire est minime pour 4 raisons principales :

- les raccordements électriques évitent les zones d'habitats,
- les tensions qui seront générées seront de 20 000 V, soit bien en deçà des tensions mentionnées dans le tableau précédent,
- les raccordements en souterrain limitent fortement le champ magnétique,
- les génératrices sont éloignées du sol (≥ 105 m).

Par ailleurs, les études des constructeurs Enercon et Vestas ont démontré² que les valeurs sont très en deçà des recommandations. En effet, pour Enercon, dans la gamme d'éolienne E53 jusqu'à la E101, le niveau à l'extérieur à proximité immédiate de l'éolienne est au plus de 5 μ T (< 1.5 μ T pour la gamme 50 Hz). Le constructeur Vestas relève quant à lui un champ magnétique maximal de 0,093 μ T au niveau du poste de livraison et de 0,042 μ T au pied de l'éolienne.

Les valeurs de champs électromagnétiques potentiellement générés par les éoliennes et les réseaux de câbles sont très faibles. Les habitations, qui sont situées à plus de 500 m, ne seront donc pas soumises à un champ supérieur à 100 microteslas.

² Sources : Enercon, *Measurements of magnetic fields outside ENERCON wind turbines*, 2012 ; Emtech, *Mesure de champs électromagnétiques*, 2014

E.2.8.4 - Ombre et effet stroboscopique

E.2.8.4.1 - Généralités

• Les ombres d'un parc éolien

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 180 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.

• L'effet stroboscopique

Une éolienne présente aussi la particularité d'être constituée d'une partie fixe, le mât, et d'une partie pouvant être 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 (voir "Synthèse des caractéristiques", page 20), ces interruptions répétées de lumière provoquent un effet stroboscopique, uniquement perçu dans la zone d'ombre des pales de l'éolienne.

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 partie de la zone d'ombre des éoliennes due aux pales en mouvement. L'ombre du mât d'une éolienne ne génère pas d'effet stroboscopique. Les calculs réalisés pour ce type d'étude simulent l'ombre de l'ensemble de l'éolienne, mât compris. Le logiciel ne fait pas de distinction entre la zone d'ombre de l'éolienne et la zone où l'effet stroboscopique se produit. En fait, la zone d'effet stroboscopique est incluse dans la zone d'ombre.

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. C'est pourquoi nous avons approfondi cette étude pour les zones d'habitats les plus exposées.

- Législation

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

L'article 5 de l'arrêté du 26 août 2011 modifié impose 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, 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.

- Explications générales des ombres autour d'une éolienne

À partir de paramètres généraux, on peut calculer théoriquement que, sous nos latitudes, une éolienne de 150 m de haut (pales incluses) peut projeter une ombre jusqu'à 900 m environ.

L'observation du phénomène réel amène les constatations suivantes :

- En s'éloignant de l'objet obstacle, celui-ci ne cache plus entièrement le soleil. On dit que l'ombre est diffuse. L'effet stroboscopique est ainsi très atténué. Cette atténuation du phénomène stroboscopique se manifeste à partir d'un éloignement d'environ 500 m (pour le même type d'éolienne).
- L'opacification de l'atmosphère due aux particules (poussières, molécules, humidité, pollution de l'air) disperse les rayons solaires qui perdent de leur intensité.
- Cette opacification a un effet d'autant plus grand que le soleil est bas sur l'horizon (à l'aube et au crépuscule), car la distance parcourue par les rayons solaires dans l'atmosphère est plus longue, et donc leur intensité en est diminuée.

Ces effets tendent à limiter l'intensité des rayons solaires et donc l'effet stroboscopique.

Afin de bien comprendre les résultats pour ce projet, nous présentons ici une représentation de la zone d'ombres projetées pour une éolienne :

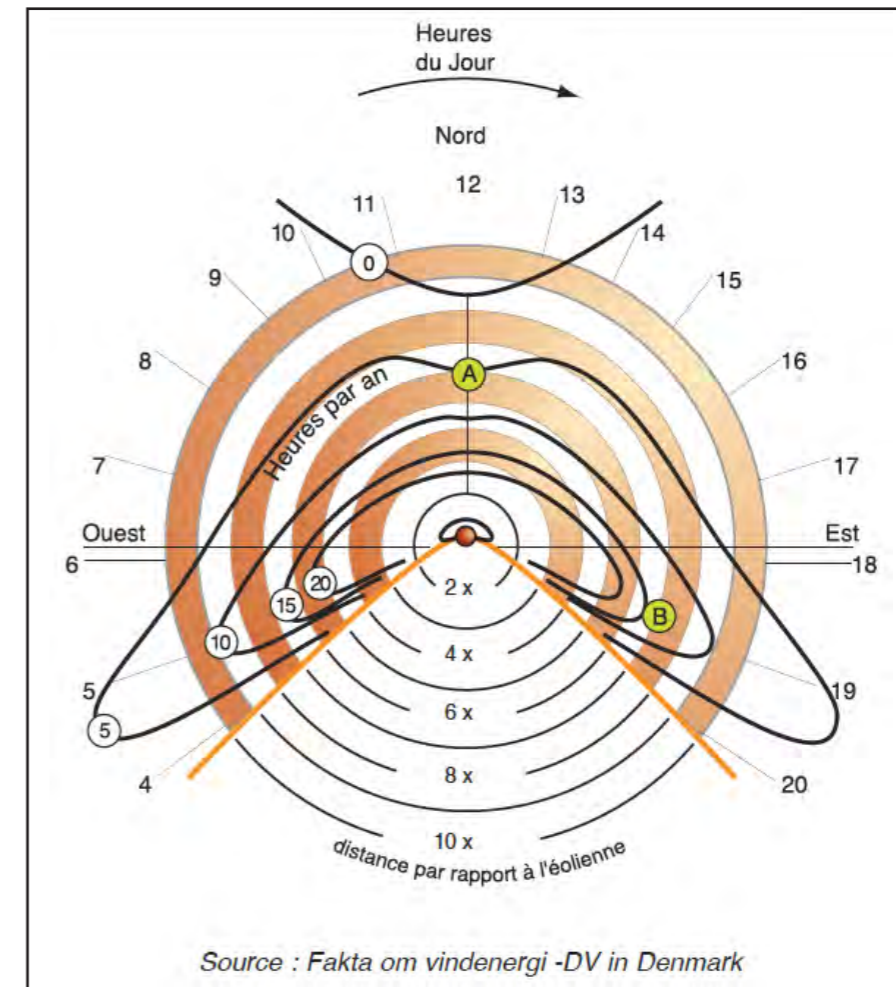


Figure 144 : Projection des ombres en fonction des heures de la journée, en proportion de la hauteur du mât

Dans cet exemple, deux maisons A et B se trouvent placées respectivement à une distance de 6 et 7 fois la hauteur de la tour de l'éolienne considérée.

Le diagramme montre que la maison A sera soumise au phénomène d'interruption lumineuse périodique pendant 5 heures chaque année. Pour la maison B, le phénomène durera 12 heures par an.

Sur ce graphique, la distance à l'éolienne est représentée en multiples de la taille de la tour de l'éolienne. Pour ce projet, les éoliennes auront une hauteur au moyen de 105 m.

E.2.8.4.2 - Ombres projetées du parc éolien

• Simulations

• Contexte réglementaire

En l'absence de législation française en matière d'exposition à l'ombre des éoliennes *pour l'habitat*, il n'existe pas en France de norme pour ces calculs. En effet, la réglementation imposant un minimum de 500 m vis-à-vis des habitations, il est admis que l'impact ombre est négligeable sur ces bâtiments. La seule réglementation applicable concerne les bâtiments à usage de bureaux.

• 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, et les masques boisés, 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.

Par le choix de ces paramètres, on est assuré que la simulation présente des résultats supérieurs en durée d'exposition à la réalité. L'impact réel sera donc encore plus faible.

• Résultat des calculs

La carte en Figure 145 illustre les résultats des simulations de l'exposition aux ombres en heures par année autour des 4 éoliennes du projet.

Le projet respecte les préconisations existantes en termes d'ombres projetées.

Les calculs montrent que l'impact sur les habitations de la projection d'ombres reste faible : jusqu'à près de 30 heures tout au plus pour les habitations les plus impactées, au lieu-dit "la Détente" à Grattepanche, et à la frange Est de l'espace bâti de Rumigny.

Aucune zone à vocation d'habitat des documents d'urbanisme ne sera concernée par une exposition plus prolongée.

E.2.8.4.3 - Conclusion

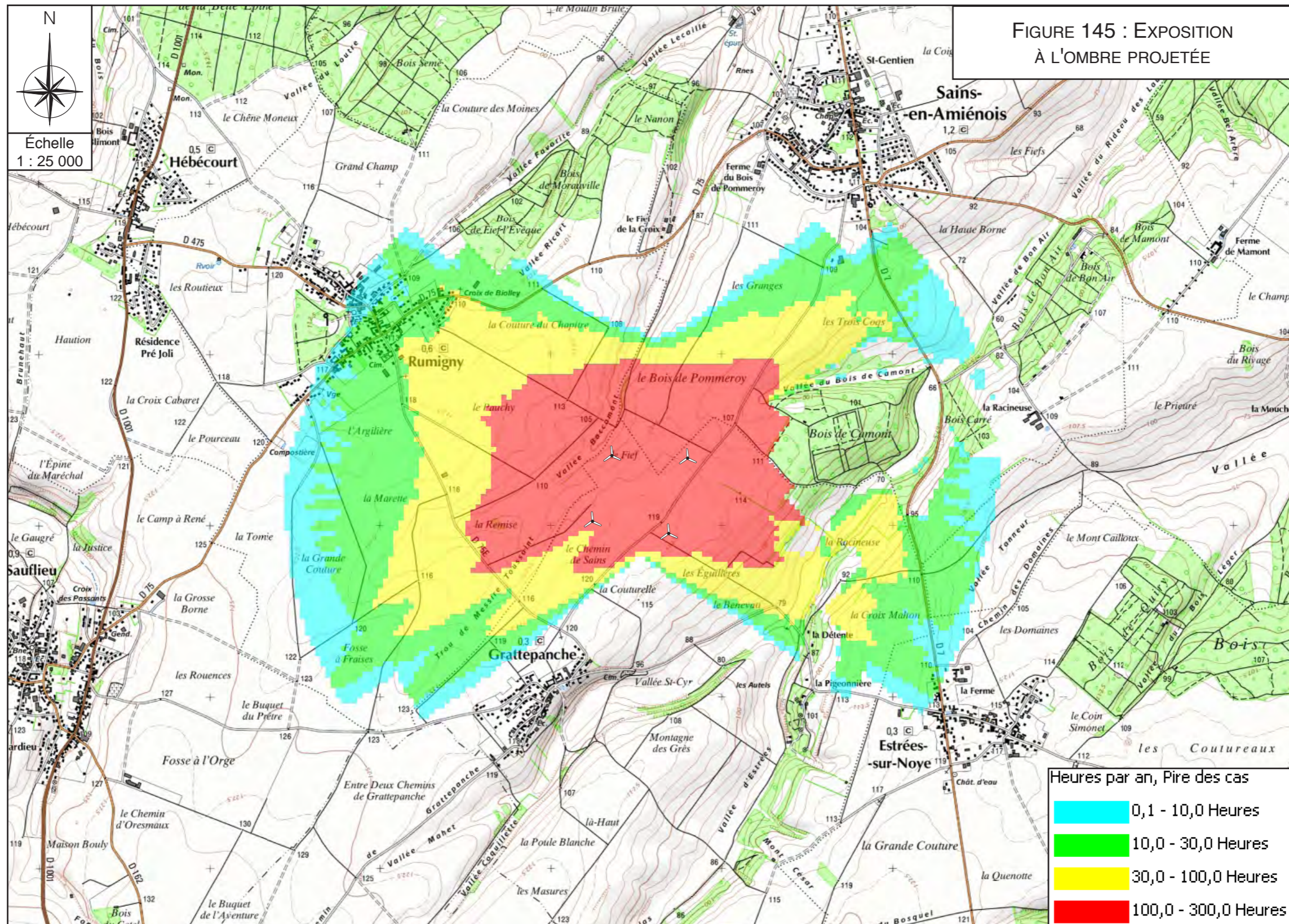
Le projet éolien ne créera pas de problèmes dus aux effets stroboscopiques. La projection d'ombres pourrait atteindre au maximum près de 30 heures par an environ, aux points les plus impactés.

E.2.8.5 - Balisage lumineux

Le balisage lumineux clignotant obligatoire contribue à la sécurité du projet.

Le clignotement peut néanmoins, dans certains cas, constituer une gêne paysagère pour certains riverains, en particulier la nuit car ils sont moins perceptibles le jour.

Ces clignotements du balisage lumineux sont toutefois simultanés et coordonnés entre les éoliennes du parc afin d'éviter un effet de foisonnement. De plus, le balisage nocturne rouge est moins impactant que s'il était blanc, comme le balisage diurne. Enfin, le secteur ne présente pas de sensibilité particulière, et nous avons vu que les éoliennes seront éloignées des zones habitées (≥ 710 m).



E.2.8.6 - Effets bénéfiques

L'intérêt environnemental de l'éolien a été présenté. Il permet la production d'énergie électrique ne générant :

- pas de pollution de l'air (hors phase chantier) : 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),
- que 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 absorbent 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 CO₂ a ainsi augmenté de 30 % depuis l'ère préindustrielle et celle de CH₄ de 150 %. Il en résulte un réchauffement de notre planète : de 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 physiologie. 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 de principaux gaz à effet de serre retenus dans le protocole de Kyoto :

- le gaz carbonique ou dioxyde de carbone CO₂,
- le méthane CH₄,
- le protoxyde d'azote N₂O,
- les gaz fluorés, substitués des CFC : HFC, PFC, SF₆.

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, en considérant l'ensemble du cycle de vie des installations, par rapport au kWh produit¹.

Taux d'émissions de gaz à effet de serre, en g CO₂eq/kWh

Charbon	1001 g
Pétrole	840 g
Gaz naturel	469 g
Nucléaire	16 g
Hydraulique	4 g
Éolien	12,7 g

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 ainsi d'environ 300 g de CO₂/kWh en hiver comme en été².

Le parc éolien, considérant l'équivalent de la pleine puissance pendant plus d'un tiers de l'année (3000 h/an), produira en fonction du gisement éolien de l'ordre de 54 GWh par an. Ce sont donc ici près de 16 000 tonnes de CO₂ par an qui seront évitées pour le parc, soit 275 000 à 324 000 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.

E.2.8.7 - 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.

1 : source : Ademe, *Impacts environnementaux de l'éolien français*, données 2015

2 : Source : SER : D'après le Syndicat des Énergies Renouvelables (www.ser-fra.com)
"De manière générale, la production d'électricité à partir d'une source d'énergie renouvelable vient se substituer à un moyen de semi-base ou de pointe, typiquement une turbine à gaz, qui produit environ 400 g de CO₂ par kWh. Par prudence, cette valeur est ramenée à 292 g de CO₂ par kWh d'électricité "verte" produite, valeur utilisée dans le Plan national de lutte contre le changement climatique."

E.2.9 - DÉCHETS PRODUITS

Cette partie détaille les déchets susceptibles d'être produits pendant les phases de construction, d'exploitation et de démantèlement du parc en fin de vie.

E.2.9.1 - Phase Chantier

Comme indiqué sur le tableau suivant, différents types de déchets pourront être produits durant toutes les étapes du chantier.

Etape du chantier	Type de déchets	Stockage	Traitement
Terrassement	Généralement pas de déchets, excepté sur des terrains cultivés (déchets verts)	Bennes de collecte	Transformation en engrais vert
Fondations	Ligatures, ferrailles	Bennes	Déchetterie
	Béton	Fosse de lavage	Déchetterie
Montage	Palettes de bois	Bennes de collecte	Déchetterie
	Bidon vide de graisse, de lubrifiant...	Bennes de collecte	Déchetterie
Raccordement	Chute de câbles en aluminium	Bennes de collecte	Déchetterie
Remise en état	Eventuellement la terre décaissée non utilisée	Bennes de collecte	Evacuation vers des centres de stockage de déchets inertes agréés

La grande majorité des déchets sera donc acheminée en déchetterie pour valorisation.

Après chaque déversement de béton, pour la réalisation des fondations, les toupies des camions feront l'objet d'un rinçage par le chauffeur. L'eau utilisée provient d'une réserve d'eau présente sur chaque camion. L'eau, alors usée, sera déversée au sein de fosses de lavage. Ces fosses sont préalablement creusées à la pelle mécanique. Ainsi il ne reste à récupérer que les résidus de béton, de sable et de graviers.

Aucun déchet ne donc sera abandonné sur site à l'issue du chantier de construction.

E.2.9.2 - Phase d'exploitation

En période d'exploitation un parc éolien n'est la source d'aucun déchet atmosphérique (poussières, émission de gaz, vapeur d'eau, etc.).

Les opérations de maintenance pourront produire des déchets, notamment des contenants d'hydrocarbures ou de lubrifiants et pièces d'usure. Les quantités de ces déchets restent très limitées. Ils seront pris en charge par les équipes de maintenance, et acheminés à une plateforme de traitement.

Des vidanges, ou a minima le filtrage des différentes huiles (pour le transformateur électrique, pour le frein hydraulique, le palier d'orientation, le dispositif de blocage du rotor, la transmission d'orientation, l'arbre de renvoi, etc.), ont lieu périodiquement, tous les quatre ou deux ans.

Sur la base d'un remplacement tous les 4 ans, la quantité annuelle d'huiles usagées générée est de l'ordre de 250 litres par éolienne, soit 1000 litres pour l'ensemble du projet. Celles-ci sont valorisées comme combustibles ou par régénération.

Les techniciens de maintenance quittent le site avec tous les déchets après intervention. Aucun stockage de déchets n'est réalisé sur le site.

E.2.9.3 - Démantèlement

D'après le constructeur, les composants des éoliennes Nordex sont recyclables à environ 91 %, et à 97,9 % si l'on prend en compte les fondations.

Les éoliennes sont en grande majorité composées d'acier, de fibres de verre et de fibres de carbone. Mais elles contiennent également, en moins grande quantité, des éléments comme le cuivre ou l'aluminium. Les fondations des éoliennes sont composées de béton armé.

Dans un contexte d'augmentation de la demande en matières premières et de l'appauvrissement des ressources, le recyclage des matériaux prend d'autant plus sa part dans le marché des échanges.

Type de déchets	Voies de recyclage/revalorisation
Acier	Ainsi l'acier se recycle à 100 % et à l'infini.
Fibres de verre Fibres de carbone	Actuellement, ces matériaux sont, en majorité, mis en décharge avec un coût en forte augmentation et une menace d'interdiction d'enfouissement pour les déchets considérés comme non « ultimes ». Mais des groupes de recherche ont orienté leurs études sur la valorisation de ces matériaux. Un certain nombre de solutions sont aujourd'hui à l'étude : - La voie thermique et thermo-chimique permettant par exemple des co-combustions en cimenterie ou la création de revêtement routier ; - la création de nouveaux matériaux. Ainsi, un nouveau matériau à base de polypropylène recyclé et de broyats de déchets composites a été développé par Plastic Omnium pour la fabrication de pièces automobiles, en mélange avec de la matière vierge. L'entreprise MCR développe également de nouveaux produits contenant une forte proportion de matière recyclée (60 %). Ces nouveaux matériaux présentent une forte résistance aux impacts et aux rayures et peuvent notamment trouver des applications dans le secteur du bâtiment et des sanitaires.
Cuivre	Le cuivre est le métal le plus recyclé au monde. En effet, il participe à la composition des éléments de haute technologie (ordinateurs, téléphones portables, ...). 35 % des besoins mondiaux sont aujourd'hui assurés par le recyclage de déchets contenant du cuivre (robinetterie, appareils ménagers, matériel informatique et électronique...). Cette part atteint même 45% en Europe, selon International Copper Study Group (ICSG). Ce métal est recyclé et réutilisé facilement sans aucune perte de qualité ni de performance, explique le Centre d'Information du Cuivre. Il n'existe en effet aucune différence entre le métal recyclé et le métal issu de l'extraction minière.
Aluminium	Comme l'acier, l'aluminium se recycle à 100 %. Une fois récupéré, il est chauffé et sert ensuite à fabriquer des pièces moulées pour des carters de moteurs de voitures, de tondeuses ou de perceuses, des lampadaires, ...

Notons que la nouvelle programmation pluriannuelle de l'énergie prévoit de «Rendre obligatoire d'ici 2023 le recyclage des matériaux constitutifs des éoliennes lors de leur démantèlement».

E.2.10 - BILAN D'ÉNERGIE ET BILAN CARBONE

Les éoliennes produisent de l'énergie lors de leur phase de fonctionnement. La dépense d'énergie nécessaire pour assurer certaines fonctions - comme par exemple l'orientation du rotor - est insignifiante par rapport à la quantité d'énergie produite.

Pour l'estimation de la consommation d'énergie, l'ADEME a réalisé en 2015 une Analyse du Cycle de Vie¹ (ACV), portant sur 87% du parc éolien français de 2013. Cette ACV tient compte des différents stades du projet (fabrication des éoliennes, transport, raccordement et aménagements routiers liés au transport, montage...).

• Répartition de la consommation énergétique

La figure suivante indique la répartition de la demande d'énergie cumulée (CED) hors production, en MJ, par stade d'un projet éolien (source ADEME²).

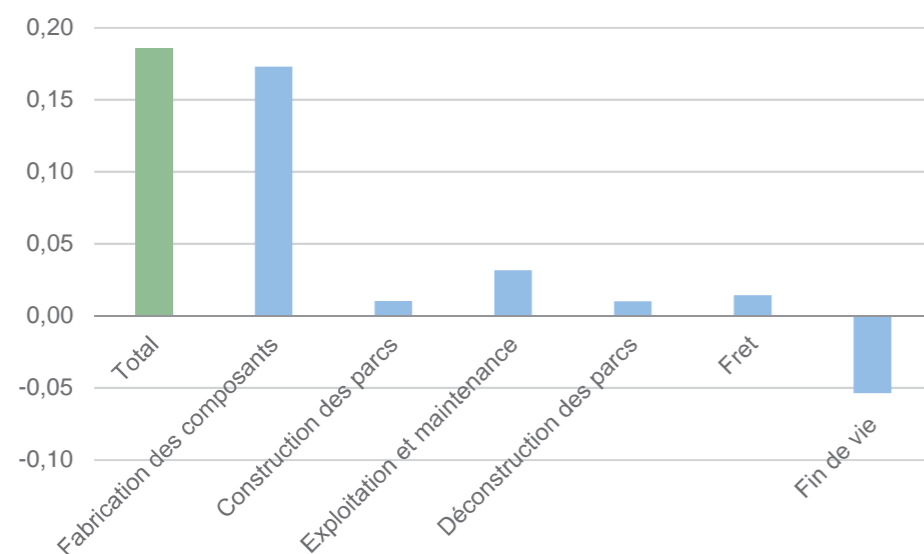


Figure 146 : Répartition de la consommation d'énergie entre les différents stades du projet (MJ)

Les principales consommations d'énergie ont lieu lors des phases de fabrication et dans une moindre mesure de montage. La fabrication des nacelles représente la part la plus importante avec 20% (-1 % de recyclage), suivis de l'impact des rotors avec 20% (-2% de recyclage), suivis de l'impact des mâts avec 16% (-18% de recyclage) et pour finir les fondations avec 10% (+1% de traitement du béton).

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 du transport fluctue également pour ces mêmes raisons.

• Bilan

L'ADEME souligne que la demande cumulée en énergie (consommation d'énergie par les éoliennes sur tout leur cycle de vie) correspond à 12 mois de production.

Une éolienne produit donc près de 20 fois plus d'énergie qu'elle n'en consomme.

On estime que, par un effet d'économie d'échelle, les 4 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.

1 : L'analyse du cycle de vie d'un produit est une méthode standardisée répondant au besoin d'estimer les impacts environnementaux d'un produit sur l'environnement.

2 : Source: *Analyse du Cycle de Vie de la production d'électricité d'origine éolienne en France*, Cycleco pour l'ADEME, décembre 2015

E.2.11 - IMPACT SUR LE CLIMAT ET VULNÉRABILITÉ FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Au cours des phases de montage et de démantèlement, les différents engins et véhicules de transports de matériaux émettront des gaz à effets de serre. La durée du chantier de montage est fixée à près de 12 mois, avec près de 410 rotations de camions.

Durant toute la phase de fonctionnement (20 à 25 ans), le projet n'entraînera pas de rejets de gaz à effet de serre.

Ainsi l'exploitation du parc n'aura pas d'effets négatifs significatifs sur le climat. Au contraire, l'énergie éolienne a vocation à se développer sur le long terme afin de réduire les consommations énergétiques dépendantes des ressources fossiles.

Actuellement, nous subissons les effets liés au changement climatique, relatifs aux pires scénarios du GIEC (Groupement Intergouvernemental d'Experts sur le Climat) en termes de hausse de la quantité de CO₂ dans l'atmosphère, celui pour lequel l'augmentation de température moyenne terrestre prévue oscille en + 2,4°C et + 6,4°C.

Si le GIEC prévoit une hausse des températures et une modification du régime des pluies (diminution importante, notamment en été), il prévoit également une diminution du nombre de jours de gel.

De même, il est probable que les phénomènes météorologiques d'ampleur exceptionnelle augmentent également.

Or, le bilan énergétique d'une éolienne devient positif à l'issue de la première année d'exploitation. L'impact sur le climat ne peut qu'être qualifié de bénéfique.

En ce qui concerne la vulnérabilité du projet face au changement climatique, celle-ci concerne essentiellement l'exposition et la résistance des éoliennes aux phénomènes météorologiques exceptionnels.

Or, toutes les précautions sont prises pour sécuriser le fonctionnement des éoliennes et leur arrêt en cas de phénomènes particuliers (Cf "B.2.3.10 - Principaux systèmes de sécurité de l'éolienne", page 26).

La vulnérabilité du projet face au changement climatique est donc réduite.

Les conséquences potentielles d'une atteinte des éoliennes du projet par ces événements météorologiques exceptionnels sont développées dans l'étude de dangers (partie "I - Étude de dangers", page 487).

E.2.12 - VULNÉRABILITÉ À DES RISQUES D'ACCIDENTS OU DE CATASTROPHES MAJEURS

Nous avons vu que la zone d'implantation du projet est peu exposée aux risques d'accidents ou de catastrophes majeurs (séismes, inondation, technologique).

Ces événements externes au projet sont déclinés dans l'étude de dangers en partie "I.5 - Potentiels de dangers liés aux événements externes aux procédés", page 490.

Les conséquences potentielles d'une atteinte des éoliennes du projet par ces événements sont elles-aussi développées dans l'étude de dangers : fuite de produits polluants, incendie, risque acceptable pour les personnes.

F - EFFETS CUMULÉS

L'analyse des effets cumulés du projet avec les autres projets répond à l'article R.122-5 (II.5.e) du Code de l'Environnement :

"Une description des incidences notables que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement résultant, entre autres [...] du cumul des incidences avec d'autres projets existants ou approuvés, en tenant compte le cas échéant des problèmes environnementaux relatifs à l'utilisation des ressources naturelles et des zones revêtant une importance particulière pour l'environnement susceptibles d'être touchées. Ces projets sont ceux qui, lors du dépôt de l'étude d'impact :

- ont fait l'objet d'un document d'incidences au titre de l'article R. 181-14 et d'une enquête publique ;*
- ont fait l'objet d'une évaluation environnementale au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public.*

Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont la décision d'autorisation est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par 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 de la Somme,
- les dossiers de demande d'autorisation d'exploiter, ayant fait l'objet d'un avis de l'autorité environnementale sur le site des préfectures de la Somme, de l'Aisne et de l'Oise,
- les études d'impact ayant fait l'objet d'un avis de l'autorité environnementale sur le site des préfectures de l'Oise, de l'Aisne et de la Somme.

Dans ce cadre, nous avons sélectionné (voir "J.3 - Difficultés rencontrées", page 562) :

- tous les projets localisés dans un périmètre de 2 km, car l'essentiel des risques d'impact d'un projet éolien (hors paysages et faune volante) 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 (oiseaux et chiroptères) et le paysage, potentiellement sensibles sur une grande distance.

Or, aucun projet dont l'importance des impacts ou la proximité nécessiterait d'être étudiée dans les effets cumulés ne se situe à proximité de la zone d'implantation.

Dans le périmètre d'étude éloigné, on trouve 18 projets de parcs éoliens non encore autorisés, dont le plus proche est distant de 8,6 km (Le Bosquel) au Sud-Ouest du projet.

En conséquence, seuls des effets à distance pourront se cumuler entre ceux du projet et ceux de ces autres parcs éoliens.

Précisons que les parcs existants ou autorisés ne sont plus des projets mais doivent être considérés dans l'état initial du territoire. À ce titre, ils sont déjà considérés dans l'analyse des effets du projet, dans la mesure où l'on analyse l'impact complémentaire du projet par rapport à l'état initial.

Aucun effet cumulé acoustique significatif n'est attendu au-delà de 3 kilomètres.

F.1 - EFFETS CUMULÉS SUR L'AVIFAUNE ET LES CHIROPTÈRES

Étudier 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 rayon maximum de déplacement de l'avifaune locale.
- concernant les espèces migratrices dont le déplacement peut être gêné ou plus ou moins entravé lors de la traversée de parcs éoliens, dans notre cas cet aspect ne sera pas considéré car le parc ne se situe pas dans un axe de migration.

Dans un rayon de 10 km autour du projet, on recense un parc en instruction, le parc éolien de Le Bosquel à 7,5 km au Sud-Ouest, composé de 4 machines.

Concernant l'avifaune nicheuse à grand rayon d'action, comme les busards, les parcs en instruction sont relativement éloignés du projet de Grattepanche. Néanmoins, il peut se cumuler une perte d'habitat, faible, avec ce parc pour des couples de busards nicheurs aux alentours de Oresmaux et Grattepanche (perte de terrain de chasse et/ou de nidification).

Concernant l'avifaune migratrice, on peut remarquer que ce parc n'est pas situé dans l'axe de migration établi par le SRCAE de Picardie. De plus il est plutôt alignés entre eux et parallèle à l'axe de migration (axe Nord/Nord-Est à Sud/Sud-Ouest).

Enfin, en ce qui concerne les chiroptères, ce parc ne semble pas couper d'axes de transit supposés entre différentes grandes zones de chasse, ou entre lieu d'hivernage ou de maternité (connus).

Les effets cumulés, des parcs en instruction avec le projet, sont donc assez limités sur le milieu naturels, même si l'augmentation du nombre de parcs crée tout de même une accumulation de petites pertes d'habitats (chasse et/ou de nidification) ou de perturbation de trajectoires de vol.

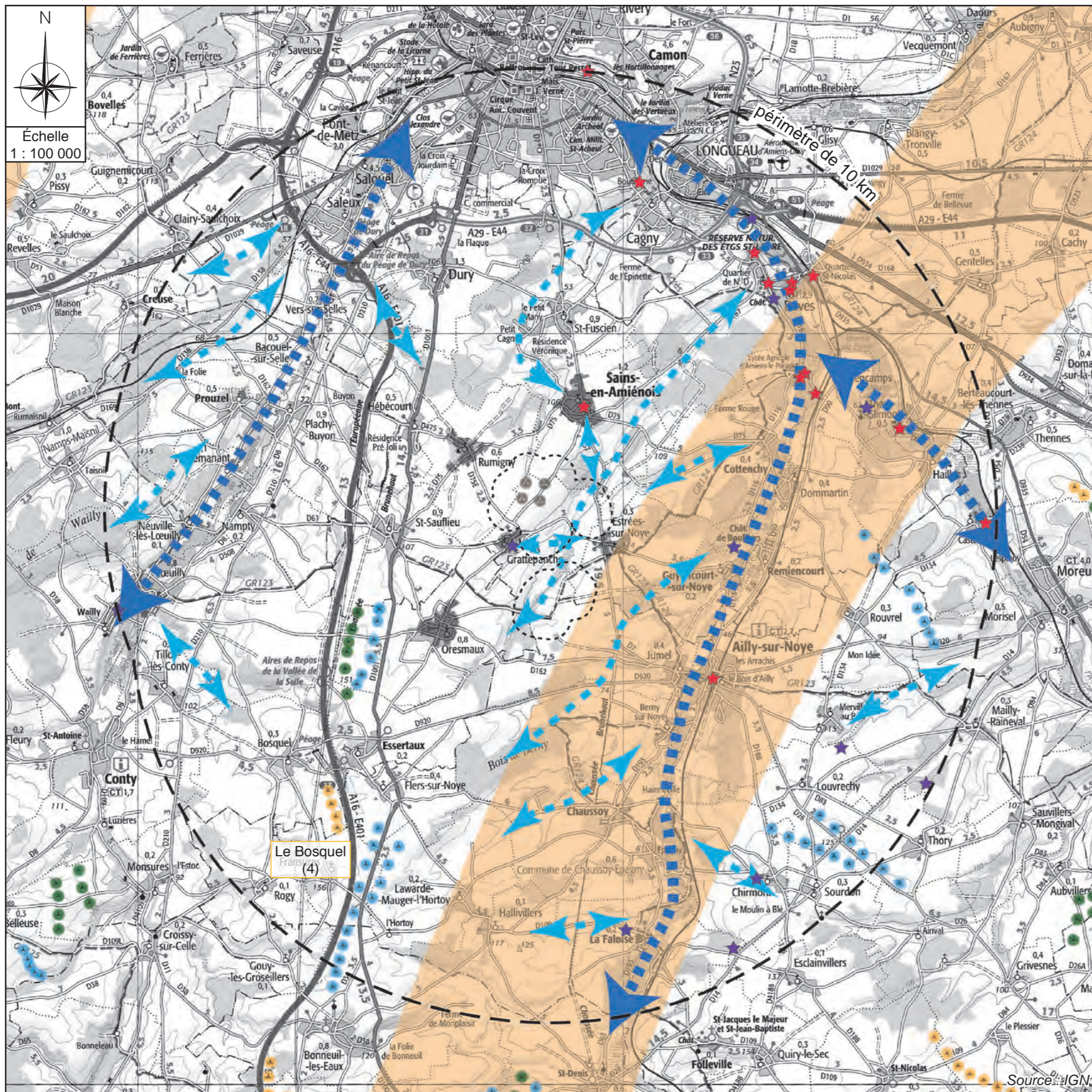


FIGURE 147 : EFFETS CUMULÉS SUR LE MILIEU NATUREL

Septembre 2020

- Éolienne du projet
- Éolienne existante
- Éolienne autorisée
- Éolienne en instruction
- ★ Gîte à chiroptères estival (Picardie Nature)
- ★ Gîte à chiroptères hivernal (Picardie Nature)
- ↔ Axe de transit potentiel (principal)
- ↔ Axe de transit potentiel (secondaire)

Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre d'éoliennes par parc en instruction.

Source: IGN

F.2 - EFFETS CUMULÉS SUR L'UTILISATION DES RESSOURCES NATURELLES

- Ressource en emprise foncière :

Les différents projets engendreront une consommation de la ressource en surface (consommation de terres agricoles). Toutefois, si l'on considère quelques hectares de terres agricoles consommés pour chacun des parcs en instruction, sur des milliers d'hectares de terres disponibles dans la zone d'étude éloignée, aucun effet cumulé significatif sur la disponibilité de la ressource n'est à craindre. Par ailleurs, le démantèlement d'une éolienne en espace agricole inclut la remise en culture des emplacements des aménagements.

- Ressource en matériaux nécessaires à la réalisation du béton des fondations :

On estime qu'en moyenne environ 3500 tonnes de béton sont à évacuer en phase de démantèlement d'un parc éolien, pour une éolienne¹. Ce matériau, caractérisé par des graviers, sables,... peut être en totalité réutilisé en matériaux de comblement. Ainsi, si les projets de parcs éoliens nécessitent une consommation de ces ressources du sous-sol, leur réutilisation sur d'autres projets limiteront la consommation globale et favoriseront ainsi la disponibilité de cette ressource, si bien qu'aucun effet cumulé négatif significatif n'est attendu.

- Ressource en vent :

L'effet de sillage d'une éolienne (influence d'une éolienne sur ses voisines) se fait sentir à une distance de l'ordre de 5 fois son diamètre dans le sens des vents dominants, et de l'ordre de 3 fois son diamètre dans les autres directions. Vu la distance séparant les projets, le projet de Grattepanche ne cumulera pas ses effets sur la ressource en vent avec les autres projets du périmètre d'étude éloigné.

F.3 - EFFETS CUMULÉS SUR LE PAYSAGE

Nous avons détaillé l'étude des intervisibilités du projet avec les parcs existants et / ou autorisés dans la partie consacrée aux impacts du projet sur le paysage.

L'intervisibilité avec les parcs éoliens en instruction concerne près de 18 projets dans l'aire d'étude éloignée, soit 106 éoliennes, en septembre 2020.

L'un de ces projets, distant de moins de 10,0 km, entre dans le cadre de l'analyse des champs de perception visuelle de l'éolien depuis les lieux de vie proches : Le Bosquel.

Les autres parcs en instruction se situent dans la zone de perception faible ou faible à nulle du projet (au-delà de 12,9 km), si bien que le cumul des incidences paysagères du projet avec ces parcs sera peu important.

Par ailleurs, les projets en instruction sont proposés dans des espaces généralement déjà très investis par l'éolien. Ainsi, dans l'ensemble le cumul des effets modifiera peu la perception actuelle de l'éolien dans le paysage.

F.3.1 - CHAMPS DE PERCEPTION DE L'ÉOLIEN DEPUIS LES VILLAGES PROCHES EN TENANT COMPTE DE TOUS LES PROJETS CONNUS

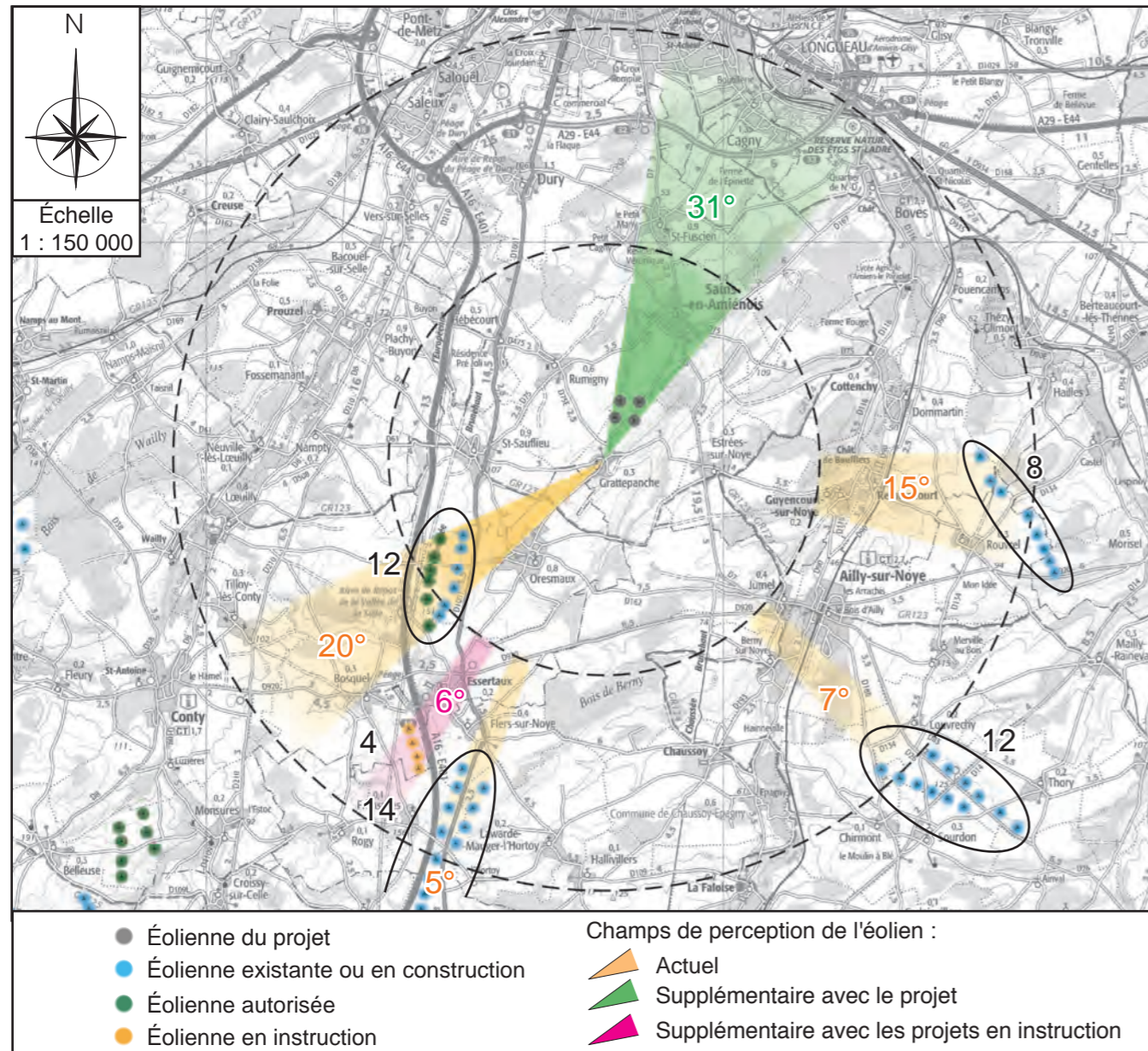
L'analyse développée au chapitre "E.2.7.2.8 - Analyse du champ de perception de l'éolien depuis les villages proches", page 425 est complétée ici en tenant compte de ce projet de Le Bosquel, en cours d'instruction, distant de près de 8,3 km du projet de Grattepanche.

Par rapport aux villages proches du projet, les 4 éoliennes du projet viennent toujours dans une direction différente des éoliennes en instruction, elles-mêmes parfois distantes de plus de 10 km. Les angles de perception supplémentaires liés à ces projets s'ajoutent donc à chaque fois.

Comme le montre l'analyse détaillée des champs de perception proposée dans les pages suivantes, de 0 à 5 km, l'espace libre maximal sans éolienne ne passe sous le seuil de 180° que depuis Oresmaux. De 5 à 10 km, c'est aussi depuis Grattepanche et Estrées-sur-Noye que cet espace passe sous ce seuil, indépendamment du parc en instruction. Notons toutefois que, de 0 à 10 km, le seuil limite de 60° n'est jamais approché. C'est depuis Oresmaux que cet angle libre sans éolienne est le plus réduit. Or, c'est aussi depuis ce point de perception que l'angle de perception du projet est le plus restreint (10°).

¹ : Bases de données Enercon et bibliographie : Albers et al. 2009, BVSE 2012, Classen & Althaus 2004, Deutsches Kupferinstitut 2011, Hinrichs 2012, PE, LBP 2008, IPPC 2010, Worldsteel 2008, VAR 2010, vkn 2010

• Depuis Grattepanche



• Depuis Estrées-sur-Noye

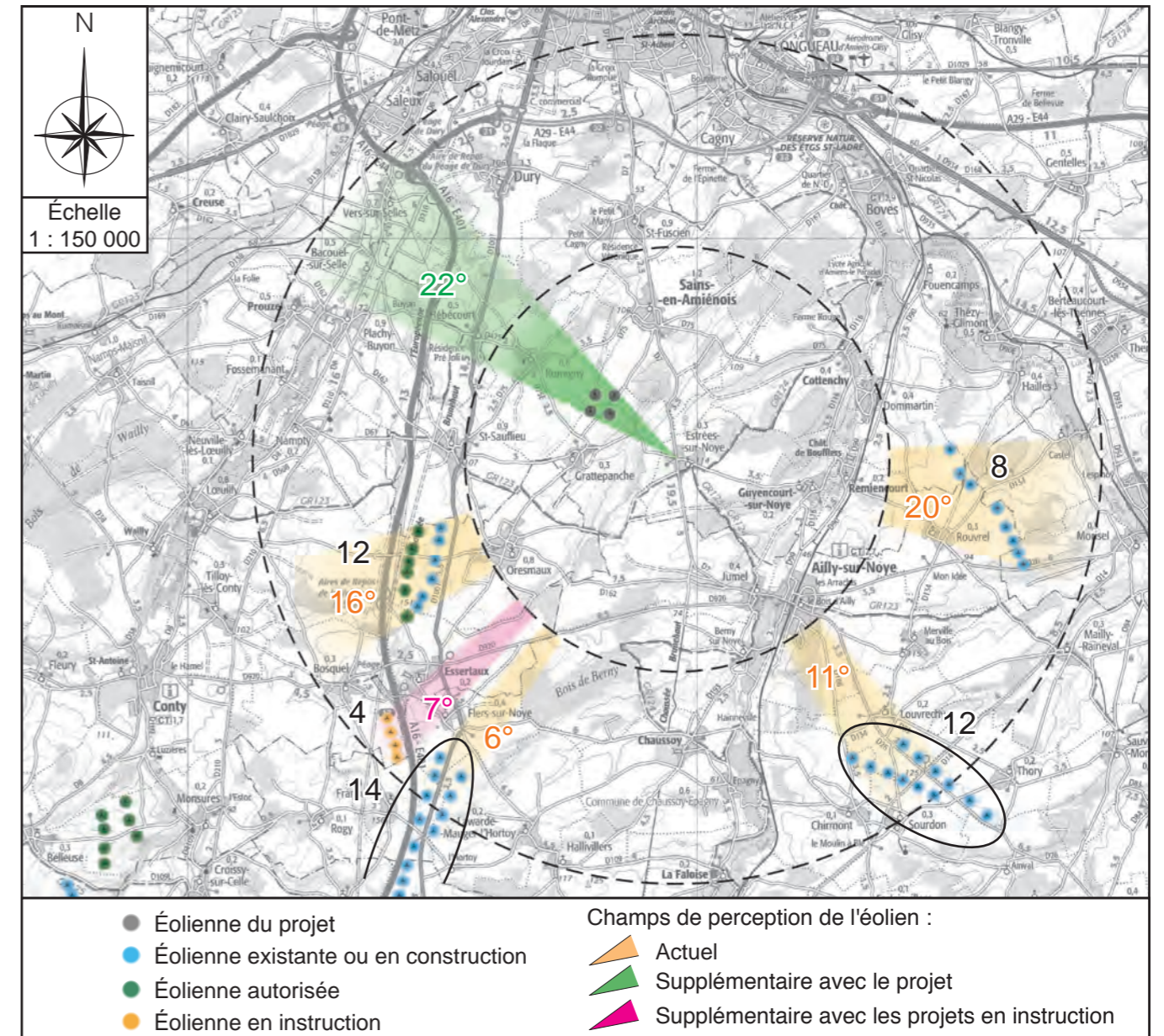


Figure 148 : Champ de perception depuis Grattepanche

		de 0 à 5 km	de 0 à 10 km
État actuel	Éoliennes existantes	12	46
	Angle d'horizon initialement occupé	20°	47°
	Densité	0,60	0,98
	Espace libre maximal sans éoliennes	340°	203°
Avec les projets en instruction	Nombre d'éoliennes	12	50
	Angle d'horizon occupé	20°	53°
	Densité	0,60	0,94
	Espace libre maximal sans éoliennes	340°	203°
Avec le projet	Angle d'horizon occupé	51°	84°
	Densité	0,31	0,64
	Espace libre maximal sans éoliennes	185°	123°

		de 0 à 5 km	de 0 à 10 km
État actuel	Éoliennes existantes	0	46
	Angle d'horizon initialement occupé	0°	53°
	Densité	-	0,87
	Espace libre maximal sans éoliennes	360°	191°
Avec les projets en instruction	Nombre d'éoliennes	0	50
	Angle d'horizon occupé	0°	60°
	Densité	-	0,83
	Espace libre maximal sans éoliennes	360°	191°
Avec le projet	Angle d'horizon occupé	22°	82°
	Densité	0,18	0,66
	Espace libre maximal sans éoliennes	338°	129°

• Depuis Rumigny

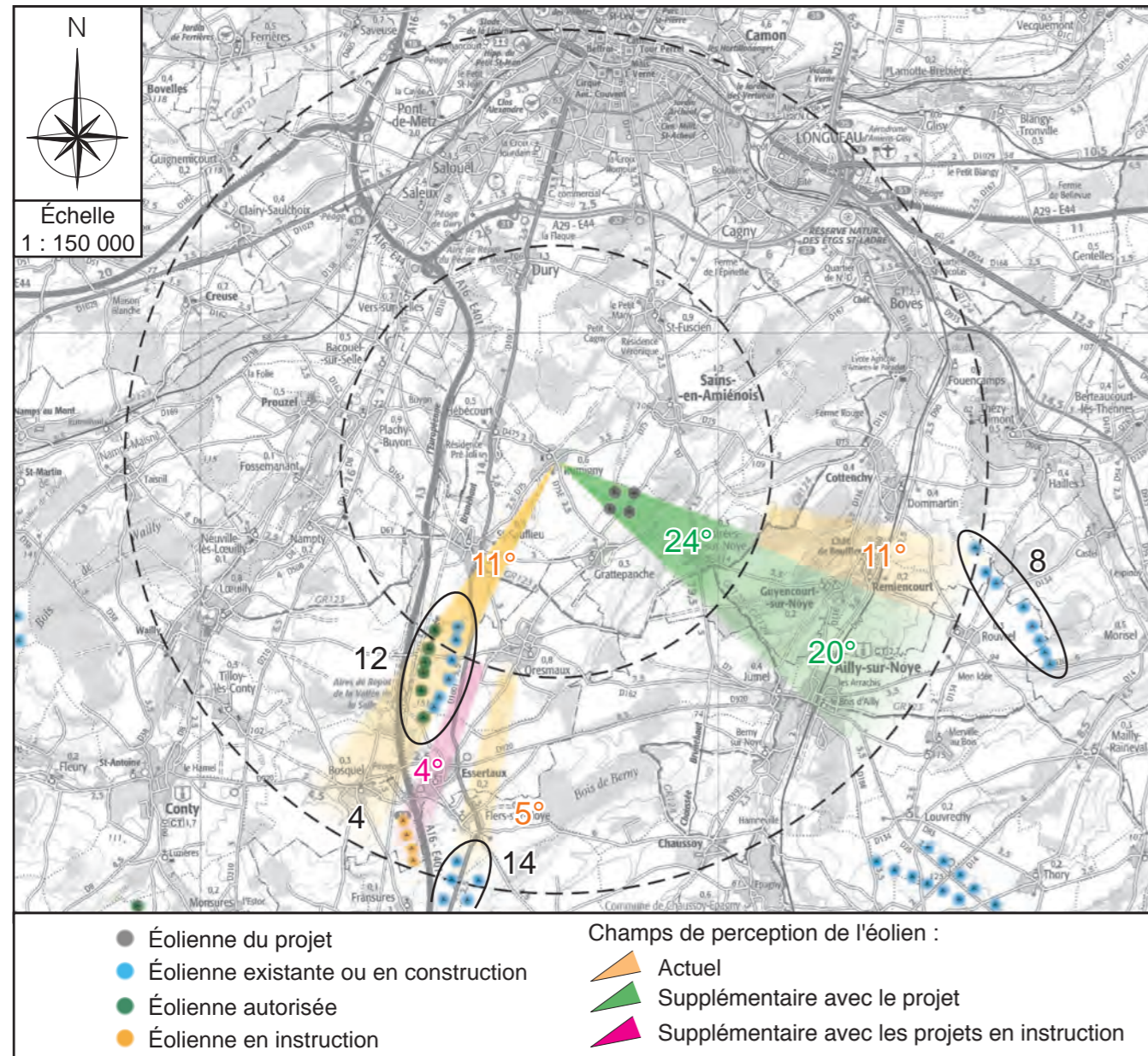


Figure 150 : Champ de perception depuis Rumigny

		de 0 à 5 km	de 0 à 10 km
État actuel	Éoliennes existantes	12	34
	Angle d'horizon initialement occupé	11°	27°
	Densité	1,09	1,26
	Espace libre maximal sans éoliennes	349°	245°
Avec les projets en instruction	Nombre d'éoliennes	12	38
	Angle d'horizon occupé	11°	31°
	Densité	1,09	1,23
	Espace libre maximal sans éoliennes	349°	245°
Avec le projet	Angle d'horizon occupé	35°	58°
	Densité	0,46	0,72
	Espace libre maximal sans éoliennes	255°	245°

• Depuis Sains-en-Amiénois

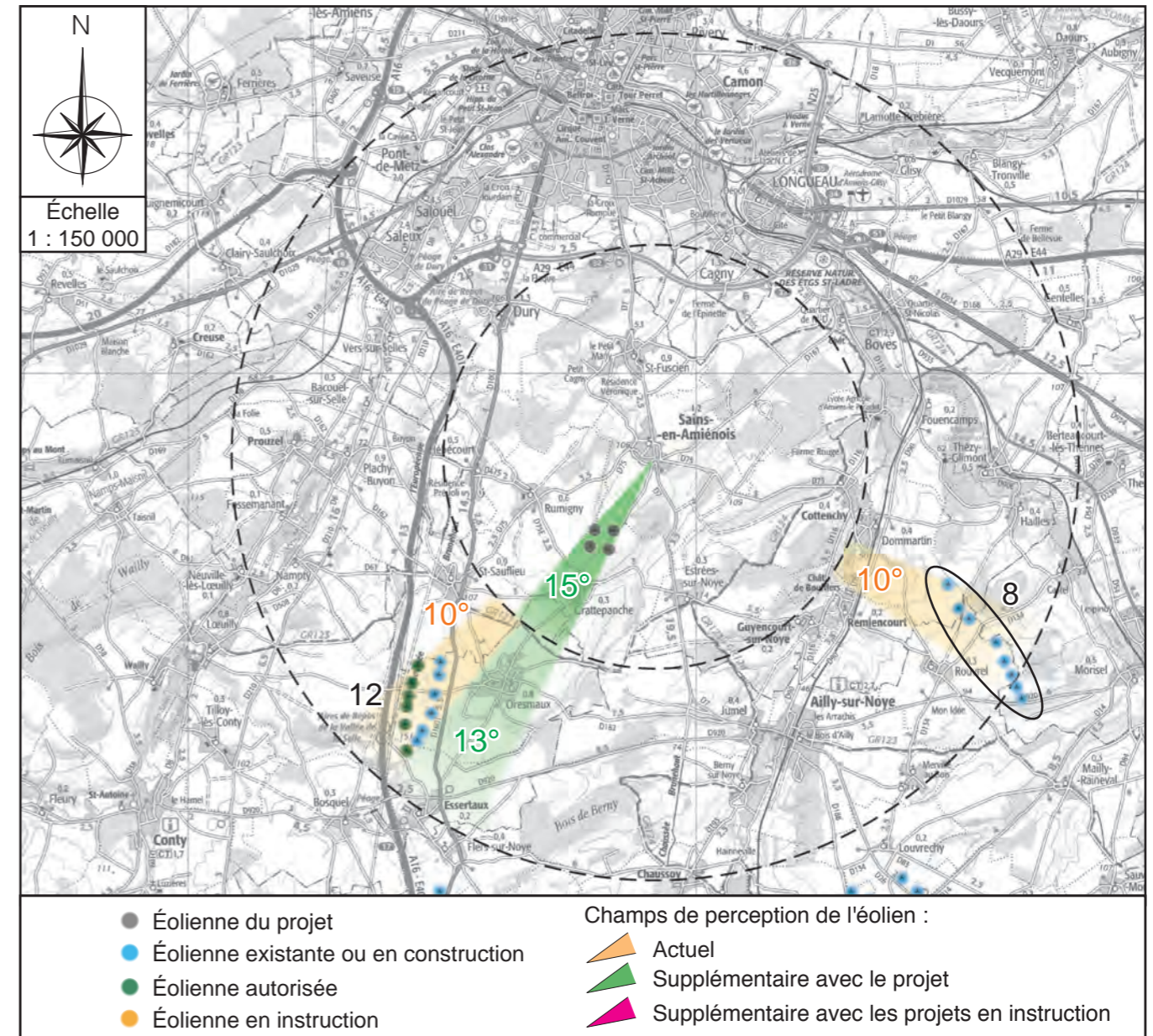


Figure 151 : Champ de perception depuis Sains-en-Amiénois

		de 0 à 5 km	de 0 à 10 km
État actuel	Éoliennes existantes	0	20
	Angle d'horizon initialement occupé	0°	20°
	Densité	-	1,00
	Espace libre maximal sans éoliennes	360°	243°
Avec les projets en instruction	Nombre d'éoliennes	0	20
	Angle d'horizon occupé	0°	20°
	Densité	-	1,00
	Espace libre maximal sans éoliennes	360°	243°
Avec le projet	Angle d'horizon occupé	15°	33°
	Densité	0,26	0,73
	Espace libre maximal sans éoliennes	345°	243°

• Depuis Saint-Saulfieu

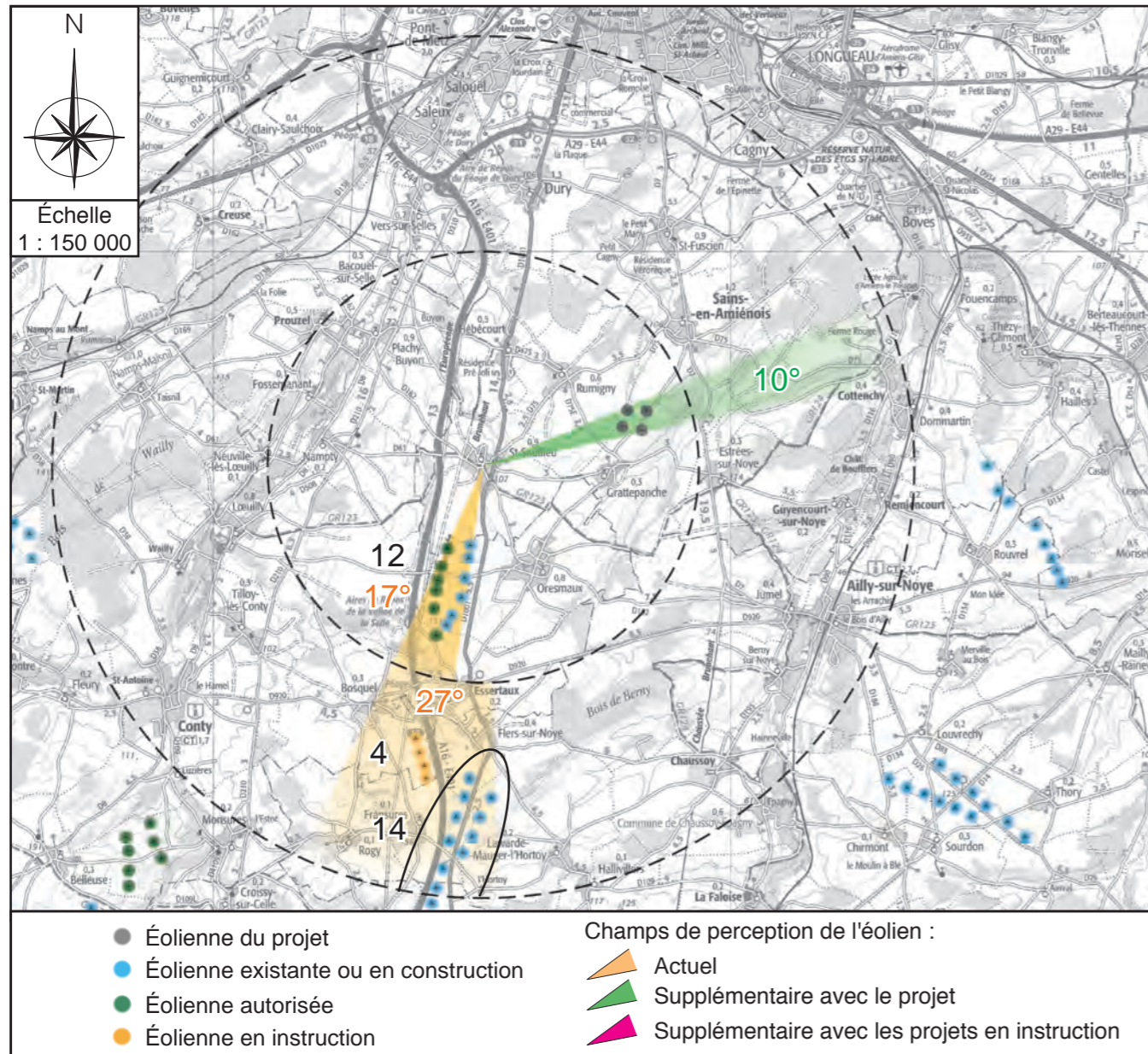


Figure 152 : Champ de perception depuis Saint-Saulfieu

		de 0 à 5 km	de 0 à 10 km
État actuel	Éoliennes existantes	12	26
	Angle d'horizon initialement occupé	17°	27°
	Densité	0,71	0,96
	Espace libre maximal sans éoliennes	343°	333°
Avec les projets en instruction	Nombre d'éoliennes	12	30
	Angle d'horizon occupé	17°	27°
	Densité	0,71	1,11
	Espace libre maximal sans éoliennes	343°	311°
Avec le projet	Angle d'horizon occupé	27°	37°
	Densité	0,59	0,92
	Espace libre maximal sans éoliennes	223°	223°

• Depuis Oresmaux

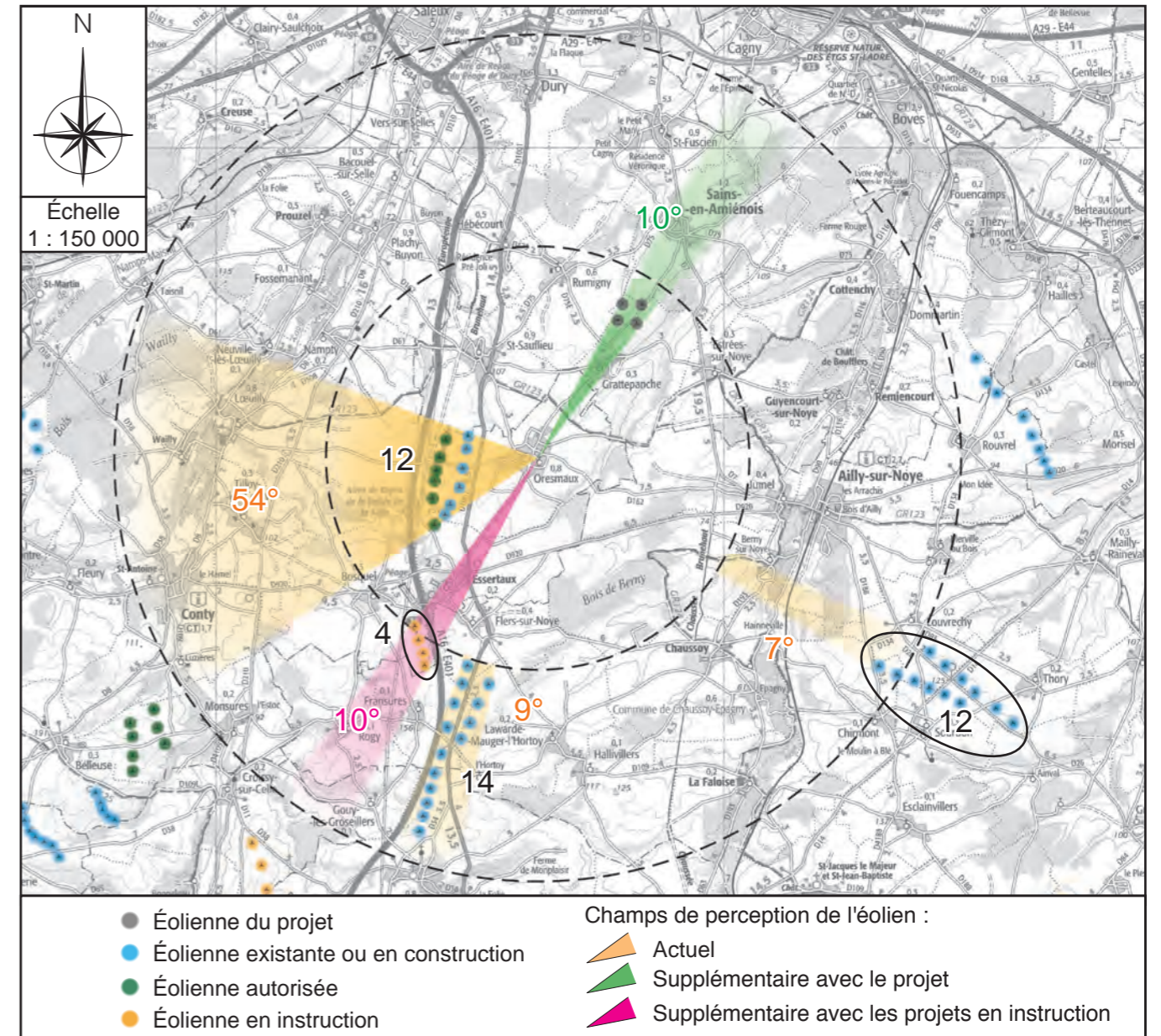


Figure 153 : Champ de perception depuis Oresmaux

		de 0 à 5 km	de 0 à 10 km
État actuel	Éoliennes existantes	12	38
	Angle d'horizon initialement occupé	54°	70°
	Densité	0,22	0,54
	Espace libre maximal sans éoliennes	306°	185°
Avec les projets en instruction	Nombre d'éoliennes	16	42
	Angle d'horizon occupé	64°	80°
	Densité	0,25	0,53
	Espace libre maximal sans éoliennes	263°	185°
Avec le projet	Angle d'horizon occupé	74°	90°
	Densité	0,27	0,51
	Espace libre maximal sans éoliennes	171°	98°

F.3.2 - SIMULATIONS PAYSAGÈRES TENANT COMPTE DE TOUS LES PROJETS CONNUS

Nous avons retenu le point de vue le plus représentatif parmi ceux qui ont été présentés au chapitre "E.2.7.2 - Impact du parc sur le paysage" pour évaluer la visibilité conjointe du projet et du parc en instruction de Le Bosquel.

Ce parc en projet se trouve dans la zone de perception faible à modérée du projet ("Figure 129 : Perception paysagère globale du parc éolien", page 271).

Dans l'aire d'étude éloignée, les projets en instruction s'insèrent essentiellement dans des secteurs comportant des projets éoliens déjà acceptés ou construits.

Les parcs en instruction de l'aire d'étude éloignée cumulent donc peu leurs incidences visuelles avec le projet.

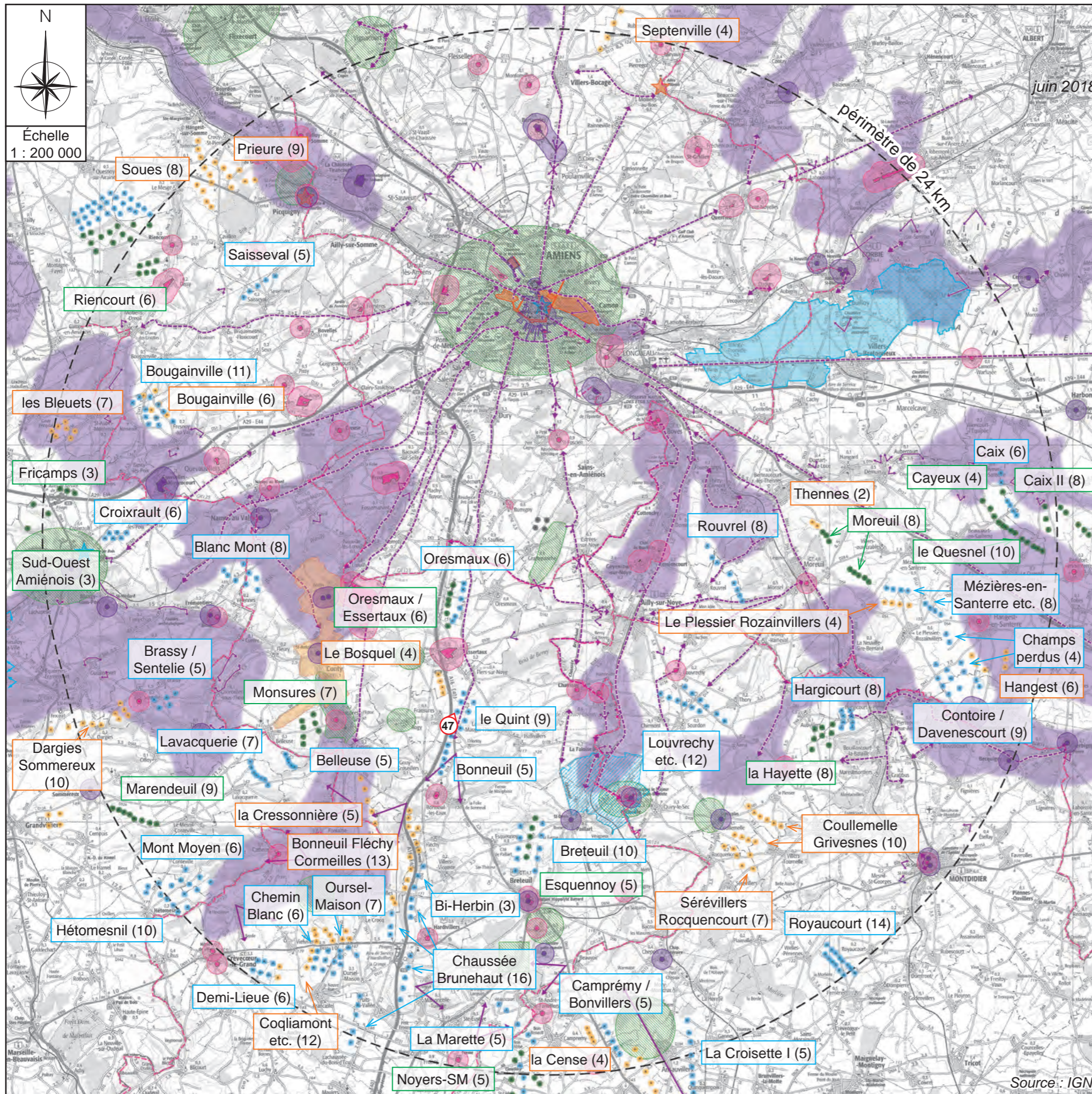


FIGURE 154 : EFFETS CUMULÉS SUR LE PATRIMOINE ET LE PAYSAGE

- Monument historique *inscrit* et zone des abords
 - Monument historique *classé* et zone des abords
 - SPR
 - Site *inscrit* ponctuel (étoile) ou étendu (contours du site)
 - Site *classé* ponctuel
 - Site *classé* étendu
 - Site d'intérêt ponctuel
 - Paysage emblématique
 - Points de vue emblématiques
 - Chemin de grande randonnée (GR)
- Patrimoine mondial de l'UNESCO :
- Site inscrit à l'inventaire
 - Site candidat à l'inscription
 - Éolienne existante
 - Éolienne autorisée
 - Éolienne en instruction
 - Éolienne du projet
 - Localisation et numéro d'un point de vue

• Photosimulation 47 : Depuis le pont de la RD 109 au-dessus de l'autoroute A16 à l'Est de Fransures (Projet à 10 590 m)

Sur ce pont enjambant l'autoroute A16, on constate l'étendue du parc existant du Quint, on aperçoit devant les éoliennes en instruction de Le Bosquel et, au loin, 2 parcs éoliens se laissent deviner : ceux de Louvrechy et d'Oresmaux.

Si les éoliennes en instruction de Le Bosquel sont perceptibles, aucun autre parc en instruction n'est visible, et les éoliennes du projet de Grattepanche le sont très peu.

Le cumul de l'incidence visuelle du projet avec les parcs en instruction est donc faible.

État actuel : Vue panoramique à 160°



Angle de vue 160°

Simulation avec le projet : Vue panoramique à 160°

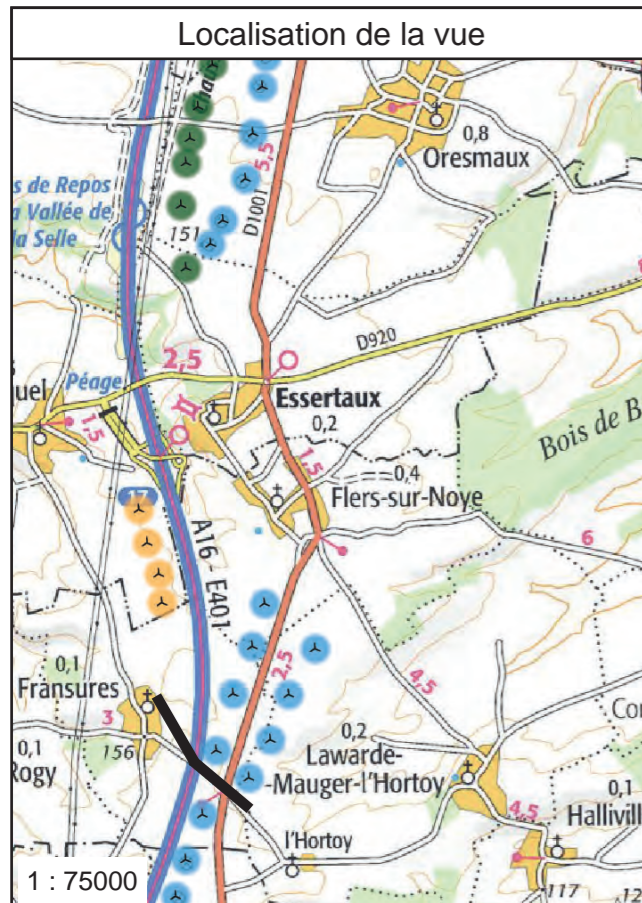


Angle de vue 160°

Simulation avec le projet et les parcs en instruction non encore autorisés : Vue panoramique à 160°



Angle de vue 160°



G - SOLUTIONS EXAMINÉES ET CHOIX DU PROJET

Cette partie concerne "Une description des solutions de substitution raisonnables qui ont été examinées par le maître d'ouvrage, en fonction du projet proposé et de ses caractéristiques spécifiques, et une indication des principales raisons du choix effectué, notamment une comparaison des incidences sur l'environnement et la santé humaine".

G.1 - CHOIX DU SITE

Eurocape a retenu le plateau du projet pour :

- ses 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.

Le site du projet de Grattepanche a aussi été retenu suite à un recoupement des différents documents de planification de l'éolien existants, en particulier le Schéma Régional Éolien (SRE) du SRCAE. Le SRE indique que le site du projet est en zone favorable à l'éolien, sous condition liée à la cathédrale d'Amiens (périmètre de 10 km autour du monument).

La commune de Grattepanche figure dans la "liste des communes incluses dans les zones propices du schéma", donnée en annexe II du SRE.

Les études de faisabilité effectuées suite à ce pré-inventaire ont ensuite confirmé l'intérêt du site du point de vue de l'exploitation de l'énergie mécanique du vent.

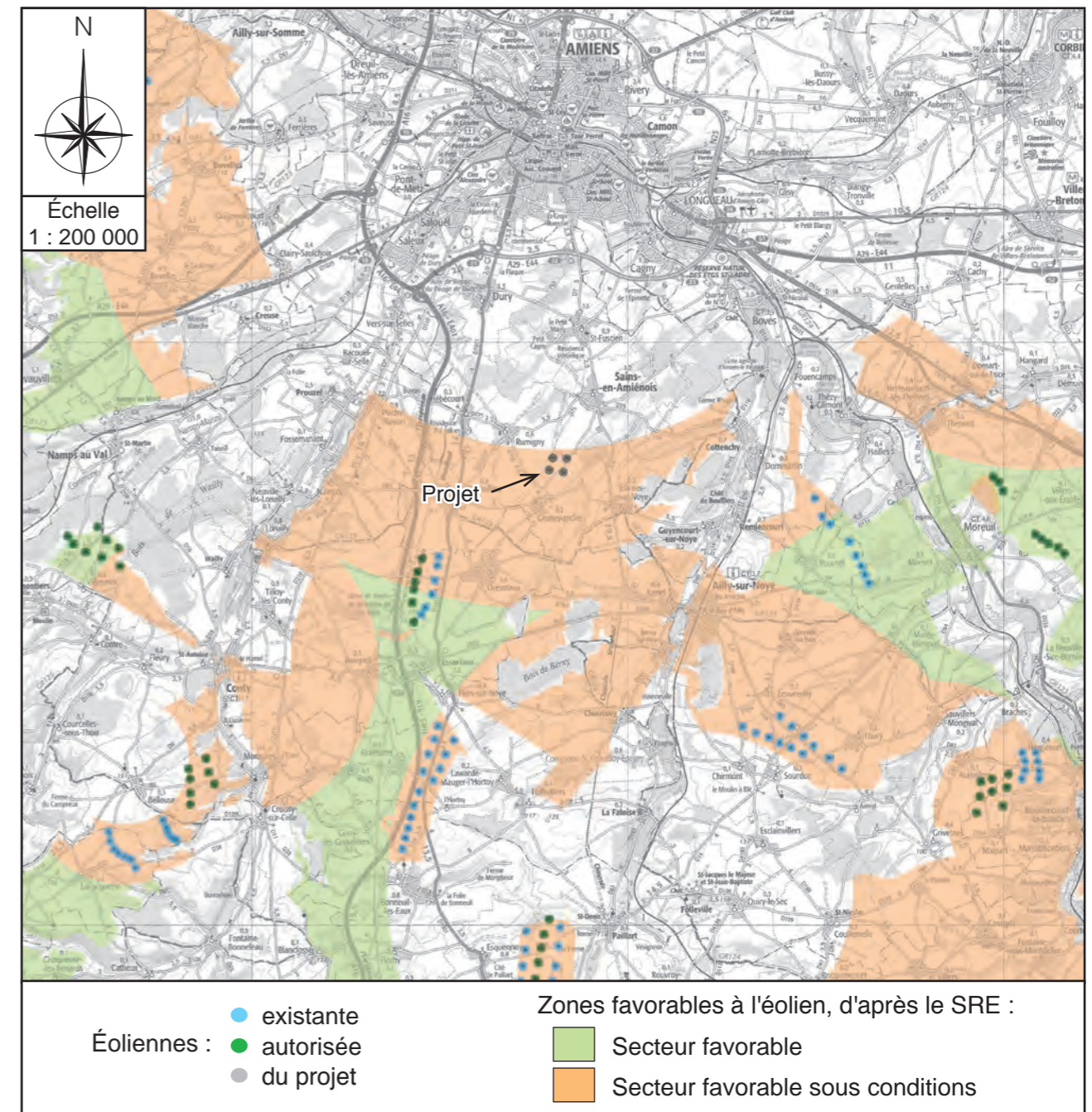


Figure 155 : Secteurs favorables à l'éolien, d'après le Schéma Régional Éolien de Picardie

G.2 - VARIANTES ÉTUDIÉES ET PARTI D'IMPLANTATION

G.2.1 - CHOIX DE LA ZONE D'IMPLANTATION POTENTIELLE

Avant le lancement des études et des analyses du site par les bureaux d'étude spécialisés, une réflexion a été menée afin d'éviter différentes zones d'implantations potentielles à forts enjeux.

Le grand plateau situé au sud-est du bourg de Grattepanche (représenté en bleu sur la carte ci-après) a été écarté après concertation avec le conseil municipal de Grattepanche.

Seules les zones représentées en vert sur la carte suivante ont été conservées et sélectionnées pour la phase d'étude.

Les études environnementales spécifiques réalisées pour le projet ont ensuite permis d'affiner les données sur les différentes zones du projet, ce qui a conduit à abandonner 2 des 3 zones de la zone d'implantation potentielle initial pour les raisons suivantes :

- zone Sud-Est :
 - contexte écologique plus sensible (vallon de Grattepanche),
 - risque d'effet d'encerclement du village de Grattepanche,
 - interférence avec la base ULM de Jumel,
- zone Nord-Est :
 - contexte écologique plus sensible (vallon de Grattepanche),
 - cohérence de l'implantation entre les différentes zones.

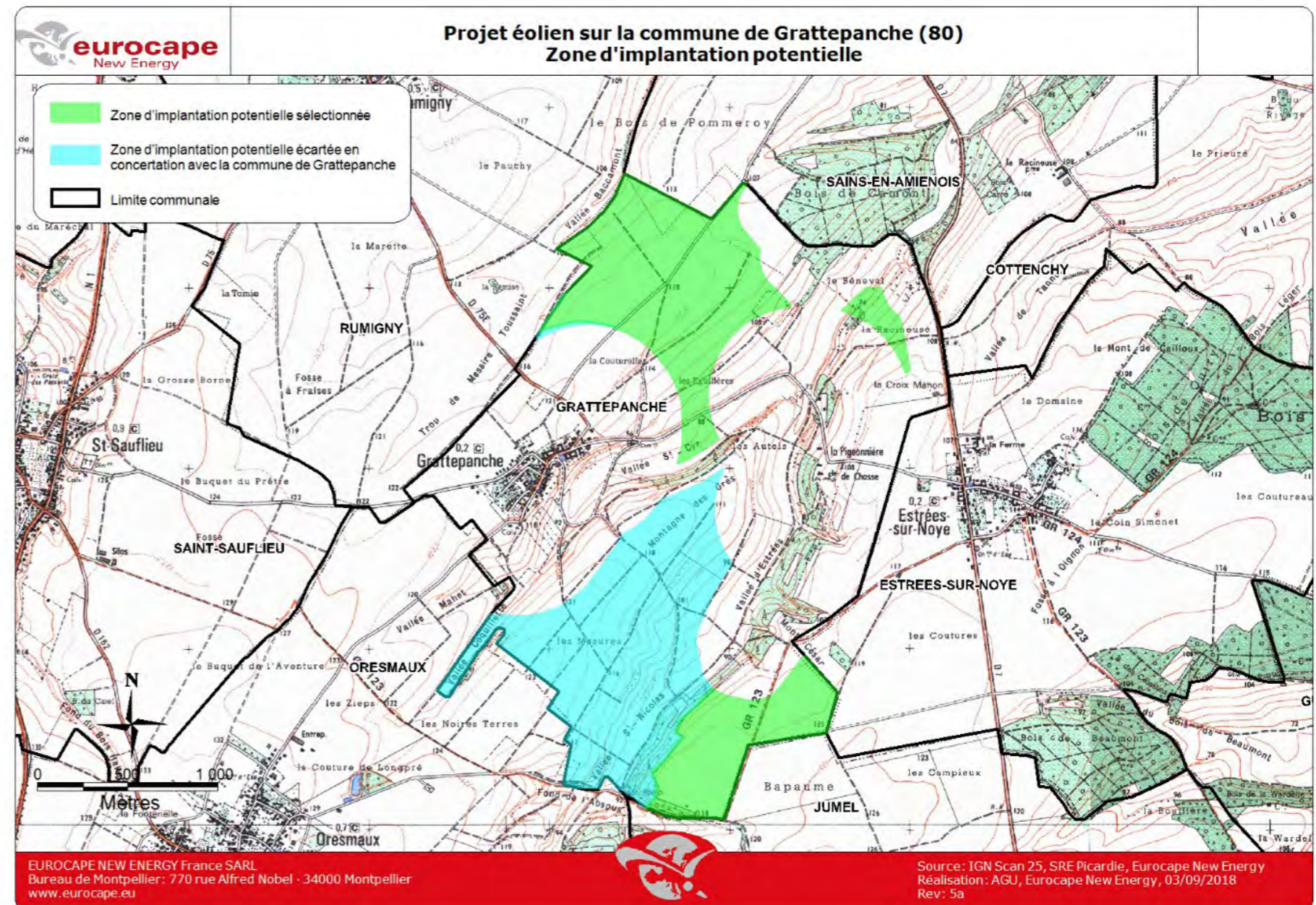
G.2.2 - VARIANTES D'IMPLANTATION

Au fur et à mesure de l'avancement des études, plusieurs schémas d'implantation ont été étudiés et envisagés (Figure 156).

Au lancement des études, un premier schéma (variante 1) a été élaboré. Il est composé de 5 éoliennes réparties sur les deux zones d'implantation potentielle situées au nord de Grattepanche

Un autre schéma composé de 5 éoliennes, réparties sur une seule zone d'implantation potentielle, a été également analysé (variante 2).

Enfin, sur la base de ce scénario, un travail a été réalisé afin de proposer une implantation moins étendue dans l'espace et plus éloignée du bourg de Grattepanche, avec 4 éoliennes (variante 3).



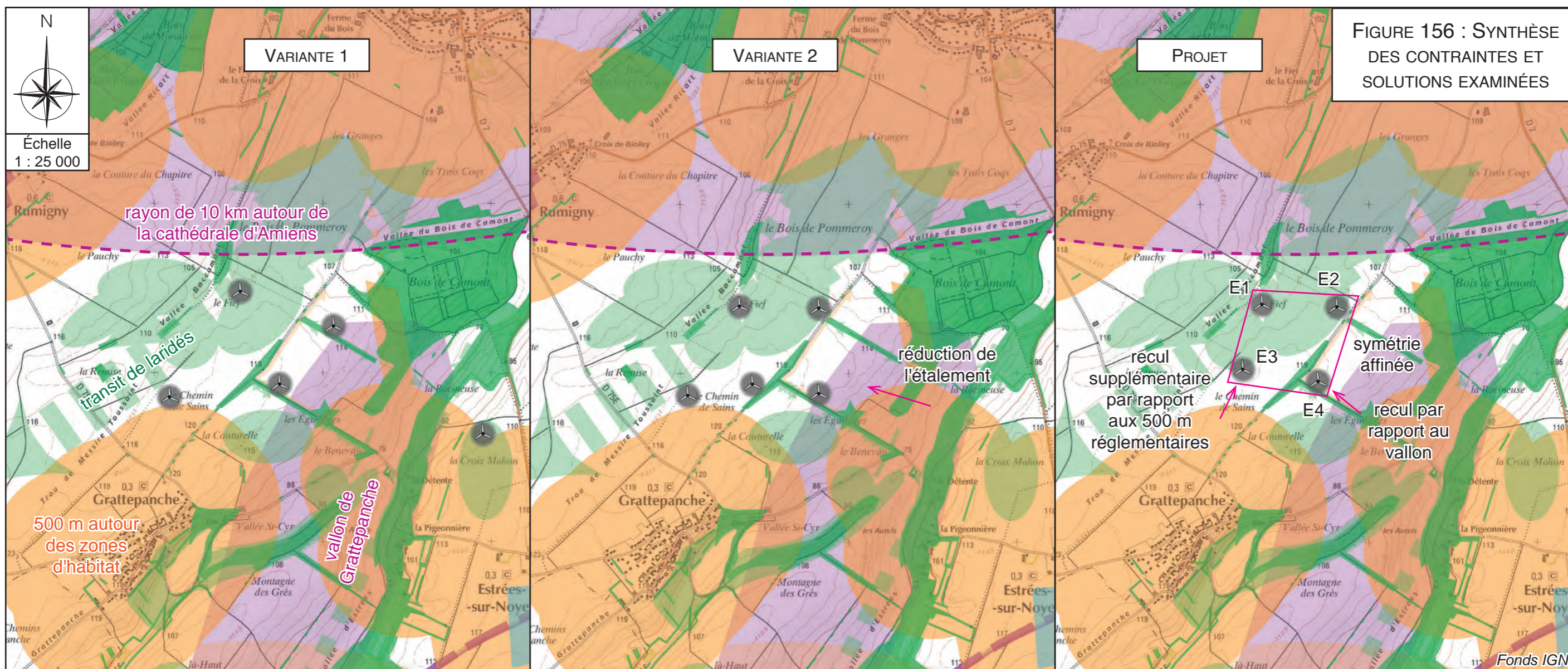


FIGURE 156 : SYNTHÈSE DES CONTRAINTES ET SOLUTIONS EXAMINÉES

Cette variante correspond à une optimisation de production énergétique, sur des secteurs à faibles contraintes. Elle présente néanmoins plusieurs inconvénients :

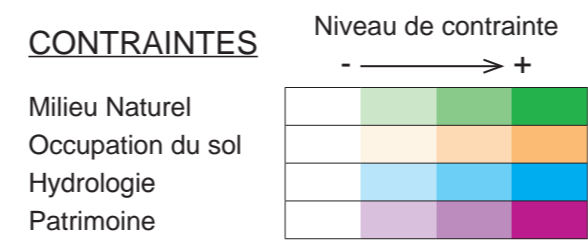
- 2 machines en limite des 500 m des habitations,
- positionnement de part et d'autre du vallon,
- ensemble étalé d'Ouest en Est, notamment depuis les points de vue localisés au Nord.

Cette variante correspond à la prise en compte de différents aspects relevés pour la variante initiale, en particulier :

- réduction de l'étalement Est-Ouest,
- variante recentrée d'un côté du vallon.

Cette variante retenue supprime une machine, ce qui permet :

- un recul supplémentaire vis-à-vis des habitations, qui limite notamment la nécessité de bridage acoustique,
- d'affiner la disposition en quadrilatère régulier, moins perceptible et plus lisible depuis les alentours,
- un recul supplémentaire vis-à-vis du vallon.



G.2.3 - COMPARAISON DES VARIANTES

Pour chacun des 3 schémas d'implantation envisagés, différents modèles d'éolienne ont été étudiés afin de sélectionner la variante composée du schéma d'implantation et du modèle d'éolienne la plus adaptée au territoire. Les modèles d'éoliennes retenus pour la comparaison des variantes diffèrent par leur constructeur (Nordex, Vestas, Siemens Gamesa, GE...), mais aussi par leur gabarit (hauteur bout de pale, diamètre du rotor...).

Une analyse multicritère a été effectuée en étudiant précisément les aspects écologiques, acoustiques, paysagers et énergétiques.

Dans les paragraphes suivants, un résumé de cette analyse multicritère est présenté selon les différents aspects étudiés.

G.2.3.1 - Aspects énergétiques

Ces aspects intègrent notamment les calculs des pertes attendues en termes de bridage acoustique et d'effet de sillage entre les éoliennes. Pour ces aspects, le choix du modèle d'éolienne est primordial et très déterminant. En effet, chaque modèle d'éolienne possède des caractéristiques techniques qui lui sont propres et qui permettent de prévoir, en fonction de la ressource en vent mesurée sur le site de Grattepanche, la production électrique annuelle envisageable.

Afin de sélectionner le modèle d'éolienne le plus adapté au site, nous avons étudié un large panel d'éoliennes. Leurs tailles varient entre 150 mètres bout de pale et 180 mètres bout de pale et leurs diamètres de rotor sont situés entre 117 mètres et 150 mètres.

Il est important de noter que, de manière générale, les éoliennes les plus hautes et aux rotors les plus grands proposent les productions électriques les plus importantes.

- Scénario d'implantation n°1

Les modèles d'éolienne qui entraînent les productions électriques annuelles les plus importantes sont les éoliennes de 180 mètres bout de pale et de grands rotors (Nordex N149 et Vestas V150). Sur ces deux éoliennes, la plus intéressante serait la Nordex N149, elle pourrait produire environ 65 GWh par an (ce chiffre correspond à une production nette pour laquelle certaines pertes n'ont pas été considérées, la production nette est toutefois une bonne base de comparaison des variantes, car elle prend en compte les pertes acoustiques et les pertes de sillage). Il est important de souligner, en parallèle, que le facteur de charge des 5 éoliennes Nordex N149 serait ici d'environ 33%.

Autrement, le passage à des éoliennes de gabarit plus modeste amène des diminutions assez notables de production. Les éoliennes de 150 mètres bout de pale produiraient, pour ce scénario d'implantation, 29 à 41% de moins que la Nordex N149 (ce qui représente entre 19 et 26 GWh annuels produits en moins).

- Scénario d'implantation n°2

Là encore, les modèles d'éolienne qui proposent les productions électriques annuelles les plus importantes sont les éoliennes Nordex 149 et Vestas V150. La plus intéressante reste la Nordex N149, elle pourrait produire environ 61 GWh par an. Le facteur de charge des 5 éoliennes N149 serait ici d'environ 31%. Globalement, les facteurs de charges de tous les modèles d'éoliennes étudiés diminuent sur ce scénario par rapport au précédent, ceci s'explique essentiellement par un rapprochement des éoliennes entre elles et des effets de sillage plus important.

Sur ce scénario, les éoliennes de 150 mètres bout de pale produiraient 30 à 41% de moins que la Nordex N149.

- Scénario d'implantation n°3

Les tendances des scénarii précédents sont ici encore respectées, les modèles d'éolienne qui proposent les productions électriques annuelles les plus importantes sont les éoliennes de 180 mètres bout de pale et de grands rotors (Nordex N149 et Vestas V150). La Nordex N149 est la plus intéressante des deux, elle pourrait produire environ 51 GWh par an. On constate donc tout de même que la suppression d'une éolienne entraîne une baisse de production assez notable, d'environ 10 à 14 GWh par an, par rapport aux deux scénarii précédents. L'éloignement des éoliennes vis-à-vis du bourg de Grattepanche par rapport aux scénarii précédents permet néanmoins de nettement diminuer les pertes liées aux bridages acoustiques.

Sur ce scénario, les éoliennes de 150 mètres bout de pale produiraient 15 à 20 GWh par an de moins que les éoliennes de 180 mètres bout de pale.

G.2.3.2 - Aspects environnementaux

La sensibilité paysagère du vallon de Grattepanche et la proximité des habitations a conduit à affiner le projet, pour resserrer le projet, puis finalement retenir la variante à 4 éoliennes.

Le choix de ne maintenir que 4 machines sur 5 permet de minimiser l'emprise au sol, à distance plus grande des habitations et avec une incidence paysagère restreinte par un champ de perception plus réduit.

L'option retenue s'avère tout-à-fait favorable en termes de contraintes environnementales, bien que l'impact résiduel sur la faune volante demeure modéré pour certaines espèces.

Les cartes en Figure 156 montrent les évolutions du projet et les principales raisons qui ont guidé les choix d'implantation.

Nous présentons dans les pages suivantes une comparaison de photosimulations entre les 3 variantes, sur la base du modèle Nordex 149, haute de 180 m en bout de pale. D'un point de vue paysager, la différence entre ces variantes s'apprécie surtout depuis les abords du vallon de Grattepanche. C'est pourquoi nous avons retenu les vues n°17 et 28 pour les comparer.

Depuis le Nord d'Amiens, avec la distance, la différence entre les variantes est peu perceptible. On note toutefois que le projet occupera un angle d'horizon environ 2,5 fois plus réduit que la variante n°1, ce qui limite nettement toute incidence du projet sur la perception des monuments amiénois.

Pour présenter les vues, nous rappelons l'état actuel du site, les variantes et le projet. Afin de pouvoir comparer les vues entre-elles, une présentation juxtaposée des vues est nécessaires. Nous présentons donc ces vues sur simple page A3, avec un angle de vue de 160°.

Une comparaison est toutefois proposée depuis le Nord d'Amiens pour apprécier la différence de perception entre des machines hautes de 150 m et des machines de 180 m, retenues dans le cadre du projet.

• Photosimulation 17 pour comparaison des variantes : Depuis la VC 327 de Grattepanche à Estrées-sur-Noye

En sortie Ouest d'Estrées-sur-Noye, la dépression du vallon de Grattepanche commence à se deviner.

Derrière les premiers boisements du versant Est de ce vallon, dans l'axe d'une ligne téléphonique et sous une ligne électrique, on aperçoit l'extrémité Nord de l'espace bâti de Grattepanche.

Néanmoins, ce qui domine sur cette vue ce sont de grands espaces cultivés, à peine marqués au loin par de petits linéaires boisés, et le parc éolien d'Oresmaux / Essertaux qui s'étend à gauche, à l'horizon.

La variante n°1 est particulièrement étendue. À gauche, les éoliennes sont à environ 500 m du village. À droite, l'éolienne la plus proche franchit le vallon.

La variante n°2 est nettement plus resserrée. Elle reste toutefois proche de la limite de 500 m vis-à-vis des habitations de Grattepanche, et l'éolienne du centre apparaît nettement implantée dans le versant du vallon sec.

La variante n°3 retenue respecte une distance supplémentaire avec Grattepanche ; ses 4 éoliennes n'occupent qu'une partie de la crête opposée du vallon.

État actuel : vue panoramique à 160°



Simulation avec la variante 1 : vue panoramique à 160°



Simulation avec la variante 2 : vue panoramique à 160°



Simulation avec le projet : vue panoramique à 160°



• Photosimulation 28 pour comparaison des variantes : Depuis la Rue de Rumigny dans Grattepanche (Projet à 780 m)

Le vallon de Grattepanche peut être aperçu depuis cette limite Nord du village et s'étend à droite de la vue et au-delà.

La variante n°1 apparaît ici dans toute son étendue et vient à la fois en arrière-plan des premières maisons visibles, à gauche, et du vallon, à droite.

La variante n°2 ménage une séparation visuelle entre les éoliennes, à gauche, et le vallon, à droite.

La distance de 500 m entre les maisons et la première éolienne atténue l'incidence de celle-ci.

La variante retenue pour le projet comporte moins d'éoliennes, avec un éloignement supplémentaire vis-à-vis des habitations, et un espace supplémentaire entre les éoliennes et le vallon.

La hauteur augmentée des éoliennes n'apparaît pas, étant globalement compensée par l'éloignement.

État actuel : vue panoramique à 160°.



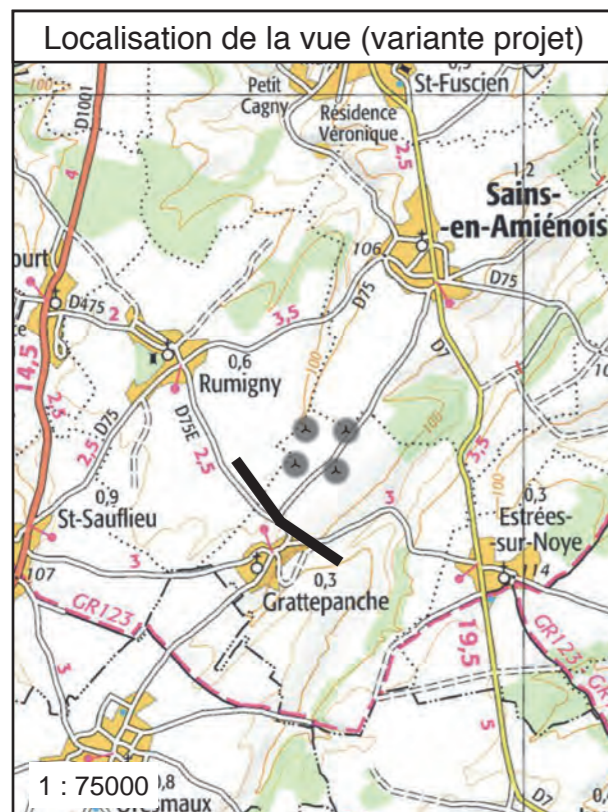
Simulation avec la variante 1 : vue panoramique à 160°



Simulation avec la variante 2 : vue panoramique à 160°



Simulation avec le projet : vue panoramique à 160°



• Photosimulation 36 pour comparaison des variantes de hauteur maximale des éoliennes : Depuis la RN 25 au Sud de Villers-Bocage (Projet à 20 380 m)

La RN 25 constitue la principale voie de circulation permettant d'évaluer l'incidence visuelle du projet sur Amiens et ses monuments.

À ce point le plus haut et le plus dégagé de la route, en direction de la ville, on devine encaissées dans la vallée de la Somme la cathédrale et la tour Perret qui émergent.

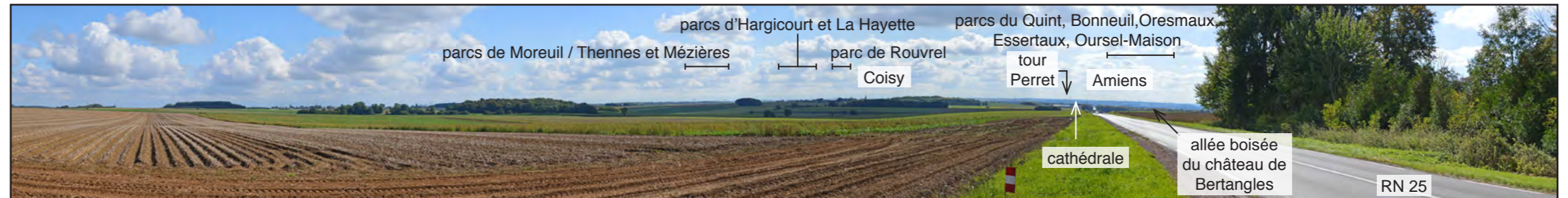
Au-delà de la ville, sur le versant opposé, on distingue plusieurs parcs éoliens lointains, et la tour de télécommunications de Saint-Fuscien.

Sur les vues panoramiques à 160°, les éoliennes du projet sont peu perceptibles. En page suivante, nous présentons le projet et sa variante avec machines moins hautes en vue réelle, à lire à une distance de 40 cm entre l'œil et la page A3.

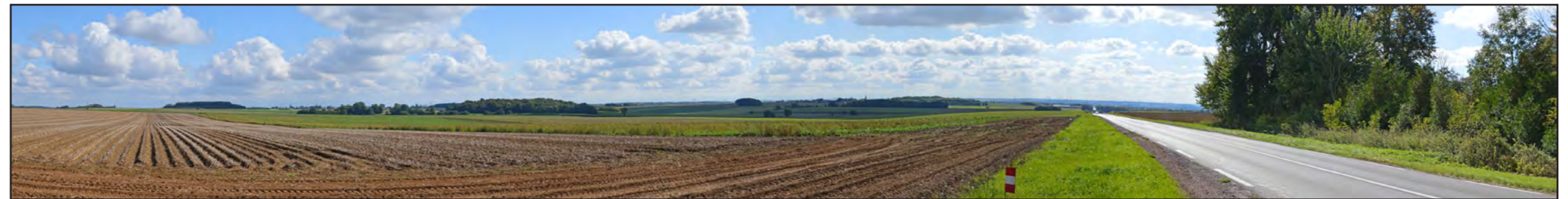
La direction des éoliennes du projet sont sensiblement décalées par rapport aux 2 monuments amiénois qui se devinent émergeant de la ville.

La différence de hauteur entre la variante à 150 m et la variante retenue de 180 m est à peine perceptible. Dans les 2 cas, cette hauteur est comparable à celle de la ligne électrique qui parcourt le paysage et de la tour de télécommunications de Saint-Fuscien.

État actuel : vue panoramique à 160°.



Simulation avec des éoliennes disposées comme celles du projet, mais avec une hauteur totale de 150 m en bout de pale : vue panoramique à 160°



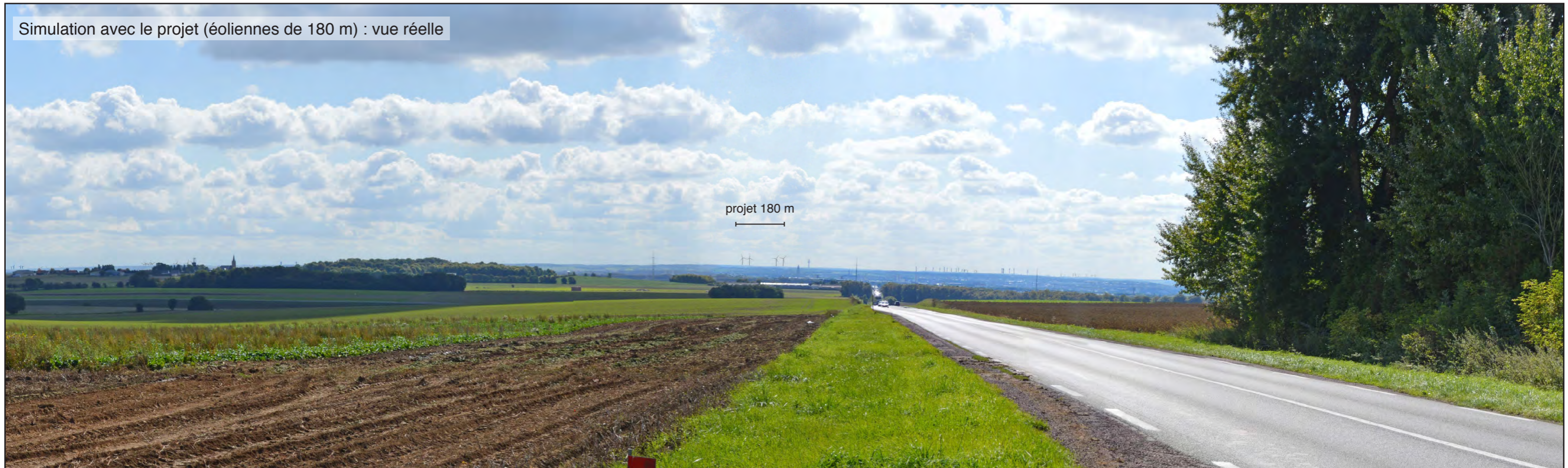
Simulation avec le projet (éoliennes de 180 m) : vue panoramique à 160°



Simulation avec des éoliennes disposées comme celles du projet, mais avec une hauteur totale de 150 m en bout de pale : vue réelle



Simulation avec le projet (éoliennes de 180 m) : vue réelle



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

Cette partie vise à détailler les différentes mesures mises en place dans le cadre de ce projet, de faire l'analyse des éventuels 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 été écarté dans le chapitre E (risque d'impact n'ayant pas été évité).

En règle générale, les aspects pouvant nécessiter des mesures complémentaires, dans le cas d'un parc éolien, concernent les chiroptères, l'avifaune et le paysage.

Dans la suite de ce chapitre, nous ne traiterons que des aspects nécessitant des mesures, ou pour lesquels il est nécessaire d'apporter des précisions sur les précautions prises au préalable.

H.1 - DÉFINITIONS

Les mesures d'évitement permettent d'éviter l'impact dès la conception du projet. Elles reflètent les choix du maître d'ouvrage dans la conception d'un projet de moindre impact.

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 : le chantier, puis en permanence : le parc éolien.

Les mesures compensatoires apportent une contrepartie aux 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.

H.2 - MESURES D'ÉVITEMENT

Les mesures d'évitement consistent essentiellement, pour un parc éolien, à ne pas implanter d'éoliennes dans des secteurs vulnérables (voir aussi "G - Solutions examinées et choix du projet", page 453). Le coût de ces mesures est difficilement chiffrable.

Certaines de ces mesures sont prises avant même la définition du projet, sur la base de l'analyse de l'état initial. Les secteurs évités sont en particulier, dans notre cas :

- les espaces bâtis,
- la proximité des cours d'eau,
- les axes de ruissellement, les zones d'érosion, les zones humides, la proximité des captages d'alimentation en eau potable,
- les massifs boisés,
- les éléments du patrimoine, en particulier le périmètre de moins de 10 km autour de la cathédrale d'Amiens...

Seul l'un des 3 secteurs initialement envisagés pour implanter le projet est ainsi retenu.

L'éloignement des machines vis-à-vis des réseaux constitue aussi un évitement : canalisation de transport d'hydrocarbures, canalisation de transport de gaz, et routes départementales.

Outre l'évitement de secteurs particuliers, le nombre limité et l'espacement suffisant entre éoliennes constituent aussi des mesures d'évitement, facilitant le transit éventuel de la faune au sein du parc.

Les autres mesures, que nous déclinons maintenant par thème, concernent des mesures réductrices, compensatoires, d'accompagnement et de vérification.

H.3 - MESURES EN FAVEUR DE L'HYDRAULIQUE

L'emplacement retenu pour l'implantation des éoliennes se situe à l'écart des talwegs, et le secteur est peu sensible aux ruissellements.

Afin de limiter les ruissellements en provenance du projet, dès sa conception, les surfaces des plates-formes et les linéaires des chemins créés (ainsi que leur largeur) ont été réduits au maximum afin de limiter tout apport supplémentaire de ruissellement vers l'aval.

Le long de l'accès aménagé à Sains-en-Amiénois, 2 fossés seront busés sur 60 m chacun afin de garantir l'écoulement des eaux collectées le long des voiries.

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

H.4 - MESURES EN FAVEUR DE LA FAUNE

H.4.1 - MESURES D'ÉVITEMENT ET DE RÉDUCTION

H.4.1.1 - Avifaune

Lors de l'analyse des impacts, plusieurs espèces remarquables, sensibles au dérangement en période de nidification et nichant dans les openfields et dans les zones bocagères proches de la zone du projet ont été mises en évidence ("E.2.3.5.7 - Synthèse sur les enjeux avifaune", page 247). Un calendrier des travaux sera donc mis en place, et différentes actions seront menées afin d'éviter tout impact sur ces espèces. Des zones de nidification de Busard cendré (*Circus pygargus*) et de Busard Saint-Martin (*Circus cyaneus*) ont également été mises en évidence. Ces zones ont été évitées, afin de réduire l'impact sur ces espèces.

• 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, la période sensible s'étale d'avril à juillet (inclus). Dans ce cadre, il a été établi que les travaux devaient éviter de démarrer pendant la période s'étalant de début avril (inclus) à fin juillet.

Si les travaux commencent avant l'installation de l'avifaune nicheuse et se poursuivent entre début avril et juillet, le dérangement sera moindre car ces espèces n'auront pas encore défini de territoire de nidification. La présence de personnes 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 (une période d'une semaine à 10 jours peut suffire), puis repris, le dérangement sur les espèces risque de se produire (nidification dans la période de non fréquentation). Par conséquent, les travaux ne seront pas interrompus sur une période de plus d'une semaine. Si c'est le cas, le chantier devra reprendre seulement une fois la période sensible dépassée (c'est à dire en août).

		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
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>)												
	Busard cendré (<i>Circus pygargus</i>)												
	Busard Saint-Martin (<i>Circus cyaneus</i>)												
	Busard des roseaux (<i>Circus aeruginosus</i>)												
	Œdicnème criard (<i>Burhinus oediconemus</i>)												
	Caille des blés (<i>Coturnix coturnix</i>)												
Haies	Bruant jaune (<i>Emberiza citrinella</i>)												
	Chardonneret élégant (<i>Carduelis carduelis</i>)												
	Chevêche d'Athéna (<i>Athene noctua</i>)												
	Linotte mélodieuse (<i>Linaria cannabina</i>)												

H.4.1.2 - Chiroptères

Plusieurs mesures vont être appliquées afin de réduire l'impact (même faible) de l'implantation :

- Suppression des milieux attractifs aux abords des éoliennes

Comme pour l'avifaune, il est nécessaire d'entretenir les plates-formes afin d'éviter la création d'un habitat attractif pour les chiroptères. Aucun traitement chimique ne sera réalisé sur les plates-formes (les effets néfastes des traitements chimiques sur la biodiversité ne sont plus à démontrer).

De même, il conviendra d'informer les exploitants agricoles sur les effets néfastes des dépôts de fumiers à proximité immédiate des éoliennes : ceux-ci peuvent attirer des insectes, qui eux-mêmes attirent les chauves-souris.

Les plantations d'arbres ou d'arbustes proposées ne doivent pas être réalisées à moins de 200 mètres en bout de pales des éoliennes.

- Caractéristiques des machines

Les nacelles doivent être conçues, construites et entretenues de manière à ce que les chauves-souris ne puissent pas s'y introduire (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.

L'éclairage mis en place ne doit pas attirer les insectes, et donc les chauves-souris (si possible éclairage orange). Son utilisation doit être limitée seulement lorsqu'il est nécessaire (éclairage intermittent), sauf s'il est obligatoire pour des raisons de sécurité.

- Suppression des milieux attractifs aux abords des éoliennes

Il conviendra d'éviter de rendre les abords des plates-formes attractifs pour empêcher que les rapaces (oiseaux de proie comme le Faucon crécerelle) viennent chasser en-dessous du rotor : 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 (nourriture des rapaces).

Cela aurait comme conséquence l'augmentation du risque de collision. On privilégiera donc une zone stabilisée/sablée avec un entretien annuel. Aucun traitement chimique ne sera réalisé sur les plates-formes (les effets néfastes des traitements chimiques sur la biodiversité ne sont plus à démontrer).

• Bridage des machines

Compte tenu de la faible distance avec les milieux attractifs (les distances entre les machines et les milieux attractifs tels que les haies sont comprises entre 0 et 175 m) et de la présence de certaines espèces en hauteur (différents contacts à 80 m), bien que ponctuelle, un bridage des machines sera mis en place.

Éolienne	Distance avec milieu attractif proche (bout de pale)
E1	75m (haie située à OSO)
E2	0m arbres isolés le long de la route
E3	175m arbres isolés le long de la route
E4	0m haie le long du chemin

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 157).

La Figure 157 illustre le principe du bridage : l'activité des chauves-souris se maintient à un haut niveau jusqu'à une vitesse de vent de 4 m/s, puis 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.

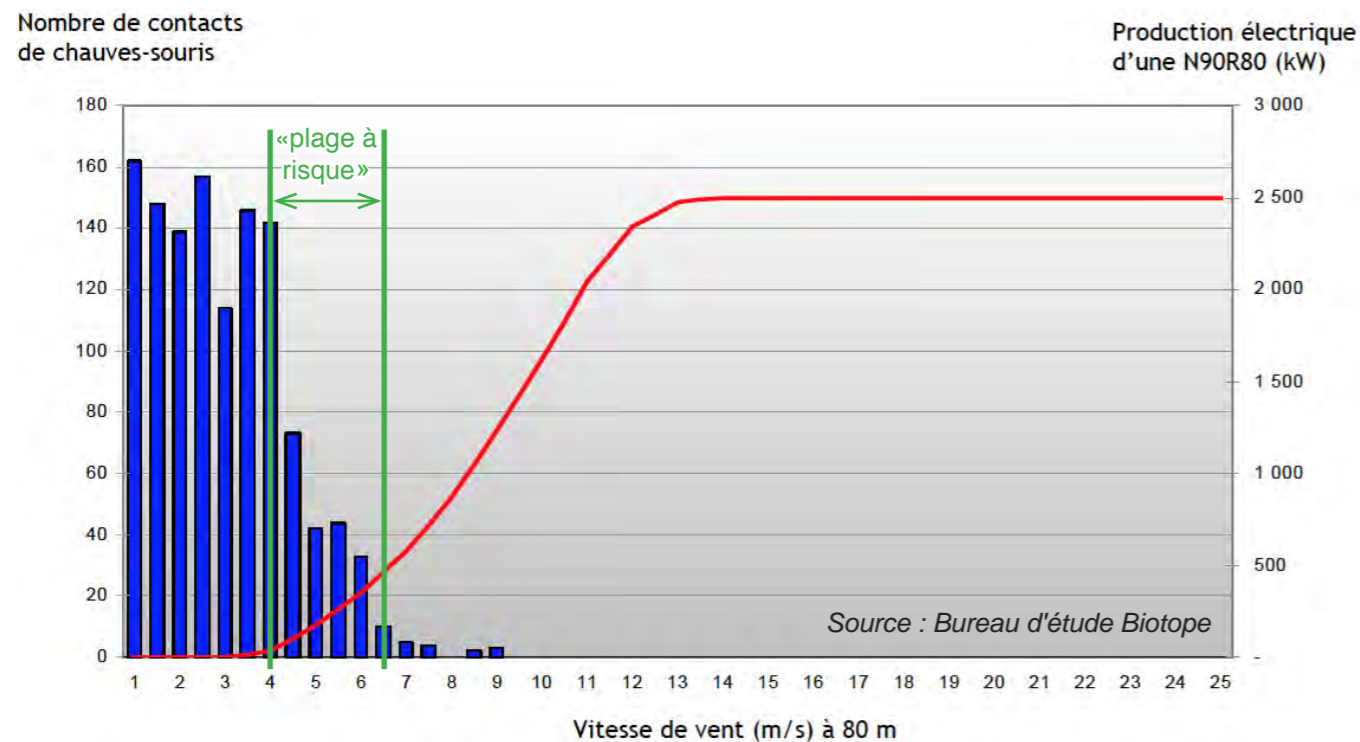


Figure 157 : Fréquentation des chiroptères et production électrique en fonction de la vitesse du vent

Conformément aux prescriptions de la DREAL et du "guide de préconisation pour la prise en compte des enjeux chiroptérologiques et avifaunistiques dans les projets éoliens" de la Région Hauts-de-France paru en Septembre 2017, le plan de bridage est à mettre en place dans les conditions suivantes :

- période entre début mars et fin novembre,
- vent inférieur à 6 mètres / seconde ;
- durant l'heure précédant le coucher du soleil jusqu'à l'heure suivant le lever du soleil ;
- absence de précipitations ;
- température supérieure à 7°C.

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 mais pas inexistante. 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 suivant, la quasi totalité des espèces sortent après le coucher de soleil. Nous prévoyons tout de même une période de 30 min de battement.

Heures d'envol des différentes espèces de chauves-souris susceptibles d'être rencontrées

Espèces	Heure d'envol (d'après INPN)
Grand murin <i>Myotis myotis</i>	Entre 30 et 60 minutes après le coucher de soleil
Murin à moustaches <i>Myotis mystacinus</i>	15 minutes après le coucher de soleil
Murin à oreilles échancrées <i>Myotis emarginatus</i>	L'espèce devient active 50 minutes après le coucher du soleil.
Murin de Daubenton <i>Myotis Daubentoni</i>	30 à 45 minutes après le coucher de soleil
Noctule commune <i>Nyctalus noctula</i>	Elle quitte son gîte quand il fait encore clair voire jour.
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leislerii</i>	Dès le coucher de soleil voire juste avant
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Quart d'heure qui suit le coucher du soleil
Pipistrelle de Kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>	Dans la première demi-heure succédant au coucher du soleil
Pipistrelle de Nathusius <i>Pipistrellus nathusii</i>	50 minutes après le coucher du soleil
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	Quinze minutes après le coucher de soleil

Notons que les paramètres du bridage pourront être affinés en fonction des résultats de suivi réglementaire. En effet, le suivi selon le protocole de 2018 implique la mise en place d'un enregistrement de l'activité des chiroptères sur une longue durée, qui permettra d'affiner les conditions de bridage en complément des données déjà disponibles : vitesse de vent, température, pluviométrie.

Compte tenu de l'éloignement de l'éolienne E3 de milieux attractifs (175 m), seule cette machine ne sera pas bridée. Les éoliennes E1, E2 et E4 seront donc bridées. En effet nous avons vu grâce aux transects (page 146) qu'à partir de 100 à 125 m des milieux attractifs l'activité chutait.

La mise en place d'un enregistreur automatique au niveau d'une des nacelles des éoliennes concernées par le bridage permettra d'affiner les conditions de bridage dans le temps.

H.4.2 - MESURES DE COMPENSATION ET D'ACCOMPAGNEMENT POUR LE MILIEU NATUREL

Afin de garantir l'accès aux machines, plusieurs suppressions de haies et de chemin enherbé sont nécessaires.

L'ensemble des aménagements du parc induira la suppression de près de 100 mètres linéaires (ml) de haies. À noter toutefois que les haies concernées sont discontinues, et donc que le linéaire présenté ici est majorant.

À cela s'ajoute la réhabilitation de 2250 m² (500 ml de chemin sur une largeur de 4,5 ml) de chemin enherbé.

Plusieurs plantations et mise en friche sont donc prévues.

- Plantation de 550 m linéaires de haie

En compensation, deux haies, l'une de 300 ml et l'autre de 250 ml seront replantés. Les distances de ces plantations avec le projet sont respectivement de 1025 et 1400 m au plus près d'une des éoliennes du projet (donc au delà des 200 m "recommandés").

La première plantation se fera en bord de parcelle ZH12 sur le territoire de Grattepanche comme indiqué sur les vues aériennes suivantes (accord du propriétaire en Annexe).

La seconde plantation sera de l'ordre d'environ 250 ml de haie replantés le long du chemin créé à la sortie du bourg de Sains-en-Amienois.

Pour réaliser cette replantation, des contacts ont été initiés avec l'association «Planteurs volontaires» qui a confirmé son intérêt pour notre projet. Cette association, créée en 2013, développe des chantiers participatifs de plantation en mobilisant les habitants et les acteurs du territoire et en plantant des végétaux d'origine locale pour préserver la biodiversité et l'économie régionale. Forte de son expertise, l'association a planté l'année dernière son 100 000^{ème} arbre dans la région Hauts de France.

La prestation prévue par l'association comprendra :

- la sélection et l'achat de végétaux certifiés végétal local (arbustes en 60/90) ainsi que l'achat de protection si nécessaire,
- la prospection et la mobilisation des acteurs du territoire,
- l'animation et l'encadrement des plantations,
- une visite de suivi/reprise des sujets,
- le remplacement des végétaux morts l'année suivant leur plantation.

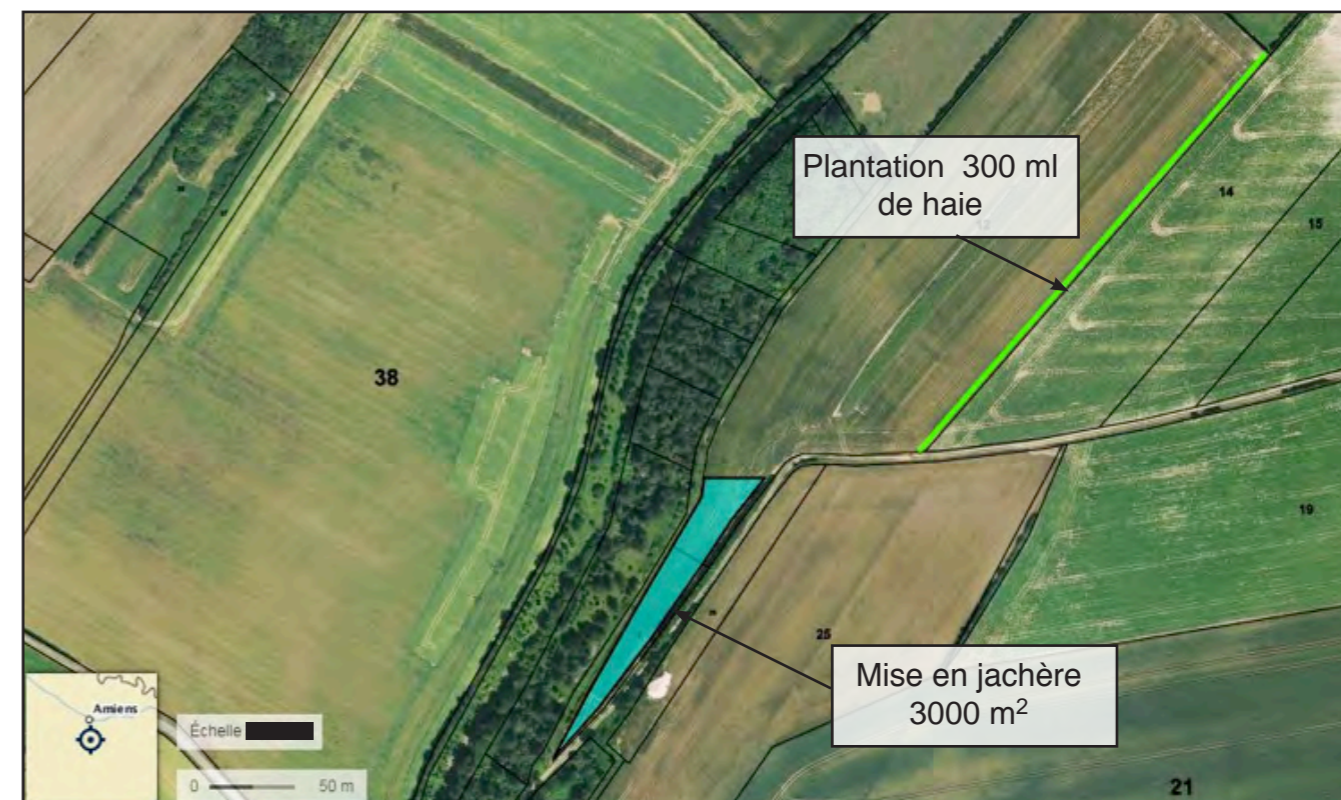


Figure 158 : Emplacements retenus pour la replantation de haie (en vert) et la mise en jachère (en bleue)

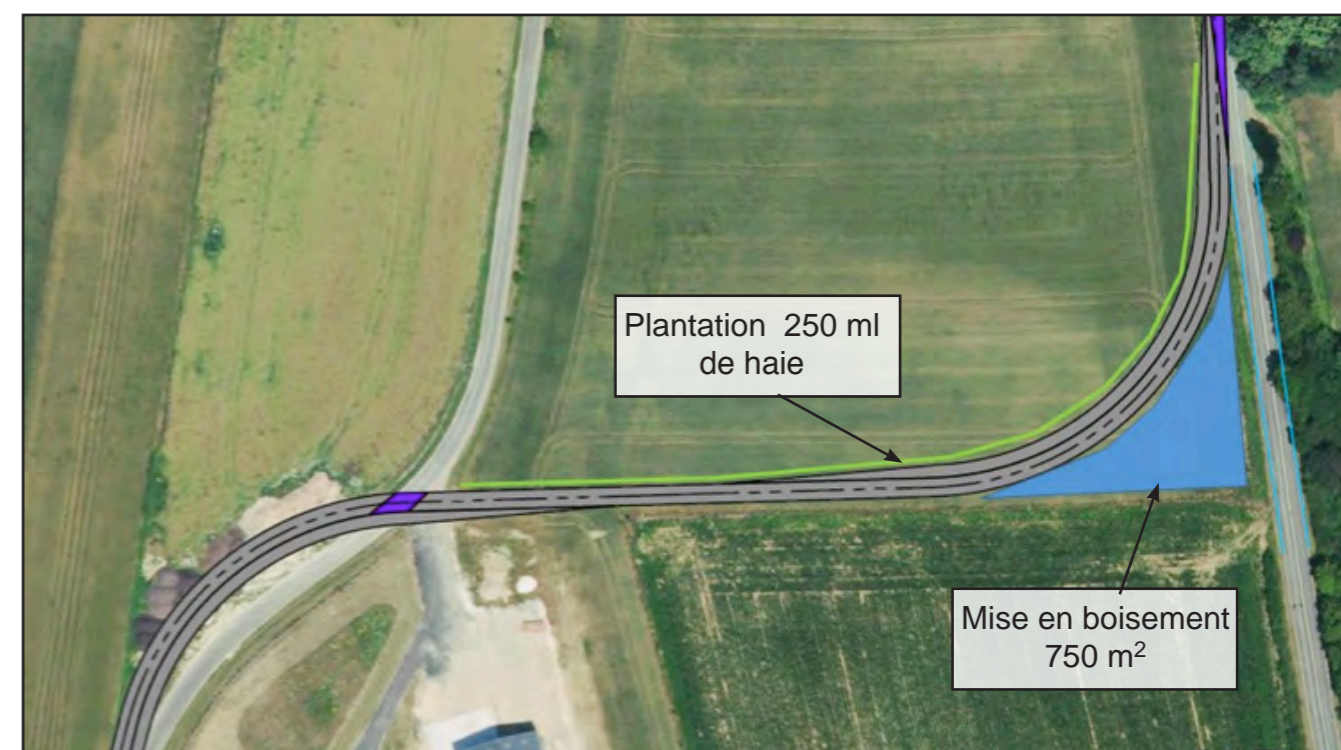


Figure 159 : Emplacements retenus pour la replantation de haie (en vert) et la plantation de boisement (en bleue) à la sortie du Bourg de Sains-en-Amienois

• Mise en place de jachère

Le chemin existant qui sera utilisé occasionnellement en phase d'exploitation pour accéder à l'éolienne E1 devra être réaménagé pour permettre le passage des camionnettes d'exploitation. Ce ré-aménagement entraînera donc la suppression de zones enherbées intéressante pour l'avifaune et les chiroptères.

En compensation, ce même type de milieu favorable sera recréé sur environ 3000 m² de surface actuellement exploitée, sur une partie des parcelles ZH5 et ZH12 du territoire de Grattepanche (accord du propriétaire en Annexe).

La distance de cette jachère avec le projet est de 875 m au plus près d'une des éoliennes du projet (donc au delà des 200 m "recommandés").

• Plantation de boisement

Bien qu'aucun défrichement ne soit prévu, Eurocape a souhaité profiter d'un délaissé créé par l'aménagement d'un chemin pour procéder à une plantation de bois.

750 m² de bois seront donc plantés au niveau du délaissé créé par la mise en place du virage à la sortie du bourg de Sains-en-Amienois. L'emplacement est indiqué plus précisément sur la vue satellite précédente.

Des essences locales seront privilégiées comme le Chêne pédonculé, le Charme ou le Hêtre.

La distance de cette plantation avec le projet est de 1400 m au plus près d'une des éoliennes du projet (donc au delà des 200 m "recommandés").

• Bilan

Ces plantations et ces jachères 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.

Pour les haies, 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 Troëne 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, des bandes enherbées pourront être maintenues de chaque côté de la haie, afin d'augmenter l'attractivité de la haie, et offrir des zones de refuges et de sources de nourriture supplémentaires.

Aucun traitement phytosanitaire ne sera réalisé sur les bandes enherbées maintenues le long des haies, ni au sein des jachères.

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

Le bilan qui peut être établi est le suivant :

Élément	Suppression		Création		Gain	
	Surface/ Linéaire	Fonctionnalité	Surface/ Linéaire	Fonctionnalité	Surface/ Linéaire	Fonctionnalité
Haie	100 ml	Haie basse, discontinue servant à l'alimentation (Chiro et Oiseaux) et la reproduction des oiseaux	550 ml	Haie pluri-stratifiée et dense.	+ 550 %	Refuge et alimentation pour l'avifaune et les chiroptères. Nidification pour l'avifaune
Surface enherbée	2250 m ²	Chemin enherbé, bénéfique pour le déplacement et la chasse des chiroptères et des oiseaux	3000 m ²	Surface protégée avec fauche tardive.	+ 25 %	
Bois	--	--	750 m ²	Bosquet composé d'essences locales (chêne, charme, hêtre)	+ 750 m ²	

Le bilan est donc très favorable pour le milieu.

H.4.3 - MESURES D'ACCOMPAGNEMENT CONCERNANT L'AVIFAUNE : SAUVEGARDE DES NIDS DE BUSARDS

En accompagnement du parc éolien, une mesure de suivi spécifique pour les busards sera mise en place. Elle pourra être réalisée par l'association Picardie Nature qui a d'ores et déjà communiqué des devis (voir Annexes).

Cette mesure consistera en un suivi spécifique des espèces de busards visant à détecter la présence éventuelle de nids dans les zones de grandes cultures selon une méthodologie fidèle à celle de groupe busards de Picardie Nature et à celle du Groupe Ornithologique et Naturaliste du Nord-Pas-de-Calais. Les nids seraient alors repérés et balisés pour favoriser leur sauvegarde lors des travaux agricoles. Une phase de concertation/pédagogie aura également lieu auprès des exploitants agricoles.

Cette mesure sera réalisée tous les ans pendant au moins 20 ans

H.4.4 - SUIVI DU SITE

Le projet de parc éolien fera l'objet d'un suivi environnemental. Celui-ci comprend le suivi réglementaire lié à l'arrêté ministériel, et les suivis complémentaires que nous proposons.

H.4.4.1 - Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres

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 :

- une fois avec démarrage au cours de la première année de fonctionnement de l'installation puis,
- au minimum, une fois tous les dix ans.

Le protocole du guide de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres de 2018 base le suivi sur le couplage d'écoutes longue durée à hauteur de nacelle d'une éolienne (ou plusieurs), avec un suivi de mortalité autour des éoliennes. Le suivi de mortalité concerne les oiseaux et les chiroptères.

Si le suivi mis en œuvre conclut à l'absence d'impact significatif sur les chiroptères et sur les oiseaux, le prochain suivi est effectué dans les 10 ans, conformément à l'Article 12 de l'arrêté ICPE du 26 août 2011.

Si le suivi met en évidence un impact significatif sur les chiroptères ou sur les oiseaux alors des mesures correctives doivent être mises en place et un nouveau suivi doit être réalisé conformément au protocole l'année suivante pour s'assurer de leur efficacité.

Les propositions de suivis se basent sur la «Révision 2018 du protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres».

En plus des mesures réglementaires de suivi présentées ci-après, nous proposons un suivi complémentaire ("H.4.4.2.1 - Suivi des mesures", page 474).

H.4.4.1.1 - Suivi de l'activité des chiroptères à hauteur de nacelle

Selon le protocole du ministère, compte tenu de la hauteur des rotors, seul un suivi de l'activité en altitude, en continu et sans aucun échantillonnage de durée sur l'ensemble de la période d'activité des chauves-souris peut permettre d'appréhender finement les modalités de fréquentation du site par les espèces et de mettre en évidence dans quelles conditions un risque pour les chiroptères peut survenir (conditions météorologique notamment).

Si l'étude d'impact n'a pas fait l'objet d'un suivi d'activité en hauteur en continu sans échantillonnage, le suivi post-implantation de l'activité en nacelle doit être réalisé sur l'ensemble de la période d'activité des chauves-souris, de la semaine 20 à 43.

Dans le cas où une activité à risque peut être pressenties sur d'autres périodes, la période de suivi doit être étendue en conséquence. Par ailleurs, en cas d'anomalie et nécessité de mettre en place une régulation, une nouvelle campagne de suivis (activité/mortalité) devra être mise en œuvre pour en vérifier son efficacité et/ou l'optimiser.

Cet enregistrement en hauteur doit au moins être effectué, au minimum sur une machine pour un parc jusque 8 éoliennes, en fonction de l'homogénéité du parc.

Semaine n°	1 à 19	20 à 30	31 à 43	44 à 52
Le suivi d'activité en hauteur des chiroptères doit être réalisé...	Si enjeux sur les chiroptères	Si pas de suivi en hauteur dans l'étude d'impact	Dans tous les cas	Si enjeux sur les chiroptères

Ainsi, compte tenu du fait qu'un suivi en hauteur a été réalisé en continu lors de l'étude d'impact de notre projet, le suivi de l'activité des chiroptères à hauteur de nacelle devra couvrir la période de fin juillet à fin octobre (semaine 31 à 43).

Pour ce projet, le choix de la machine s'oriente sur l'éolienne E4, qui correspond à l'emplacement de l'écoute en hauteur réalisée lors de l'étude d'impact. Cela facilitera la comparaison.

H.4.4.1.2 - Suivi de mortalité de l'avifaune et des chiroptères

Ce suivi de mortalité permet d'évaluer si le parc engendre une mortalité de la faune volante (oiseaux et chiroptères) et en cas de réponse positive, de mettre en œuvre des mesures. Ces mesures peuvent consister à l'arrêt des machines pendant les périodes à risque, notamment pour les chiroptères, en adaptant les conditions du bridage, mais aussi pour les oiseaux.

Le suivi de mortalité des oiseaux et chiroptères sera constitué au minimum de 20 prospections, réparties entre les semaines 20 et 43 (mi mai à octobre), en fonction des risques identifiés dans l'étude d'impact, de la bibliographie et de la connaissance du site (voir tableau ci-dessous).

Semaine n°	1 à 19	20 à 30	31 à 43	44 à 52
Le suivi de mortalité (avifaune et chiroptères) doit être réalisé ...	Si enjeux avifaunistiques ou risque d'impact sur les chiroptères	Dans tous les cas		Si enjeux avifaunistiques ou risque d'impact sur les chiroptères

À ce titre, il est rappelé que la période de mi août à fin octobre qui correspond à la période de migration post-nuptiale pour l'avifaune et de transits automnaux des chiroptères est considérée comme à cibler en priorité. La période de mai à mi-juillet présente également un intérêt particulier pour les espèces d'oiseaux nicheurs sur le secteur considéré, ainsi que pour les chauves-souris en période de mise-bas.

Ainsi, le suivi de mortalité (20 sorties) devra couvrir la période de mi-mai à fin octobre (semaine 20 à 43), sur l'intégralité des éoliennes du parc.

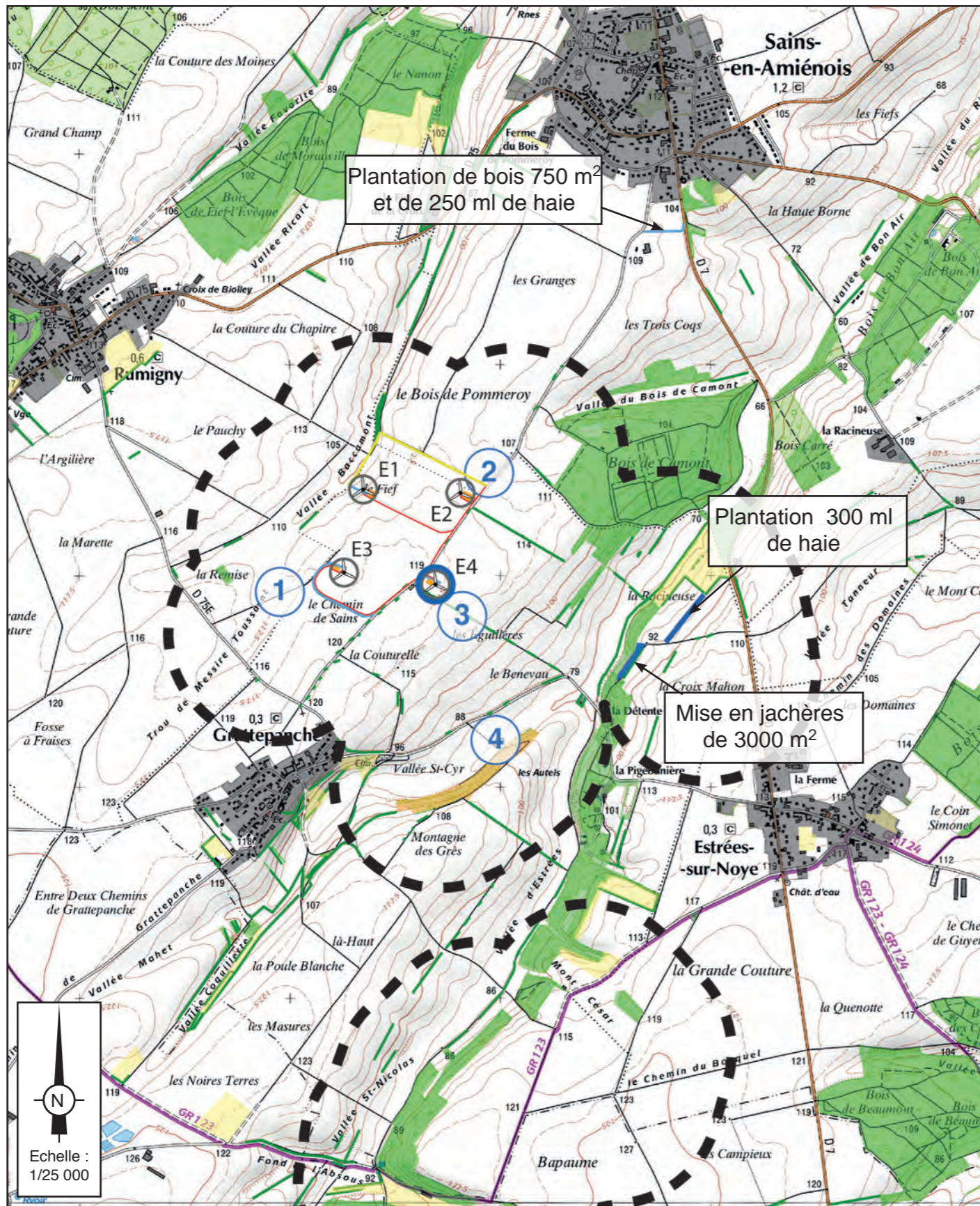


FIGURE 160 : MESURES DE SUIVI

Éolien :

— — — — Périmètre de 500 m autour de la zone d'implantation potentielle.

⊗ Éolienne du projet

Milieus :

- Grandes cultures (C.c 82.11)
- Chênaies-Charmaies (C.c 84.12)
- Fourrés médio-européens sur sol fertile (C.c 38.81)
- Pâturages continus (C.c 38.11)
- Complexe à Fruticées à génévriers communs X Pelouses calcaires sub-atlantiques semi-arides (C.c 31.88X34.32)
- Eaux douces (C.c 22.1)
- Urbanisation (C.c 86.2)

① Point d'écoute IPA

⊗ Éolienne sur laquelle une écoute en altitude sera effectuée

H.4.4.1.3 - Méthodologie

- Nombre d'éoliennes à suivre

Le protocole impose de suivre toutes les éoliennes pour un parc jusqu'à 8 éoliennes.

Donc pour notre projet, les 4 éoliennes seront à prospecter.

- Surface et méthodologie de prospection

La surface à prospecter doit être un carré de 100 m de côté (ou deux fois la longueur des pales pour les éoliennes présentant des pales de longueur supérieur à 50 m (Figure 161). Les pales des éoliennes de notre projet mesurent 74,5 m (Nordex N149).

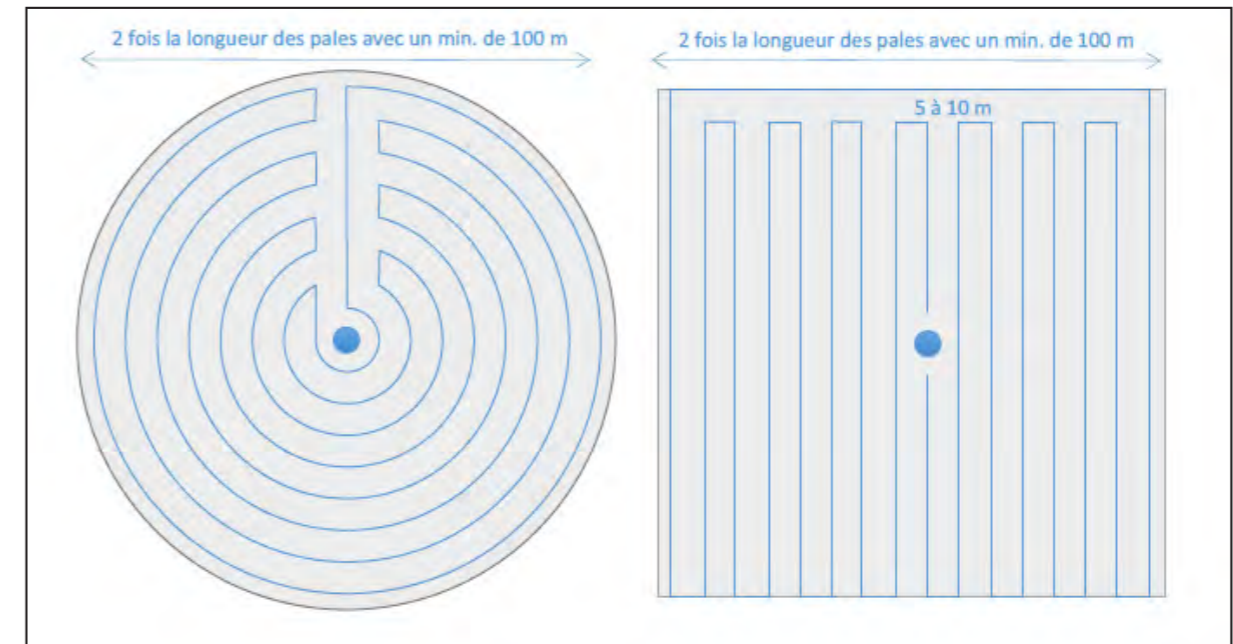


Figure 161 : Schéma de la surface-échantillon à prospecter

Donc pour notre projet la zone à parcourir sera un carré de 149 m de côté, minimum, ou un disque de 149 m de diamètre.

Le mode de recherche est sous forme de transects à pied espacés d'une distance dépendante du couvert végétal (de 5 à 10 m en fonction du terrain et de la végétation). Cette distance devra être mesurée et tracée.

Les surfaces prospectées feront l'objet d'une typologie préalable des secteurs homogènes de végétation et d'une cartographie des habitats selon la typologie Corine Land Cover ou Eunis.

L'évolution de la taille de végétation sera alors prise en compte tout au long du suivi et intégrée aux calculs de mortalité (distinction de l'efficacité de recherche et de la persistance des cadavres en fonction des différents types de végétation). Une fiche de terrain sera soigneusement remplie à chaque découverte de cadavre (Figure 162).

Si la zone de végétation est dense (dans le cas présent cela peut être une parcelle de colza, ou de maïs), il ne faut pas prospecter ces zones. Le reste de la surface échantillon devra faire l'objet d'une correction proportionnelle par coefficient surfacique.

FIGURE 162 : FICHE DE SUIVI MORTALITÉ TYPE

Fiche de suivi de mortalité			
Nom du parc éolien :		Commune concernée :	
N° de point :	Date :	Heure :	Opérateur :
Eolienne n° :	Etat : <input type="checkbox"/> Arrêt <input type="checkbox"/> Fonctionnement		Type :
Taxon concerné : <input type="checkbox"/> Oiseau <input type="checkbox"/> Chiroptère			
Nom commun de l'espèce :		Nom latin de l'espèce :	
Etat : <input type="checkbox"/> Blessé <input type="checkbox"/> Mort		Photographie n° :	
Etat du cadavre : <input type="checkbox"/> Frais <input type="checkbox"/> Avancé <input type="checkbox"/> Décomposé <input type="checkbox"/> Sec			
Localisation du cadavre :			
Coordonnées : Latitude (N) : / / / /		Position par rapport à l'éolienne :	
Longitude (O) : / / / /			
Système géographique :			
<input type="checkbox"/> WGS84 <input type="checkbox"/> Lambert II			
<input type="checkbox"/> Lambert I <input type="checkbox"/> Lambert 93			
<input type="checkbox"/> Autre : _____			
NB : Indiquer la plate-forme et / ou le chemin d'accès.			
Si différents assolements sont présents, l'indiquer sur ce schéma.			
Cause présumée de la mort ou blessure :			
<input type="checkbox"/> collision avec pale		<input type="checkbox"/> collision avec tour	
<input type="checkbox"/> indéterminable		<input type="checkbox"/> barotraumatisme	
<input type="checkbox"/> autre : _____			
Couverture végétale :			
<input type="checkbox"/> artificielle <input type="checkbox"/> céréale		<input type="checkbox"/> maïs <input type="checkbox"/> colza	
<input type="checkbox"/> pomme de terre <input type="checkbox"/> labour		<input type="checkbox"/> betterave <input type="checkbox"/> herbage	
<input type="checkbox"/> chaume		<input type="checkbox"/> autre : _____	
Hauteur de la végétation : _____cm			
Commentaire :			

• Tests permettant de valider et analyser les résultats

Plusieurs tests doivent être réalisés pour, d'une part déterminer la fréquence de prospection fixée, et d'autre part permettre de valider et analyser les résultats du suivi.

Tout d'abord deux **tests d'efficacité du chercheur** seront effectués à deux périodes du cycle de prospection, afin d'analyser l'efficacité du chercheur dans la recherche de cadavres.

Il faut ainsi choisir une ou plusieurs éoliennes pour lesquelles différents types de végétation du parc éolien sont représentés et reporter ces derniers sur une carte.

Un premier opérateur disperse un total de 15 à 20 leurres de tailles différentes sur les différents types de végétation, à l'abri du regard de l'opérateur dont l'efficacité doit être testée. Il note la position des leurres dispersés pour faciliter leur récupération par la suite.

Le second test, est un **test de persistance des cadavres** (deux tests également, à deux périodes distinctes) afin d'analyser la persistance des cadavres, qui peuvent être emportés/consommés par des prédateurs ou disparaître dans les cultures par exemple.

Il faut ainsi disperser de nouveaux cadavres (entre 3 et 5 par éolienne) sous les différentes éoliennes du parc.

Ensuite, un suivi de la persistance des cadavres est réalisé par des passages répétés, avec au minimum un passage le lendemain du jour de dispersion, puis 2 par semaine, jusqu'à disparition total des cadavres (ou le cas échéant jusqu'à 14 jours).

H.4.4.2 - Suivis complémentaires

H.4.4.2.1 - Suivi des mesures

Les différentes plantations sur le site liées aux mesures compensatoires (haies, bois et jachères) devront être suivies afin de vérifier d'une part la bonne reprise des sujets et la pérennité de la mesure, ainsi que l'effet sur la faune et les chiroptères..

Une vérification de la reprise des plants aura lieu 1 an après les plantations. Cette vérification permettra, le cas échéant, de remplacer les sujets morts, malades ou endommagés.

Le bon développement de la haie sera vérifié à 4 et 10 ans.

Les vérifications à 4 et 10 ans seront couplées à une évaluation de l'efficacité écologique, que ce soit pour l'avifaune ou les chiroptères. Un passage de jour au printemps (mai) permettra de savoir si ces nouveaux milieux sont utilisés par l'avifaune nicheuse. Et un passage de nuit en période optimale (août) permettra de vérifier l'utilisation de ces milieux pour la chasse ou le transit local des chiroptères.

H.4.4.2.2 - Suivi comportemental de l'avifaune

Sur le protocole de suivi de parc (2018), aucun suivi ornithologique n'est imposé. Cependant, compte tenu des enjeux, notamment en période de nidification (busards, œdicnème), nous proposons un suivi comportemental complémentaire.

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 porté 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 comportemental 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 du suivi ornithologique :

Type de Suivi	Cycle biologique complet (1 an)		Fréquence
	Nidification	Migration post-nuptiale	
Suivi avifaune - comportement	4	4	tous les ans pendant les 2 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

8 sorties seront donc réalisées. Le nombre de sorties proposé permet de cibler les différentes phases de cycles de vie de manière satisfaisante (une même sortie peut cibler deux phases de cycles différentes). Le détail du calendrier figure ci-dessous.

Calendrier de suivi de l'avifaune

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Nombre de prospections par phase de cycle de vie (annuel)
Inventaires (période ciblée)	--	--	--	--	Début et fin mai (Nidification)	Mi-juin (Nidification)	Début-juillet (Nidification)	Seconde quinzaine d'août (Post-nuptiale)	Seconde quinzaine (Post-nuptiale)	Mi octobre (Post-nuptiale)	Mi novembre (Post-nuptiale)		
Hivernage													-
Pré-nuptiale													1
Nidification													4
Post-nuptiale													4

- 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 nidification, c'est pourquoi un nombre important de prospections porteront sur cette période. Quatre sorties seront réparties entre avril et juillet.

En période de migration post-nuptiale une prospection aura lieu durant la deuxième quinzaine du mois d'août, pour d'éventuels migrants précoces comme les rapaces. Une seconde à la mi septembre (début timide de migration), puis 1 prospection en octobre, mois où la migration post-nuptiale est la plus active, notamment pour les passereaux.

On s'attache en particulier à rechercher la présence des Busards (cendré, des roseaux et Saint-Martin), ainsi que de l'Œdicnème criard, car ces espèces protégées, inscrites à l'Annexe I de la Directive «Oiseaux», ont été observées au cours des prospections menées avant l'implantation des machines et il s'agit d'espèces nichant dans les milieux favorables au développement éolien (openfields) :

Espèce	Lieu de nidification	Période d'observation préférentielle	Période de prospection préférentielle
Busard cendré	Champs de céréales	Matin	mai à début juillet
Busard Saint-Martin	Champs de céréales	Matin	mai à début juillet
Busard des roseaux	Champs de céréales	Matin	mai à début juillet
Œdicnème criard	Champs de céréales	Matin	mai à début juillet

Les périodes de prospections idéales correspondent aux périodes nuptiales de cette espèce (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».

À 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 10x42), 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.

► **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.

La figure ci-contre présente 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.

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

Figure 163 : Fiche de suivi avifaune type

H.4.4.3 - Synthèse des suivis

Pour le suivi, les points d'écoute avifaune seront ajustés afin de prendre en compte toutes les machines et avoir une vision globale du parc (Figure 160). Ainsi seuls 4 points seront conservés.

En ce qui concerne la fréquence de réalisation des suivis, rappelons que le protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres de 2018 impose un suivi dans les 12 mois qui suivent la mise en service du parc éolien.

Les suivis ont ensuite lieu tous les dix ans (si le suivi mis en œuvre les deux premières années de la mise en service du parc éolien conclut à l'absence d'impact significatif sur les chiroptères et sur les oiseaux).

Type de Suivi	Cycle biologique complet (1 an)				Remarques	Durée du suivi
	Hiver	Prin-temps	Été	Automne		
Sauvegarde des nids de busards	--	5 à 6 passages		--	--	Tous les ans pendant au moins 20 ans d'exploitation du parc
Suivi avifaune - comportement	--	4		4	Sur tous les points similaires à l'état initial	Tous les ans pendant les 2 premières années puis 1 fois tous les 10 ans (au minimum)
Suivi chiroptères - comportement	--	--	Mise en place d'écoutes en hauteur		Au niveau de l'éolienne E4, de la semaine 31 à 43	1 fois au cours de la première année puis 1 fois tous les 10 ans (au minimum)
Suivi mortalité - avifaune / chiroptères	--	20 sorties réparties entre les semaines 20 et 43		Sur les 4 éoliennes du parc		
Suivi de la haie/jachères	Suivi à échéance 1 an, 4 ans et 10 ans - Contrôle à 10 ans de l'efficacité écologique					

H.5 - MESURES EN FAVEUR DE L'HABITAT ET DES ACTIVITÉS HUMAINES

H.5.1 - MESURES ET SUIVI DES IMPACTS CONTRE LE BRUIT

Plusieurs mesures visent à limiter l'incidence acoustique des éoliennes du projet :

- le profilé adapté du bout des pales, avec l'ajout de systèmes de serration (Trailing Edge Serration, ou TES) sur l'ensemble des pales du projet¹,

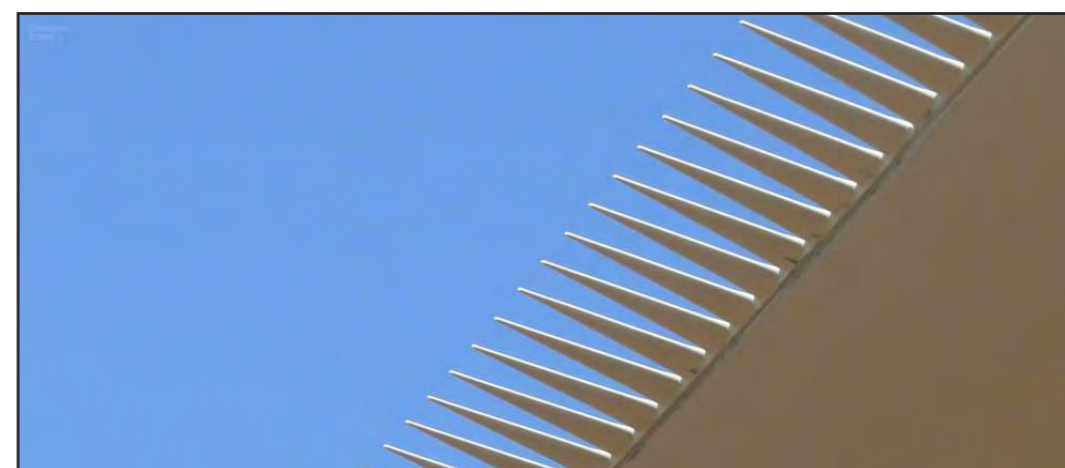


Figure 164 : Exemple Nordex de TES mis en place (parc éolien Nord Villefagnan, d'après Charente Libre, août 2016)

- l'éloignement des éoliennes vis-à-vis des habitations (au moins 710 m dans le cas du projet), et des zones constructibles,

Les éoliennes du projet fonctionneront en outre suivant un plan d'optimisation acoustique permettant à l'ensemble du projet de respecter les limites sonores autorisées (détaillé au chapitre "E.2.8.2.2 - Émergences globales", page 432).

Dans ces conditions, l'étude a montré le caractère non impactant du projet en termes de nuisances sonores pour le voisinage. La perte de production liée à ce bridage est estimée à près de 3,1 %, soit 1 843 MWh par an.

Ajoutons qu'il est prévu un suivi acoustique du parc (campagne de mesures) dans les 12 mois suivant sa mise en service. Le plan de bridage définitif ne pourra être établi qu'à la suite de ces mesures.

¹ : Sur une éolienne en fonctionnement, le flux d'air longe les deux côtés de la pale perpendiculairement à l'axe principal de celle-ci. Au bord de fuite de la pale, le flux d'air se détache de la pale et devient turbulent, entraînant la formation de tourbillons. Ce sont ces tourbillons qui seront responsables du bruit. Grâce aux serrations, la transition entre le bord de fuite et l'écoulement d'air libre est moins brutal, entraînant la réduction des tourbillons et donc du bruit.

Nordex rapporte une baisse possible de 1,5 dB du niveau d'émission sonore, induisant un gain de productivité atteignant 6 % par réduction du bridage acoustique normalement requis sans ce système (source Nordex, 360°, Issue 3, 2017).

H.5.2 - MESURES CONTRE LES PERTURBATIONS HERTZIENNES

Comme il a été précisé dans le chapitre relatif aux impacts sur 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 Grattepanche s'engage à les mettre en œuvre :

- 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'ANFR, 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 réfléchiée 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 néanmoins comme inconvénient l'exclusion des quelques émissions régionales de France 3 et de M6, émises par satellite en version nationale.

- Installation de réémetteur

Cas ultime, si une grande partie du territoire est touchée, l'installation d'un réémetteur à proximité des sites problématiques s'impose. Pour cela, une étude réalisée par l'ANFR devra démontrer la faisabilité de cette installation.

Concrètement, dès la mise en service du parc éolien, un cahier de doléance sera placé en mairie afin que tout riverain puisse constater par écrit une perturbation nouvelle au niveau de la réception audiovisuelle dans le village et ses environs. Chaque riverain pourra également contacter directement le chargé d'exploitation du parc afin de lui signifier l'existence d'un trouble.

Dans les meilleurs délais, la société s'engage à établir l'existence ou l'absence d'un lien de causalité entre le dysfonctionnement constaté et la mise en service du parc.

Le cas échéant, la société s'engage à mettre un terme au trouble dans les meilleurs délais, notamment par le biais d'aménagements ponctuels : réorientations de l'antenne, installation d'une parabole etc...

Le cahier de doléances permettra, par ailleurs de bénéficier d'un éclairage quant à l'ampleur de l'impact généré sur le système de réception audiovisuel pour les riverains. Cela permettra notamment de décider, si nécessaire, de la mise en place d'une solution globale permettant de solutionner la problématique : l'installation d'un réémetteur TNT.

L'ensemble des frais occasionnés par les interventions susvisés seront à la charge de la société Ferme Éolienne de Grattepanche.

H.6 - MESURES POUR LE PATRIMOINE

Des éléments d'intérêt archéologiques sont susceptibles d'être découverts durant les travaux.

Le Préfet décidera, lors de l'instruction, s'il y a lieu ou non d'effectuer un diagnostic archéologique sur les parcelles concernées par le projet d'implantation.

Du fait de la faible sensibilité du site en termes de patrimoine, aucune mesure particulière ne se justifie pour le projet.

H.7 - 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. 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 éviter ou réduire un certain nombre d'impacts. Celles-ci ont déjà été développées précédemment dans le dossier.

H.7.1 - MESURES PRÉVENTIVES CONCERNANT LES ÉOLIENNES

H.7.1.1 - Cohérence d'ensemble

Les machines seront toutes du même modèle, de même taille et de même teinte.

H.7.1.2 - 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.

Le choix de couleurs est détaillé au chapitre "B.2.3.7 - Couleur des éoliennes", page 22.

H.7.1.3 - 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 ce type d'éolienne 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.

H.7.2 - MESURES CONCERNANT LES POSTES DE LIVRAISON

Les transformateurs seront intégrés dans les éoliennes, à l'intérieur des nacelles, et n'auront donc aucun impact visuel.

Le poste de livraison n'aura qu'un impact très limité sur le paysage (sans comparaison avec l'impact des éoliennes).

De plus, le choix du parti d'aménagement de ce poste 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 suivante).



Figure 165 : Poste de livraison type

H.7.3 - MESURES CONCERNANT LE RACCORDEMENT ÉLECTRIQUE

Pour éviter tout impact paysager lié à la présence de nouvelles lignes électriques aériennes, la Ferme Éolienne de Grattepanche s'est engagée 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.

H.8 - SYNTHÈSE ET ESTIMATION DU COÛT DES MESURES RÉDUCTRICES, COMPENSATOIRES ET COMPLÉMENTAIRES

Les principales mesures d'évitement, de réduction, de compensation et d'accompagnement sont reprises sur la carte en Figure 166.

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. Les coûts annuels sont multipliés par la durée de vie théorique du parc, soit 20 ans.

Il est toutefois 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).

Synthèse des enjeux du site	Synthèse des effets potentiels du projet sans mesure	Mesures									
		ÉVITEMENT - RÉDUCTION				COMPENSATION - ACCOMPAGNEMENT				Évaluation des impacts résiduels	Coût estimé des mesures (€)
		Mesure d' <u>évite</u> ment	Mesure de <u>réduct</u> ion	Modalités de réalisation des mesures d'évitement et de réduction	Évaluation des impacts résiduels	Mesure de <u>compens</u> ation	Mesure d' <u>accompagne</u> ment et de <u>suivi</u>	Modalités de réalisation des mesures de compensation, d'accompagnement et de suivi			
Enjeux hydrauliques faibles	Création de surfaces imperméabilisées susceptible de générer des ruissellements supplémentaires Traversée de 2 fossés	Implantations éloignées des axes de ruissellement Busage de 2 fossés pour éviter d'y interrompre les écoulements	Réduction au maximum des surfaces des plates-formes et des linéaires des chemins créés	Suivi régulier et entretien des busages	Négligeable	-	-	-	Négligeable	Busages : 100 € / ml x 120 ml 12 000 €	
Plusieurs sites d'intérêt écologique (sites Natura 2000, ZNIEFF) dans l'aire d'étude éloignée.	Emprise au sol : destruction potentielle de milieux Rotors susceptibles d'interférer avec la faune volante En phase travaux : dérangement temporaire	S'éloigner des sites concernés	-	-	Négligeable	-	-	-	Négligeable	-	

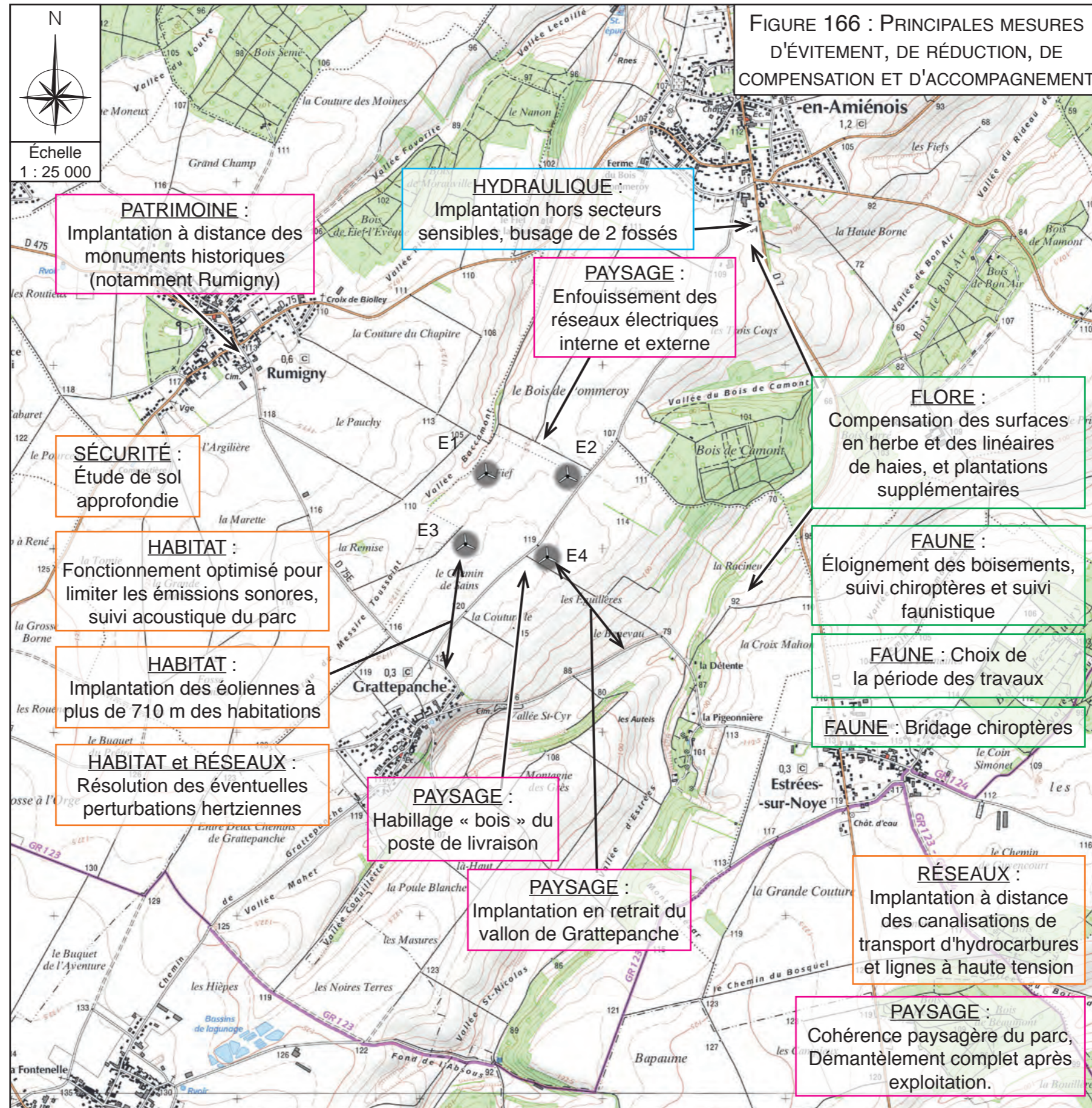
Synthèse des enjeux du site	Synthèse des effets potentiels du projet sans mesure	Mesures									
		ÉVITEMENT - RÉDUCTION				COMPENSATION - ACCOMPAGNEMENT				Évaluation des impacts résiduels	Coût estimé des mesures (€)
		Mesure d'évitement	Mesure de réduction	Modalités de réalisation des mesures d'évitement et de réduction	Évaluation des impacts résiduels	Mesure de compensation	Mesure d'accompagnement et de suivi	Modalités de réalisation des mesures de compensation, d'accompagnement et de suivi			
Intérêt écologique des espaces cultivés (plutôt faible)	Prélèvement d'emprise et suppression de haies	Implantation en secteur cultivé, à moindre enjeu écologique	Réduction du nombre de machines Réduction au maximum des surfaces des plates-formes et des linéaires des chemins créés	-	Faible	Compensation par jachère sur 3000 m ² des surfaces enherbées prélevées Compensation x3 des linéaires de haies supprimés, soit 300 ml	Engagement des propriétaires concernés pour la durée de vie du parc Contrôle de la reprise de ces plantations après 1 an, 4 ans puis 10 ans. Plantation de 250 ml de haies et 750 m ² de bois (accords en attente)	-	Faible	<u>jachères</u> : 30 000 € (1500 € par an) <u>haies</u> : 12 000 € (40 € / ml x 300 ml) <u>haies</u> : 10 000 € (40 € / ml x 250 ml) <u>bois</u> : 37 500 € (50 € / m ² x 750 m ²)	
Site susceptible d'être fréquenté par la faune volante.	Machines de grande taille : susceptibles d'interférer avec les voies de migration, Gêne potentielle pour les déplacements, Risque de collision	Implantation des éoliennes en dehors des axes majeurs de migration	Espacer suffisamment les éoliennes de manière à permettre d'éventuels passages au sein du parc	-	Faible	-	-	-	Faible	-	
Plusieurs espèces remarquables, sensibles au dérangement en période de nidification nichent dans les openfields et dans les zones bocagères proches de la zone du projet Nidification proche de Busard cendré et de Busard Saint-Martin	Effarouchement ou dérangement potentiel lors des travaux	Calendrier des travaux adapté Suppression des milieux attractifs aux abords des éoliennes Zones de nidification des busards évitées	-	-	Faibles	-	Sauvegarde des nichées de busards Suivi ornithologique	-	Faible	<u>Sauvegarde des nichées de busards</u> : 100 000 € (5000 € par an)	

Synthèse des enjeux du site	Synthèse des effets potentiels du projet sans mesure	Mesures								
		ÉVITEMENT - RÉDUCTION				COMPENSATION - ACCOMPAGNEMENT			Évaluation des impacts résiduels	Coût estimé des mesures (€)
		Mesure d' <u>évitement</u>	Mesure de <u>réduction</u>	Modalités de réalisation des mesures d'évitement et de réduction	Évaluation des impacts résiduels	Mesure de <u>compensation</u>	Mesure d' <u>accompagnement</u> et de <u>suivi</u>	Modalités de réalisation des mesures de compensation, d'accompagnement et de suivi		
Fréquentation du site et ses abords par des chiroptères	<p>Risque de collision d'individus avec les pales en mouvement dans les secteurs à enjeux</p> <p>Les interstices des nacelles et des mâts sont susceptibles d'intéresser les chiroptères comme abris, induisant une augmentation de la fréquentation de leurs abords, donc le risque de collision.</p> <p>L'éclairage crépusculaire et nocturne de l'entrée et des abords des éoliennes est susceptible d'attirer les proies des chiroptères (insectes volants), induisant une augmentation de la fréquentation de leurs abords, et donc du risque de collision.</p>	<p>Éoliennes éloignées des bois et bosquets,</p> <p>Mise en place de grilles ou brosses au niveau des interstices des nacelles et des tours afin d'éviter l'intrusion des chiroptères.</p>	<p>Suppression des lumières autres que le balisage (spot au-dessus de la porte d'entrée de l'éolienne)</p>	<p>Dès la mise en service du parc, et durant toute la phase d'exploitation.</p> <p>Si les chiroptères pénètrent dans les tours et les nacelles malgré ces dispositifs, la société d'exploitation s'engage à les remplacer par des dispositifs plus adaptés.</p>	Non significatifs	-	-	-	Non significatifs	<p><u>Bridage</u> :</p> <p>1 448 000 €</p> <p>(coût annuel estimé à 2 % de la production, hypothèse 60€/MWh : 72 400)</p>
Fréquentation du site et ses abords par des oiseaux et des chiroptères	Modification potentielle du comportement de ces espèces	-	-	-	-	-	<p>Suivi comportemental ornithologique et chiroptérologique,</p> <p>Suivi de mortalité</p>	<p>Suivi de mortalité selon le "Protocole de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres" de 2018.</p>	-	<p><u>suivis</u> :</p> <p>60 000 €</p>

Synthèse des enjeux du site	Synthèse des effets potentiels du projet sans mesure	Mesures								
		ÉVITEMENT - RÉDUCTION				COMPENSATION - ACCOMPAGNEMENT			Évaluation des impacts résiduels	Coût estimé des mesures (€)
		Mesure d'évitement	Mesure de réduction	Modalités de réalisation des mesures d'évitement et de réduction	Évaluation des impacts résiduels	Mesure de compensation	Mesure d'accompagnement et de suivi	Modalités de réalisation des mesures de compensation, d'accompagnement et de suivi		
Présence potentielle de vestiges archéologiques (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	-	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	-	-	-	-	Aucun	-
Activité agricole	Prélèvement d'emprise (limitée à la durée de vie du parc)	En fin de chantier : • suppression de 2330 m ² de chemins temporaires, • restitution de 4560 m ² de terres cultivées dédiées au stockage au sol temporaire des pales	Réduction à 4 du nombre de machines Réduction au maximum des surfaces des plates-formes et des linéaires des chemins créés	-	Faible	Perte de revenu foncier lié à l'activité agricole largement compensée par les retombées fiscales du projet Renforcement de l'intérêt écologique d'autres secteurs (plantations et mise en jachère, voir plus haut).	-	-	Faible	-
Secteurs habités à plus de 710 m	Potentiellement, à proximité : nuisances acoustiques, visuelle... imposant une distance minimale de 500 m entre zones urbanisables et éoliennes. Perturbations possible de la réception TV	Éloignement des habitations et des zones urbanisables pour l'habitat	Bridage des machines en période nocturne afin de respecter les seuils acoustiques réglementaires. Perte d'environ 3,1%. Profilé en peigne (TES) des bords de fuite pour limiter les bruits émis	Implantation à plus de 710 m des habitations	Faible	- Résolution des éventuelles perturbations hertziennes dès leur constatation	Suivi acoustique en phase d'exploitation	Vérification de l'émergence sonore à la mise en service du parc 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.	Négligeable	Profilés en peigne : 60 000 € bridage acoustique : 2 210 000 € (annuel : 110 500 €) suivi acoustique : 10 000 €

Synthèse des enjeux du site	Synthèse des effets potentiels du projet sans mesure	Mesures								
		ÉVITEMENT - RÉDUCTION				COMPENSATION - ACCOMPAGNEMENT			Évaluation des impacts résiduels	Coût estimé des mesures (€)
		Mesure d' <u>évite</u> ment	Mesure de <u>rédu</u> ction	Modalités de réalisation des mesures d'évitement et de réduction	Évaluation des impacts résiduels	Mesure de <u>compensation</u>	Mesure d' <u>accompagne</u> ment et de <u>suivi</u>	Modalités de réalisation des mesures de compensation, d'accompagnement et de suivi		
Site traversé de routes et de chemins	En cas de gel, risque de projection de glace	-	Panneaux d'information au pied des machines	Durant toute la phase d'exploitation	-	-	-	-	Faible	2 000 €
Grand paysage, Paysage local perçu depuis : • les axes routiers proches ou traversant le site, • les hameaux et villages proches...	Machines de grande hauteur, susceptibles d'être visibles de loin Balisage lumineux obligatoire	Éloignement des sites d'intérêt paysager Recul par rapport au vallon de Grattepanche	Cohérence paysagère du parc, choix du modèle et de la couleur de l'éolienne, synchronisation des balises lumineuses des éoliennes	Les machines seront toutes du même modèle	Fort jusqu'à 1,5 km, Modéré jusqu'à 10,3 km, Faible au delà	-	Mesure réglementaire : Démantèlement des fondations et éoliennes après exploitation	Suivant modalités de l'article 1 de l'arrêté du 26/08/2011	Après édification : Impact fort du projet jusqu'à 1,5 km, Réduction de l'impact paysager local lié à l'enfouissement de lignes Après démantèlement : Impact nul	<u>Enfouissement des lignes</u> : 272 000 € <u>Démantèlement</u> : 320 506 €
	13,6 kilomètres de lignes électriques entre les éoliennes, le poste de livraison et le poste source.	Enfouissement du raccordement interne et externe du parc		En phase travaux, l'ouverture des tranchées, la mise en place des câbles et la fermeture des tranchées seront opérés en continu, à l'avancement.						
Paysage local rural	Implantation du poste de livraison	-	Les façades seront composées d'un bardage bois rustique	-	Faible	-	-	-	Faible	6 000 €
Lieux de vie, milieu naturel, ressource en eau...	Incidences du chantier : anticipées (trafic routier, engins de chantier sur le site...) ou potentielles (pollutions accidentelles...) à limiter	-	Mesures de suivi de chantier	Durant le chantier	Faible	-	-	-	Faible	2 000 €
									Coût total estimé (intégrant les manques à gagner acoustique et chiroptères, hors démantèlement)	4 271 500 €

Thèmes concernés : ● Hydrologie ● Milieu naturel ● Activités / Santé ● Patrimoine et paysage



I - ÉTUDE DE DANGERS

I.1 - PRÉAMBULE

L'étude de dangers est définie par le Code de l'Environnement, à l'article D181-15-2 (III) : *L'étude de dangers justifie que le projet permet 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.*

Le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement [...].

L'étude de dangers est incluse dans l'autorisation environnementale lorsque celle-ci concerne une ICPE.

La description du projet et de l'état actuel du territoire sont communs à l'étude d'impact dans le présent dossier de demande d'autorisation environnementale. Les enjeux particuliers liés à la présence de public et de réseaux y sont développés.

I.2 - 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 la base du modèle d'éolienne retenu, la N149, de 180 m de haut, de 149 m de diamètre de rotor, et un moyeu à 105 m (voir aussi "B.2.3 - Description détaillée du projet et des éoliennes utilisées", page 20).

I.3 - 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 toutefois la présence d'huiles de lubrification dans les machines et l'utilisation d'autres produits chimiques lors de la maintenance. On note parmi les principaux éléments chimiques présents (voir le tableau en page suivante) :

- le liquide de refroidissement (eau glycolée),
- les huiles pour le système hydraulique,
- les graisses pour la lubrification des roulements,
- l'huile isolante pour le transformateur.

Les huiles, les graisses et l'eau glycolée ne sont pas des produits inflammables. Les huiles et les graisses 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. Cependant, conformément à l'article 16. de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations d'éoliennes soumises à autorisation, aucun produit inflammable ou combustible n'est stocké dans les aérogénérateurs ou

les postes de livraison, ils ne sont amenés dans l'éolienne que pour les interventions et le surplus est repris en fin d'opération.

Le tableau de la page suivante synthétise les dangers liés aux produits présents dans les machines à partir de la fiche de données de sécurité¹ de chacun d'entre-eux. Ces dangers 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,
- les conditions de stockage ou de mise en œuvre.

1 : 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, où ils entretiennent et alimentent cet incendie, ou s'ils sont déversés dans l'environnement générant un 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, il forme une nappe qui s'évapore plus ou moins vite selon les caractéristiques du milieu sur lequel elle s'étend.

Étant donné le point éclair² élevé de ces huiles, elles s'enflamment difficilement. Cependant, un feu de nappe ou un feu de flaque ne peut être écarté.

2 : Température à partir de laquelle un liquide peut s'enflammer au contact d'une source de chaleur

Dangers liés aux produits présents dans les machines

Produits	Fonction	Quantités maximales stockées ou utilisées	Principaux dangers	Indications particulières	Point éclair (°C)	Code déchet
MOBILGEAR OGL 461 (graisse lubrifiante)	Graissage des roues dentées	faible (non défini précisément)	Irritant (X)	R38 - Irritant pour la peau, Risque de lésions oculaires graves R41 - Incompatibilités : éviter le contact avec les oxydants forts comme le chlore liquide et l'oxygène concentré	> 204 °C	13 02 05
MOBILGEAR SHC 460	Transmission d'orientation	24 litres	-	-	240 °C	13 02 06
	Arbre de renvoi	6 litres				
MOBILITH SHC 460	Graissage du palier d'orientation (à roulements, distributeur automatique de graisse)	faible (non défini précisément)	-	-	204 °C	
MOBILTAC 81	Graissage du palier à roulements	faible (non défini précisément)	-	-	> 204 °C	
RENOLIN PG 220 (lubrifiant)	Frein hydraulique	5 litres	Dangereux pour l'environnement (N)	R52 - Nocif pour les organismes aquatiques R53 - Peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique	240 °C	
RENOLIN PG 46						
RENOLIN UNISYN CLP 220 (lubrifiant)	Huile d'engrenage,	15 litres	Dangereux pour l'environnement (N)	R53 - Peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique	260 °C	
	Transmissions d'orientation					
	Arbre de renvoi					
Klüberplex BEM 41-141 (Grasse)	Graissage des roues dentées	faible (non défini précisément)	-	-	> 250 °C	12 01 12
	Graissage du palier d'orientation					
	Graissage du palier à roulements (distributeur automatique de graisse)					
Shell Diala D getr (huile isolante)	Transformateur	1800 litres	-	-	145 °C	

Source : Fiches de données de sécurité. 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.

I.4 - POTENTIELS DE DANGERS LIÉS AUX PROCÉDÉS

Les tableaux suivants 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...).

I.4.1 - POTENTIELS DE DANGERS LIÉS AUX CONDITIONS D'EXPLOITATION

Les potentiels de dangers liés aux conditions d'exploitation sont identifiés dans le tableau suivant.

Équipement / Installation	Phase opératoire	Principaux phénomènes dangereux associés
Mât : • Tour • Équipements électriques situés dans le mât	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 pales / 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

I.4.2 - POTENTIELS DE DANGERS LIÉS AUX PERTES D'UTILITÉS

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

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

Utilité	Fonction	Type de défaillance	Événement redouté
Électricité Notons que 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 pas d'impact sur la sécurité ou la santé des personnes fréquentant le site (voir aussi la partie "B.2.5 - Liaison électrique Inter éoliennes et raccordement au poste de livraison", page 28) et dossier de demande d'approbation A323-40.	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	Contrôle des équipements	Perte des systèmes informatiques	Non-fonctionnement d'équipements d'exploitation Dysfonctionnements latents d'équipements de sécurité
	Transmission des données	Perte du système SCADA (Supervisory control data and acquisition)	Perte du transfert des informations et défauts

I.5 - POTENTIELS DE DANGERS LIÉS AUX ÉVÉNEMENTS EXTERNES AUX PROCÉDÉS

Potentiel de dangers	Description des dangers
Conditions climatiques exceptionnelles	<p>Température</p> <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.</p> <p>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 glaces 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>
	<p>Pluie</p> <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. Ce risque est limité dans le secteur.</p>
	<p>Neige et glace</p> <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"> • rupture des structures, due à une charge trop importante, • courts-circuits par dépôts de neige, • perte de visibilité des pales. <p>Par les surcharges qu'il apporte aux toitures, l'enneigement peut provoquer leur effondrement si elles ne sont pas suffisamment dimensionnées.</p> <p>En raison de la forme aérodynamique de la nacelle, le risque d'accumulation de neige est limité.</p> <p>Risque d'accumulation de neige sur les pales.</p>

Potentiel de dangers	Description des dangers
Conditions climatiques exceptionnelles	<p>Vents violents</p> <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>
	<p>Foudre</p> <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"> • les effets thermiques pouvant être à l'origine : <ul style="list-style-type: none"> - 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, - de dommages aux structures et construction, • 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, • les effets électriques pouvant induire des différences de potentiel. <p>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 de dégâts. 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"> • 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." • 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. <p>Le secteur étudié présente une exposition faible au risque foudre avec une densité de foudroiement de l'ordre de 0,5 à 1,0 impact par an par km².</p>

Potentiel de dangers	Description des dangers
Dangers externes d'origine non naturelle	<p>Activités industrielles voisines</p> <p>Un accident sur les installations industrielles voisines (incendie, explosion, projection) pourrait être à l'origine de dégradations des éoliennes.</p> <p>Des projections ou des surpressions 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.</p> <p>On ne trouve que 2 installation classée soumise à autorisation ou enregistrement à moins de 2 km du projet, des bâtiments d'élevage.</p>
	<p>Activités humaines</p> <p>Parachute, parapente,... Un choc sur les pales des éoliennes pourrait causer un endommagement de ces dernières.</p>
	<p>Réseau de canalisations de gaz / autres produits</p> <p>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.</p> <p>Aucune canalisation n'est toutefois présente à proximité du projet.</p>
	<p>Voies de communication : voies ferroviaires, routières et transport maritime</p> <p>Un accident routier / ferroviaire / maritime peut agresser les installations en raison d'un impact ou choc de véhicule sur le mât d'une éolienne et d'un accident sur des camions / wagons de matières dangereuses (incendie, explosion,...).</p> <p>Les routes départementales (RD 7 et RD 75), qui sont les axes routiers les plus fréquentés dans le secteur, sont distantes de plus de 1,0 km des éoliennes du projet.</p> <p>Transport aérien : Sous réserve que les éoliennes soient implantées à une distance supérieure à 2 km des aérodromes, le site n'est pas considéré comme se trouvant dans la zone de proximité d'un aérodrome, 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).</p> <p>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.</p>

Potentiel de dangers	Description des dangers
Dangers externes d'origine naturelle	<p>Réseau électrique</p> <p>Une perte du réseau électrique est étudiée au chapitre "I.8 - Analyse préliminaire des risques", page 502.</p>
	<p>Malveillance</p> <p>Les installations peuvent faire l'objet de tentatives éventuelles d'intrusions ou d'actes de malveillance : vols (cuivre), sabotage, etc., pouvant provoquer des incidents mineurs sur les installations (porte dégradée,...) et des risques d'électrocution.</p> <p>Conformément à l'Annexe IV de l'arrêté du 10 mai 2000 relatif à la prévention des accidents majeurs, les actes de malveillance ne sont pas considérées comme événements initiateurs potentiels dans l'analyse des risques présentée au chapitre "I.8 - Analyse préliminaire des risques".</p>
Maintenance et extension du parc éolien	<p>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.</p> <p>Ces activités sont considérées comme des événements initiateurs potentiels dans l'analyse des risques présentée au chapitre "I.8 - Analyse préliminaire des risques".</p>

I.6 - RÉDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS

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

- Suppression des procédés et des produits dangereux, 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.

I.6.1 - 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 d'au moins 500 m par rapport aux zones urbanisées (710 m dans notre cas) et urbanisables,
- éloignement des canalisations de gaz, des routes à fort trafic et des lignes électriques haute tension (aucune à proximité).

I.6.2 - 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 (système hydraulique, générateur...) permettant de détecter les éventuelles fuites d'huile et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence.

Les éoliennes Nordex étant dotées d'une boîte de vitesse, les opérations de vidange 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.

I.7 - 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.

Précisons 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.

I.7.1 - INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE

I.7.1.1 - 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 base de données mises en place par des associations :

- Rapport du Conseil Général des Mines (juillet 2004),
- Base de données ARIA du Ministère du Développement Durable¹,
- Communiqués de presse du SER-FEE et / ou des exploitants éoliens,
- 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.

¹ : La base ARIA (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents) du BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles – Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire) recense et analyse les accidents et incidents, survenus en France, depuis le 1^{er} janvier 1992 (date de création du BARPI). Les événements les plus graves qui ont pu se produire avant 1992 sont également répertoriés (6 % des accidents français ou étrangers recensés dans ARIA sont antérieurs à 1988).

I.7.1.2 - Inventaire

Sur la période 2000 - début 2012, un total de 40 incidents ont été recensés par l'Ineris en France. À ce recensement, nous avons ajouté les derniers événements connus jusqu'en 2018 (tableau en page suivante). Il en ressort que les aérogénérateurs accidentés sont principalement des modèles anciens ne bénéficiant généralement pas des dernières avancées technologiques.

Le graphique suivant (Figure 167) 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.

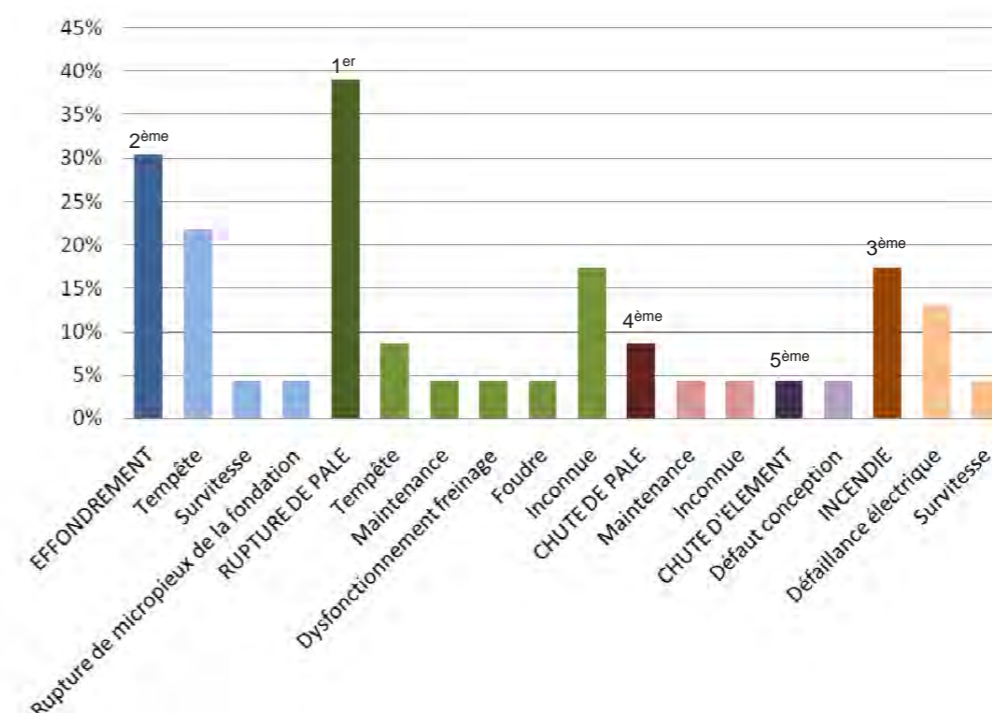


Figure 167 : Répartition des événements accidentels (en majuscule et couleur foncées) et de leurs causes premières (en minuscule et couleur claires) sur le parc d'aérogénérateurs français entre 2000 et 2011

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 la principale cause 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) mise en service en 1993 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) d'une éolienne (Windmaster WM43/750) installée en 1998.	X							Non connues.
01/02/2002 59 - WORMHOUT	SER - FEE	Bris d'hélice et mât plié (Turbowinds T400-34, mise en service en 1997).	X	X						Tempête.
01/07/2002 11 - PORT LA NOUVELLE	SER - FEE	Grave électrisation avec brûlures d'un technicien sur un parc (éolienne : Gamesa G47) datant de 2000 (ne concerne pas directement l'étude de dangers).							X	Lors de mesures pour caractériser la partie haute d'un transformateur 690 V / 20 kV 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 (2002) 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) montée en 1998.	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 haute de 60 m, inaugurée en mai 2002, se brise durant la nuit en entraînant la chute de sa génératrice et des pales du rotor. Les pales de 25 m sont retrouvées sur la plage.	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 depuis 1996 (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, mise en service en 2001).	X							Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage).
2004 11 - ESCALES CONILHAC	SER - FEE	Bris de trois pales d'une éolienne (Jeumont J48/750) montée en 2003.	X							Non connues.
22/12/2004 26 - MONTJOYER	BARPI N°29385	Bris des trois pales et début d'incendie sur une éolienne de 750 kW (Jeumont J48/750) mise en service en 2004 (survitesse de plus de 60 tr/min).	X			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, mise en service en 1997).	X							Non connues.
08/10/2006 29 - PLEYBER CHRIST Site du Télégraphe	SER - FEE	Chute d'une pale de 20 m pesant 3 tonnes d'une éolienne (Windmaster WM28/300) datant de 2004.	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 pied de mât qui s'est propagé jusqu'à la nacelle.				X				Acte de malveillance / incendie criminel.

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)
03/12/2006 59 - BONDUES	SER - FEE	Sectionnement du mât, puis effondrement d'une éolienne installée en 2005 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 d'éoliennes mises en service en 2005.	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, mise en service en 2005).	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) d'une éolienne (Siemens SWT 1.3) montée en 2007.			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	Une éolienne (Windmaster WM28/300) installée en 2002 devient incontrôlable. Un arrêté est pris par la municipalité pour établir un large périmètre de sécurité autour de l'installation et interdire les accès piéton et la circulation. L'une des pales de 12,5 m de long a commencé à se plier, risquant de frotter contre le mât.						X		Endommagement du dispositif d'arrêt automatique des pales suite à des coupures de courant dues à des vents de tempête.
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 (Enercon E66/2000) pour inspection.						X		Mauvaise météo, conditions de vol difficiles (sous le plafond des 1000 mètres imposé pour le survol de la zone) 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, installée en 2007).	X							Foudre + défaut de pale.
28/08/2008 80 - VAUVILLERS	SER - FEE	Incendie de la nacelle d'une éolienne (Vestas V80/2000) montée en 2006.				X				Problème au niveau d'éléments électroniques.
26/12/2008 55 - RAIVAL	SER - FEE	Chute de pale (Gamesa G90, mise en service en 2007).	X							Non connues.
26/01/2009 02 - CLASTRES	BARPI N°35814	Deux techniciens sont électrisés et gravement brûlés lors de la maintenance de compteurs électriques implantés au 1 ^{er} niveau d'une éolienne (Neg-Micon NM92). Les 2 employés portaient leur harnais de sécurité et les compteurs étaient accessibles par un escalier extérieur (ne concerne pas directement l'étude de dangers).							X	Accident électrique (explosion d'un convertisseur).
08/06/2009 84 - BOLLENE	SER - FEE	Bout de pale, d'une éolienne mise en service en 2009, ouvert.						X		Coup de foudre sur la pale.
21/10/2009 85 - FROIDFOND	SER - FEE	Incendie de la nacelle d'une éolienne (Gamesa G80/2000) installée en 2006.				X				Probablement un court-circuit dans transformateur sec embarqué en nacelle.
30/10/2009 07 - FREYSSENET	BARPI N°37601	Feu au sommet du rotor d'une éolienne (Vestas V80/2000) de 70 m de haut, mise en service en 2005. 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 de loin. Risque de détachement des pales : le lieu est sécurisé et la circulation interrompue sur la route proche pendant une semaine. Le réseau électrique des 7 éoliennes du parc est coupé, empêchant le fonctionnement des signaux lumineux préventifs pour les aéronefs.				X				Probablement un court-circuit faisant suite à une 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)
30/05/2010 11 - PORT LA NOUVELLE	SER - FEE	Effondrement d'une éolienne (Vestas V25) installée en 1991.		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.
19/09/2010 26 - MONTJOYER	SER - FEE	Emballement de deux éoliennes (Jeumont J48/750) mises en service en 2004 et incendie des nacelles.				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.
05/01/2012 62 - WIDEHEM	Article de presse (Voix du Nord, 06/01/12)	Des fragments et bris de pale d'une éolienne, mise en service en 2000, ont été projetés jusqu'à 380 m. Aucun blessé et aucun dégât matériel en dehors de l'éolienne.	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	
11/04/2012 11 - SIGEAN	BARPI N°43841	Impact sur le mât et projection à 20 m d'un débris de pale long de 15 m.	X							Foudre
18/05/2012 28 - FRESNAY-L'ÉVÊQUE	BARPI N°42919	Oscillation anormale d'un aérogénérateur de 2 MW installé en 2008, provoquant sa mise à l'arrêt. Une pale (9 tonnes, 46 m) est retrouvée au pied de l'installation (rupture du roulement qui raccordait la pale au hub).	X							Corrosion résultant 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

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)
01/11/2012 15 - VIEILLESPESE	BARPI N°43120	Un élément de 400g 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	Feu sur une éolienne de 660 kW, déclaré en partie basse (transformateur ou armoire basse tension) et propagé à la nacelle via les câbles électriques. Des projections incandescentes enflamment 80 m² de garrigue environnante. 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.				X				Dysfonctionnement transformateur ou armoire basse tension Mauvaise tenue au feu des câbles
06/03/2013 11 - CONILHAC-DE-LA-MONTAGNE	BARPI N°43576	À la suite d'un défaut de vibration, une éolienne se met automatiquement à l'arrêt. Une pale qui a percuté le mât est retrouvée au sol.	X							Défaut de fixation
17/03/2013 51 - EUVY	BARPI N°43630	Feu dans la nacelle d'une éolienne. 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.	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. La survenue de l'accident malgré un dispositif d'alerte amène l'exploitant à repenser la procédure d'alimentation de l'accumulateur de gaz dans la configuration exigüe de la nacelle d'éolienne.							X	
03/08/2013 56 - MOREAC	BARPI N°44197	Fuite de 270 l d'huile hydraulique lors d'une intervention de maintenance 80 m² de sol pollué, 25 t de terres sont excavées.							X	Fuite
09/01/2014 08 - ANTHENY	BARPI N°44831	Feu dans la nacelle d'une éolienne du parc de 5 machines. Mise en place d'un périmètre de 300 m autour du sinistre, mise en sécurité de la machine par les responsables du site. Les éoliennes (NORDEX N100 - 2,5 MW) avaient été installées en août 2013.				X				
20/02/2014 11 - SIGEAN	BARPI N°44870	Chute d'une pale de 20 m. Un périmètre de sécurité de 100 m est établi autour de l'éolienne. Les autres machines du parc sont inspectées puis redémarrées. La pale endommagée sera remplacée.	X							Défaillance matérielle de l'anneau de jonction des pales aux rotors
14/11/2014 07 - SAINT-CIRGUES-EN-MONTAGNE	BARPI N°45960	Chute d'une pale et projection de débris à 150 m lors d'un orage avec des rafales de vent atteignant les 130 km/h.	X							Orage
05/12/2014 11 - FITOU	BARPI N°46030	Chute à 80 m d'une extrémité de 3 mètres d'une pale. Incident probablement dû à une défaillance matérielle ou à un décollement sur les plaques en fibre de verre.						X		Défaillance matérielle
29/01/2015 02 - REMIGNY	BARPI N°46304	Feu dans une éolienne en phase de test. Un défaut d'isolation au niveau des connexions des conducteurs de puissance serait à l'origine du sinistre.				X				Défaillance matérielle
06/02/2015 79 - LUSSERAY	BARPI N°46237	Feu 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				

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)
24/08/2015 28 - SANTILLY	BARPI N°47062	Feu 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.				X				
10/11/2015 55 - MÉNIL-LA-HORGNE	BARPI N°47377	Chute du rotor d'une éolienne (Senvion MD 77, en service depuis 2007), écrasant le transformateur.	X		X					Défaut de fabrication arbre lent
07/02/2016 11 - CONILHAC-CORBIÈRES	BARPI N°47675	Rupture d'aérofrein	X							Défaillance matérielle
08/02/2016 29 - DINEAULT	BARPI N°47680	Une éolienne installées en juin 1999 perd deux pales lors d'une tempête. Une des pales s'est retrouvée en lambeaux avec des projections sur plusieurs dizaines de mètres.	X							Tempête
07/03/2016 22 - CALANHEL	BARPI N°47763	La pale d'une éolienne d'un parc de 11 machines se détache et s'écrase au sol.	X							Défaillance matérielle
18/08/2016 60 - DARGIES	BARPI N°48471	De la fumée s'échappe de la nacelle				X				Défaillance électrique
27/02/2017 55 - LAVALLÉE	BARPI N°49359	Rupture de pale (rayon concerné : 200 m) après détection de vent fort et détection de vibrations						X		Orage, rafale de vent extrême
27/02/2017 79 - TRAYES	BARPI N°49374	Chute d'un fragment de pale ; projection de fragments jusqu'à 150 m	X							Défaillance matérielle (fabrication)
06/06/2017 28 - ALLONNES	BARPI N°49746	Feu dans la nacelle d'une éolienne. La nacelle et le rotor sont totalement calcinés.				X				Défaut des condensateurs du boîtier électrique, situé dans la nacelle
08/06/2017 16 - AUSSAC-VADALLE	BARPI N°49768	Une partie d'une pale d'une éolienne chute au sol. Les débris sont tombés dans une zone de 50 à 100 m du mât.	X							Foudre
24/06/2017 62 - CONCHY-SUR-CANCHE	BARPI N°49902	Chute d'une pale sans cause extérieure connue (rayon concerné : 20 m)	X							Défaillance matérielle
17/07/2017 76 - FECAMP	BARPI N°50291	Un aérofrein se détache d'une pale d'éolienne.	X							Défaillance matérielle (la chute de l'aérofrein est due au desserrage d'une vis anti-rotation)
05/08/2017 02 - PRIEZ	BARPI N°50148	Une pale d'éolienne se brise en son milieu et tombe au sol.	X							
08/11/2017 27 - ROMAN	BARPI N°50694	Le carénage de la pointe de la nacelle d'une éolienne est tombé au sol.							X	La chute du carénage est due à un défaut d'assemblage de ses boulonnages
01/01/2018 85 - BOUIN	BARPI N°50913	Chute d'une éolienne de 80 m de mât, sectionnée à 5 m de hauteur lors du passage de la tempête Carmen		X						Tempête et défaillance matérielle
04/01/2018 55 - NIXEVILLE-BLERCOURT	BARPI N°50905	L'extrémité d'une pale de 2 MW se rompt. Un morceau de 20 m chute au sol. Les morceaux les plus éloignés sont ramassés à 200 m.	X							Orage, rafale de vent extrême
06/02/2018 11 - CONILHAC-CORBIÈRES	BARPI N°51122	Rupture d'aérofrein	X							Défaillance matérielle

1.7.2 - INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS À L'INTERNATIONAL

Un inventaire des incidents et accidents à l'international a également été réalisé. Il se base lui aussi sur le retour d'expérience de la filière éolienne fin 2010. La synthèse ci-dessous provient de l'analyse de la base de données réalisée par l'association Caithness Wind Information Forum (CWIF).

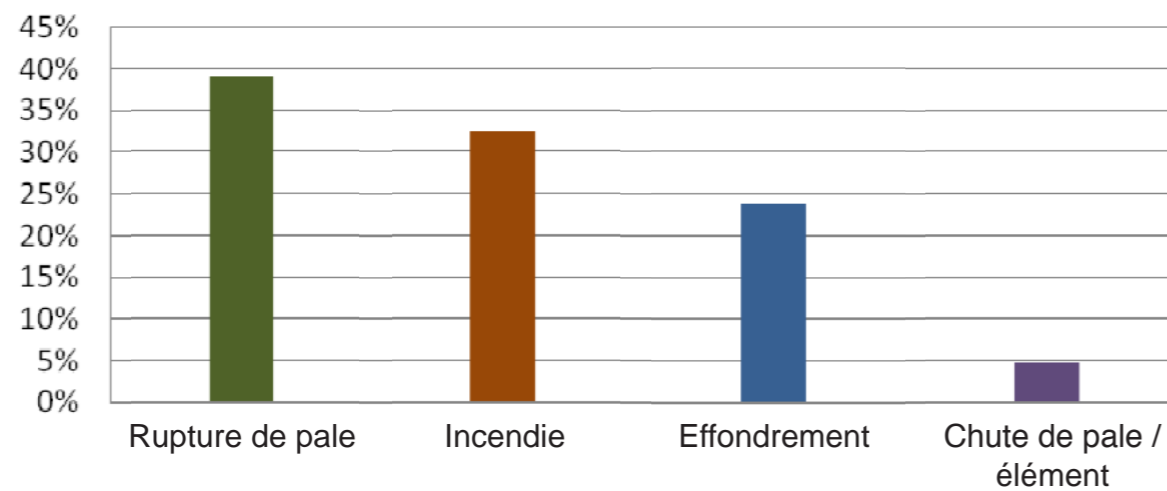
Sur les 994 accidents décrits dans la base de données au moment de sa consultation, seuls 236 sont considérés comme des « accidents majeurs ». Les autres concernant plutôt des accidents du travail, des presque-accidents, des incidents (...) ne sont donc pas pris en compte dans l'analyse suivante.

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.

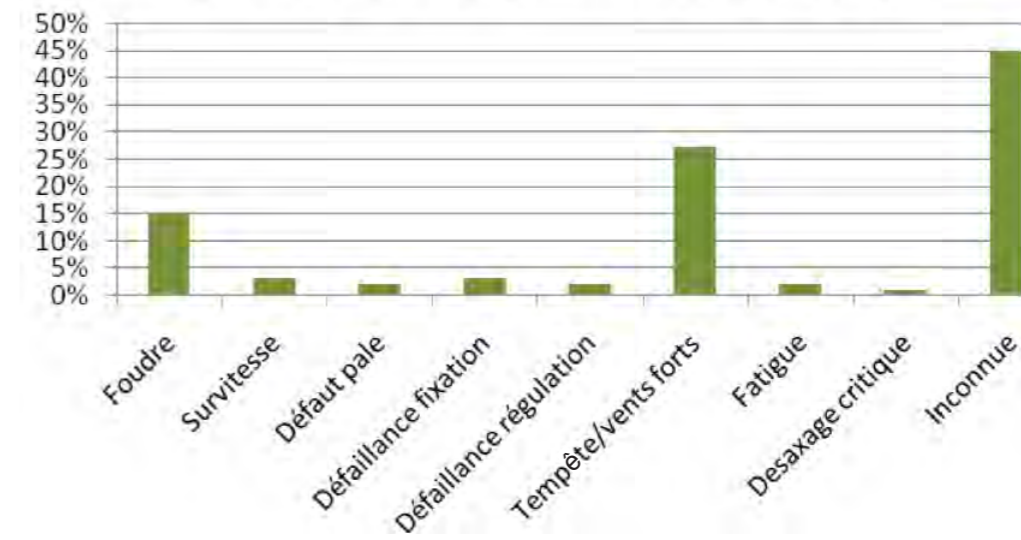
Le constat est assez semblable à l'échelle française et internationale. La rupture de pale est l'événement accidentel le plus répandu. L'incendie est le deuxième événement accidentel tandis que l'effondrement est le troisième (inversion par rapport à la France).

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.

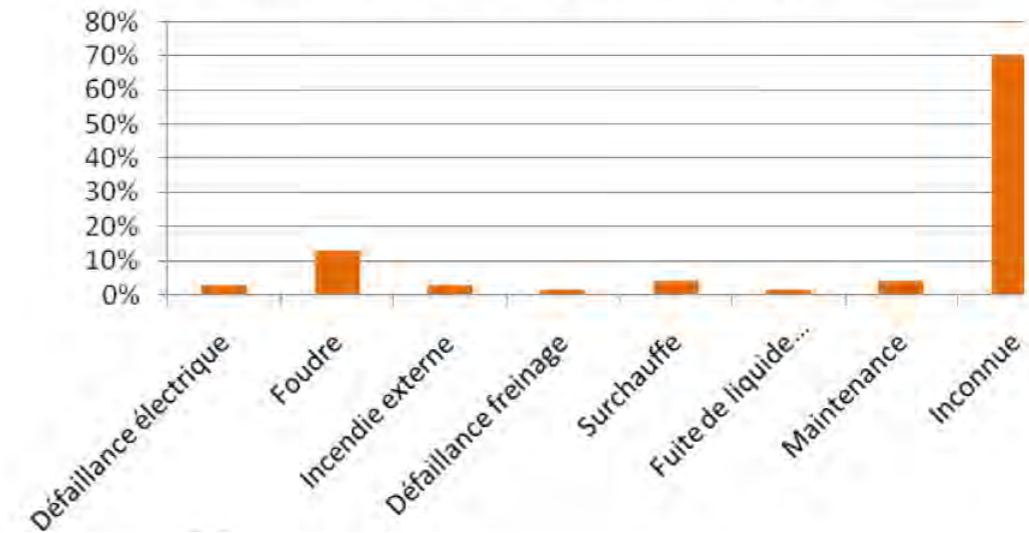
Répartition des événements accidentels dans le monde entre 2000 et 2011



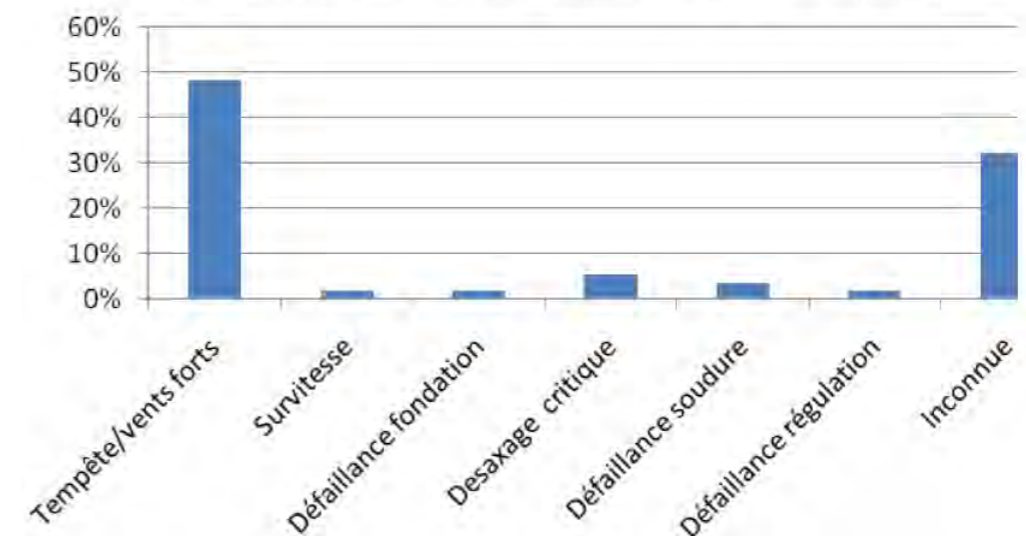
Répartition des causes premières de rupture de pale



Répartition des causes premières d'incendie



Répartition des causes premières d'effondrement



I.7.3 - SYNTHÈSES DES PHÉNOMÈNES DANGEREUX REDOUTÉS ISSUS DU RETOUR D'EXPÉRIENCE

I.7.3.1 - Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents

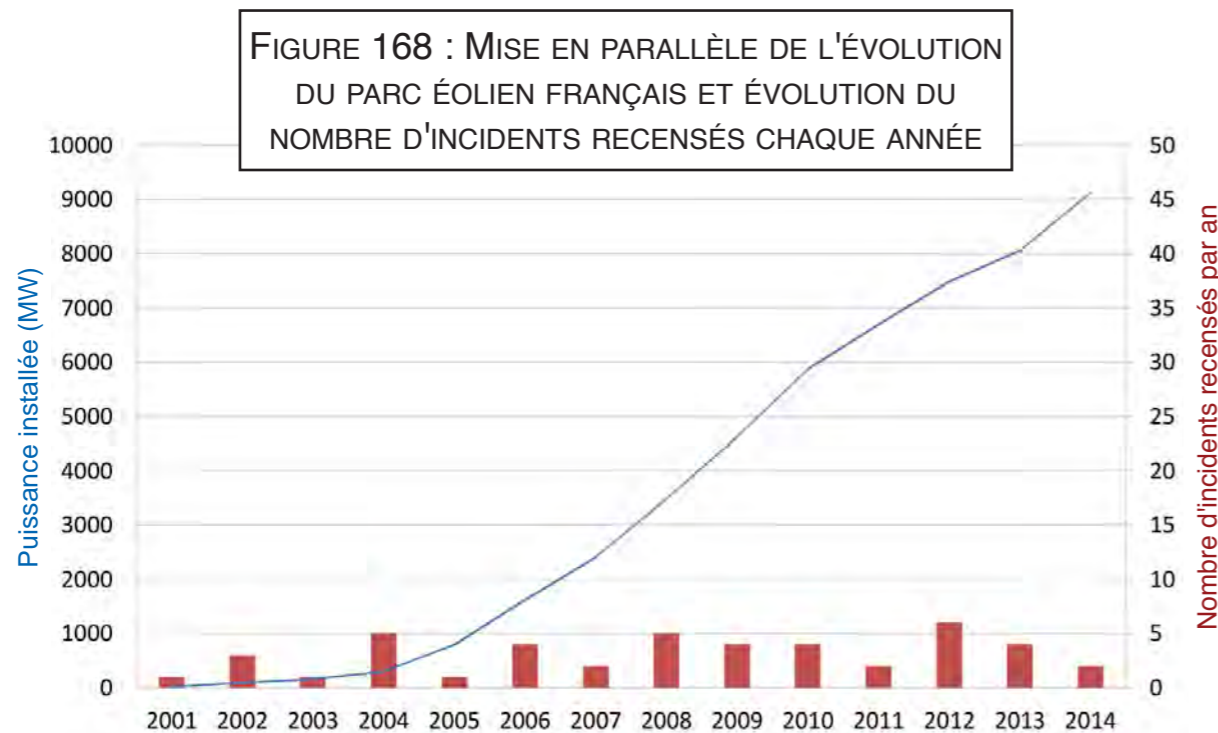
Le retour d'expérience de la filière éolienne française et internationale permet d'identifier les principaux événements redoutés suivants :

- effondrements,
- ruptures de pales,
- chutes de pales et d'éléments de l'éolienne,
- incendie.

I.7.3.2 - Analyse de l'évolution des accidents en France

À 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 168).

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.

I.7.3.3 - 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.

I.8 - 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 "I.9 - Étude détaillée des risques".

I.8.1 - RECENSEMENT DES ÉVÈNEMENTS 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.

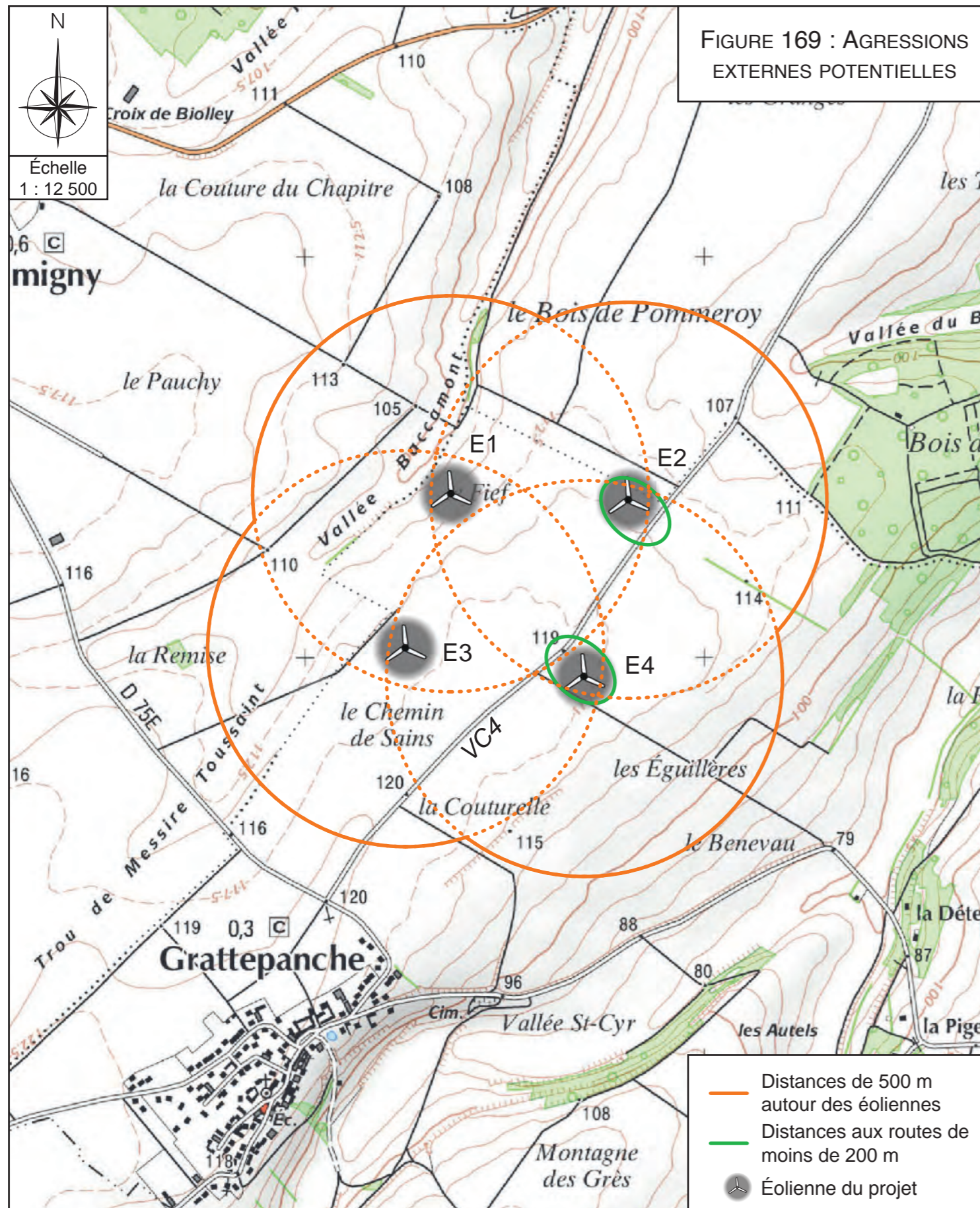
I.8.2 - RECENSEMENT DES AGRESSIONS EXTERNES POTENTIELLES

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.

I.8.2.1 - Agressions externes liées aux activités humaines

Les activités humaines sont susceptibles de constituer un agresseur potentiel dans les conditions suivantes, selon l'INERIS (Figure 169) :

- 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 mètres*
- les autres activités humaines (dont gazoducs, lignes électriques à très haute tension, voies ferrées) dans un rayon de 200 m
 - > *dans un rayon de 200 m, on trouve :*
 - des espaces cultivés, des chemins agricoles, des chemins,
 - la voie communale 4 à Grattepanche et à Sains-en-Amiénois, non structurante.



Le tableau suivant synthétise les principales agressions externes liées aux activités humaines et fournit une estimation des distances minimales séparant chaque aérogénérateur de la source de l'agression potentielle. Lorsque les conditions pour constituer un agresseur potentiel sont remplies, la case du tableau est **en orange**.

Notons que, dans une moindre mesure, les activités agricoles peuvent aussi constituer des agresseurs potentiels.

Infrastructure	Distance minimale par rapport au mât de l'éolienne (m)				
	E1	E2	E3	E4	
Route : VC 4	> 200 m	83	> 200 m	83	
Voie ferrée	> 200 m				
Aérodrome	> 2 km				
Ligne THT	> 200 m				
Autres éoliennes	> 500 m				
Éoliennes du projet	E1		440	400	> 500 m
	E2	440		> 500 m	452
	E3	400	> 500 m		453
	E4	> 500 m	452	453	

D'après la définition de l'INERIS, les installations susceptibles de constituer des agresseurs potentiels sont donc :

- la VC 4, située à moins de 200 m des éoliennes E2 et E4,
- des éoliennes du projet entre elles.

I.8.2.2 - Agressions externes liées aux phénomènes naturels

Le tableau ci-dessous synthétise et indique l'intensité¹ 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 (de 0 à 3 jours par an) dans le secteur de la zone d'étude.
Foudre	Dans le secteur, la densité de foudroiement est de l'ordre de 0,5 à 1,0 impact par an par km ² , tandis que la moyenne nationale est d'environ 1,8. Le risque orageux dans le secteur du projet, peut donc être considéré comme relativement modéré.
Instabilité du sous-sol	Le projet fera l'objet d'une étude géotechnique pour définir les fondations appropriées.

Concernant le vent, les éoliennes respectent la norme IEC adaptée aux conditions de vent du site (voir "B.2.3.8 - Certification des éoliennes", page 22).

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 négligeable² (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.

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. Le contrôle du système de protection contre la 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.

1 : Lorsque les données sont disponibles.

2 : Guide Technique Élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens - INERIS, SER, FEE - Mai 2012

I.8.3 - SCÉNARIOS ÉTUDIÉS DANS L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES

À l'issue du recensement des potentiels de danger des installations, qu'ils soient constitués par des substances dangereuses ou des équipements dangereux, l'Analyse Préliminaire des Risques (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		Dépôt de glace sur les pales	Projection de glace lorsque les éoliennes sont en mouvement	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de la glace (N°1)		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					2
I03	Survitesse	Échauffement des parties mécaniques et inflammation		Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3) Prévenir la survitesse (N°4)		2
I04	Désaxage de la génératrice / Pièce défectueuse / Défaut de lubrification			Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques (N°3)		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					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, fuite convertisseur, fuite 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				1

N°	Événement initiateur / cause	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité	Phénomène dangereux	Intensité	
C01	Défaut de fixation	Chute de trappe	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Impact sur cible	1	
C02	Défaillance fixation anémomètre	Chute anémomètre		Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9)		1	
C03	Défaut fixation nacelle – pivot central – mât	Chute nacelle				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		Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)		2	
P03	Serrage inapproprié Erreur maintenance – desserrage			Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9)		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					2	
E05	Crash d'aéronef					2	
E07	Effondrement engin de levage travaux			Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)		2	
E08	Vents forts			Défaillance fondation		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°11)	2
E09	Fatigue			Défaillance mât		Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	2
E10	Désaxage critique du rotor			Impact pale – mât		Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	2

I.8.4 - 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 suivants 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 sont détaillés sont les suivants :

- **Fonction de sécurité** : il est proposé ci-dessous un tableau par fonction de sécurité. 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 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 mesures de maîtrise des risques, certains de ces critères peuvent ne pas être applicables. Le critère correspondant est renseigné avec l'acronyme "NA" (Non Applicable).

Fonction de sécurité	Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	Numéro de la fonction de sécurité
Mesure de sécurité	Système de détection du givre / glace Procédure adéquate d'arrêt et de redémarrage	FS 1
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"> • 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), • 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. 	
Indépendance	Non	
Temps de réponse	Quelques minutes (< 60 min.) conformément à l'article 25 de l'arrêté du 26 août 2011	
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 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	Panneautage en pied de machine Éloignement des zones habitées et fréquentées	FS 2
Description	Mise en place de panneaux en pied de machines informant de la possible formation de glace (conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011).	
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	Capteurs de température des pièces mécaniques Définition de seuils critiques de T° pour chaque type de composant avec alarmes Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement	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	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. Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.	

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 ° pour un 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 un système de réglage de pale alimenté par une batterie de secours. La charge des batteries est assurée par un chargeur automatique.</p>	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	Temps de détection < 1 minute 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 conformément aux dispositions de l'arrêté du 26 août 2011.	
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.	
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 (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.	

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 à 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 intégrées dans la plupart des mesures de maintenance préventives mises en œuvre.</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.</p> <p>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	Instantané	
Efficacité	100 %	
Test	NA	
Maintenance	<p>Conformément à l'article 9 de l'arrêté du 26 août 2011 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspection visuelle du système foudre 3 fois par an et une mesure annuelle • Contrôle périodique tous les 4 ans de la mise à la terre (mesure) 	

Fonction de sécurité	Protection et intervention incendie	Numéro de la fonction de sécurité
Mesure de sécurité	<p>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</p> <p>Système de détection incendie relié à une alarme transmise à un poste de contrôle</p> <p>Intervention des services de secours</p>	FS 7
Description	<p>Le système de détection incendie est alimenté par le réseau secours. 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	<p>< 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. Le centre de secours le plus proche étant celui de Solesmes, ce délai d'intervention est de près de 10 mn.</p>	
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. 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	Détecteurs de niveau d'huiles Procédure d'urgence Kit antipollution	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"> 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. <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 (construction - exploitation)	Numéro de la fonction de sécurité
Mesure de sécurité	Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (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 du Yam Gear, 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.	

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	

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	<p>Classe d'éolienne adaptée au site et au régime de vents.</p> <p>Détection et prévention des vents forts et tempêtes</p> <p>Arrêt automatique et diminution de la prise au vent de l'éolienne (mise en drapeau progressive des pales) par le système de conduite</p> <p>Surveillance des vibrations et turbulences</p>	FS 11
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. Cette mise en drapeau est effectuée par le système d'orientation des pales "Pitch System".</p>	
Indépendance	Oui	
Temps de réponse	< 1 minute	
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.</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 (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>	

I.8.5 - 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, en ne retenant que les séquences accidentelles dont l'intensité est telle qu'il peut 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 (zone hachurée) :

Gravité	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
5. Désastreux					
4. Catastrophique					
3. Important					
2. Sérieux					
1. Modéré					

Les trois catégories de scénario ci-après sont exclues de l'étude détaillée, en raison de leur faible intensité :

Scénario non étudié	Argumentaire
Incendie de l'éolienne (effets thermiques)	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 ² 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 encadre déjà largement la sécurité des installations. Ces effets ne sont donc pas étudiés dans l'étude détaillée des risques. Néanmoins il peut être redouté que des chutes d'éléments (ou des projections) interviennent lors d'un incendie. Ces effets sont étudiés avec les projections et les chutes d'éléments.
Incendie du poste de livraison ou du transformateur	En cas d'incendie de ces éléments, les effets ressentis à l'extérieur des bâtiments (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 impose le respect des normes NFC 15-100, NFC 13-100 et NFC 13-200)
Infiltration d'huile dans le sol	En cas d'infiltration d'huiles dans le sol, les volumes de substances libérés dans le sol restent modérés.

À l'inverse, les cinq catégories de scénario étudiées dans l'Étude Détaillée des Risques sont les suivantes :

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

Ces scénarios regroupent plusieurs causes et séquences d'accident. En estimant la probabilité, gravité, cinétique et intensité de ces événements, il est possible de caractériser les risques pour toutes les séquences d'accidents.

I.9 - 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'Étude Détaillée des Risques 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,
- Évaluer 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.

I.9.1 - RAPPEL DES DÉFINITIONS

Cette première partie de l'Étude Détaillée des Risques consiste à rappeler les définitions de chacun de ces paramètres, en lien avec les références correspondantes.

I.9.1.1 - 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.

L'arrêté du 29 septembre 2005 ne précise pas les critères d'appréciation de la cinétique.

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 2 phases :

- 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 deux 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 considérés ont une cinétique rapide. Ce paramètre étant invariant, il ne sera plus détaillé dans les phénomènes redoutés étudiés par la suite.

I.9.1.2 - 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 : seuil 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 %

I.9.1.3 - 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 dangers¹. Cette fiche permet de compter aussi simplement que possible, selon des règles forfaitaires, le nombre de personnes exposées :

Descriptif	Équivalent personnes
<u>Terrains non aménagés et très peu fréquentés</u> : champs, prairies, forêts, friches, marais...	1 personne pour 100 ha.
<u>Terrains aménagés mais peu fréquentés</u> : voie de circulation non structurante (< 2000 véhicules par jour), chemins agricoles, vignes, jardins...	1 personne pour 10 ha.
<u>Terrains aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquentés</u> : parkings, parcs et jardins publics...	≥ 10 personnes par ha.
<u>Voies de circulation</u> ≥ 2000 véhicules par jour	0,4 personne par km et par tranche de 100 véhicules par jour

L'échelle de gravité des conséquences sur l'homme définie dans l'arrêté PCIG du 29 septembre 2005 est la suivante :

Gravité \ Intensité	Exposition très forte	Exposition forte	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		Moins d'une personne exposée

¹ : Circulaire du 10 mai 2010, fiche n°1 du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD) issue de la circulaire du 28 décembre 2006 "Éléments pour la détermination de la gravité des accidents".

I.9.1.4 - Probabilité

L'annexe I de l'arrêté du 29 septembre 2005 définit les classes de probabilité qui doivent être utilisées dans les études de dangers pour caractériser les scénarios d'accident majeur :

Niveau de fréquence	Échelle qualitative	Échelle semi-quantitative	Échelle quantitative : par unité et par an
E	Possible mais extrêmement peu probable	N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années d'installations	$P < 10^{-5}$
D	Très improbable	S'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité	$10^{-4} > P > 10^{-5}$
C	Improbable	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	$10^{-3} > P > 10^{-4}$
B	Probable	S'est déjà produit et / ou peut se reproduire pendant la durée de vie de l'installation	$10^{-2} > P > 10^{-3}$
A	Courant	S'est produit sur site considéré et / ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie de l'installation malgré d'éventuelles mesures correctrices	$P > 10^{-2}$

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_{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_{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_{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_{accident}) à la probabilité de l'événement redouté central (P_{ERC}) a été retenue.

I.9.1.5 - Acceptabilité du risque

À l'issue de l'analyse des risques, l'ensemble des phénomènes dangereux identifiés et des accidents correspondants est positionné 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"¹. 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	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

La grille de criticité définit ainsi 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 "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.
- **Zone en vert** : zone de risque moindre, les accidents entrant dans cette catégorie ne nécessitent pas de mesures de réduction du risque supplémentaires.

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".

¹ : Cette méthodologie est applicable 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 par le lecteur.

I.9.2 - CARACTÉRISATION DES SCÉNARIOS RETENUS

Rappelons que l'ensemble des scénarios a été étudié pour l'implantation de 4 éoliennes du modèle Nordex N149 dont les dimensions sont données en page 20, c'est-à-dire des machines hautes de 180 m, de 149 m de diamètre de rotor et une hauteur au moyeu de 105 m.

I.9.2.1 - Effondrement de l'aérogénérateur

L'événement redouté central de ce scénario est un effondrement de l'éolienne.

I.9.2.1.1 - Analyse des événements initiateurs

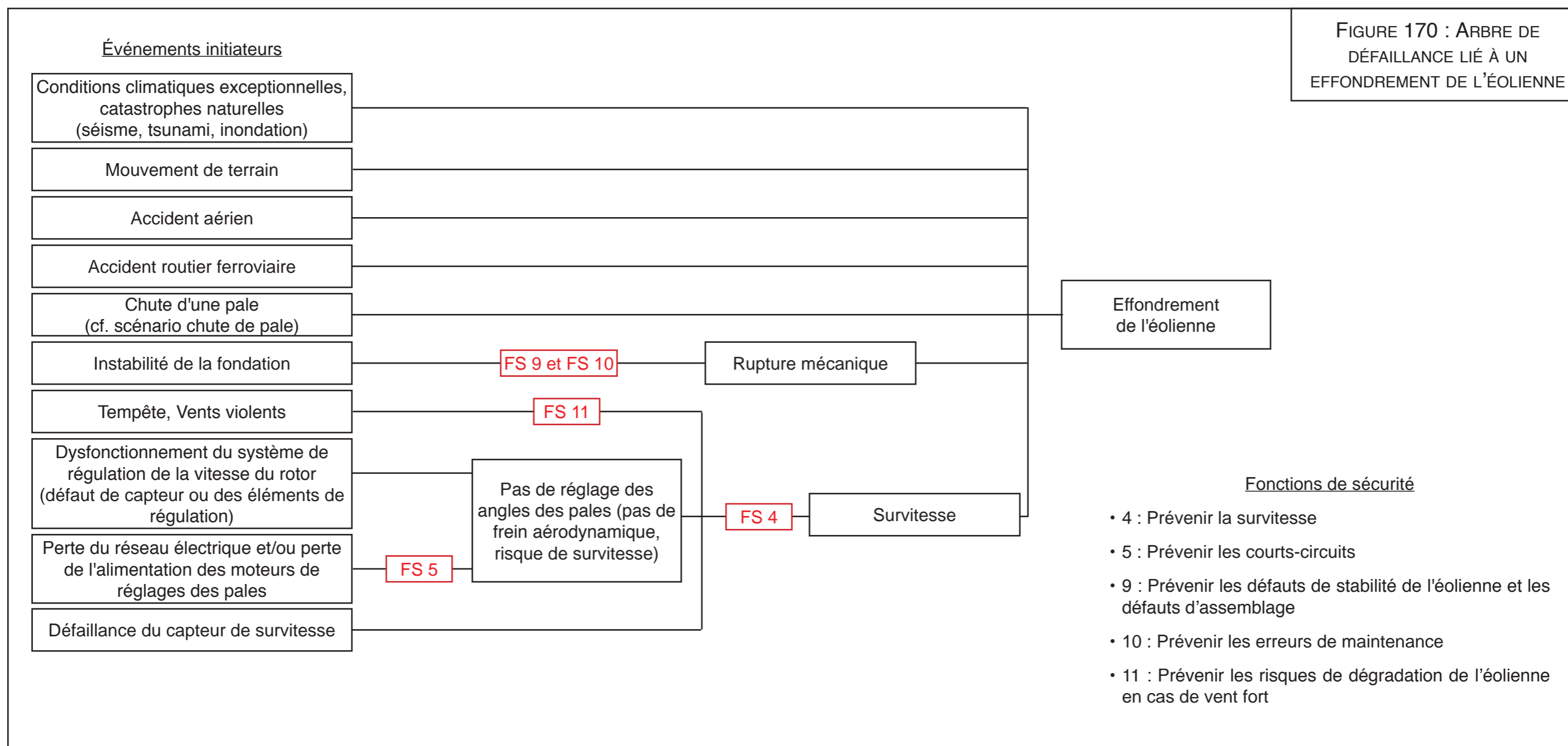
Les causes potentielles identifiées menant à l'événement redouté central sont présentées dans les tableaux suivants, à lire conjointement avec le nœud papillon (arbre des défaillances et d'évènements).

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	<ul style="list-style-type: none"> Choix d'implantation du site Dimensionnement des fondations 	
2	Mouvements de terrain	Effondrement de l'éolienne	Cavités, retrait-gonflement des argiles	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> Consultation préalable de l'armée lors de l'élaboration du projet 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 (2000 cd) / flash blanc le jour type A MI (20 000 cd) Balisage sur batteries en cas de perte du réseau électrique (autonomie 12 h - DGAC prévenue) Couleur éolienne : gris-blanc 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 mât	Effondrement de l'éolienne		<i>voir le scénario chute de pale</i>	
6	Défaut de construction, de conception (mauvais dimensionnement des fondations), de montage, de maintenance	Instabilité de la fondation	Rupture mécanique lié à un défaut de construction ou de maintenance pouvant conduire à l'effondrement de l'éolienne	<ul style="list-style-type: none"> Étude de sol et design en conséquence Opérations de maintenance définies par l'arrêté de 26 août 2011 : 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. 	<p>Fonction de sécurité 9 Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage</p> <p>Fonction de sécurité 10 Prévenir les erreurs de maintenance</p>

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"> • Études de vent - design des éoliennes selon la norme IEC 61400 • Conception : distance minimale entre la tour et la pale • Arrêt en cas de vents forts • Mesure constante des vitesses de rotation de la chaîne cinétique • Présence d'un frein hydraulique indépendant du frein aérodynamique • Signal d'alerte SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) en cas de déclenchement d'un capteur de sécurité 	<p>Fonction de sécurité 11 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"> • Signal d'alerte SCADA en cas de déclenchement d'un capteur de sécurité • Dès qu'il y a un écart sur l'angle des pitch des 3 pales la machine s'arrête • Indépendance des systèmes d'inclinaison des pales (une pale en drapeau suffit pour freiner la machine) • Système de sécurité indépendant contre la survitesse avec la présence d'un frein hydraulique indépendant du frein aérodynamique • 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 • Mesure redondante des vitesses de rotation, arrêt en cas d'incohérence des mesures 	<p>Fonction de sécurité 11 Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort</p> <p>Fonction de sécurité 4 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"> • Batteries de secours situées dans la partie rotor • Arrêt de l'éolienne en cas de coupure de l'alimentation par le réseau public • Présence de batteries ou d'ondulateur sur les équipements de sécurité (balisage lumineux, système de commande) • Accumulateurs hydropneumatiques de secours situées dans la partie Rotor 	<p>Fonction de sécurité 4 Prévenir la survitesse</p> <p>Fonction de sécurité 5 Prévenir les courts-circuits</p>
10	Défaillance du capteur de survitesse	Survitesse		<ul style="list-style-type: none"> • Indépendance des systèmes d'inclinaison des pales • Présence d'un frein hydraulique indépendant du frein aérodynamique • Mesure constante des vitesses de rotation de la chaîne cinétique 	<p>Fonction de sécurité 4 Prévenir la survitesse</p>

1.9.2.1.2 - Représentation sous forme d'arbre de défaillance et analyse des fonctions de sécurité

Les scénarios d'accident susceptibles d'induire un effondrement de l'éolienne peuvent être représentés sous la forme suivante.



Cinq fonctions de sécurité sont identifiées sur le précédent arbre d'évènements.

Rappelons également que les mesures préventives consistent à réaliser une étude de sol et à définir une fondation en fonction de cette étude.

1.9.2.1.3 - Caractérisation du risque

• Zone d'effet

La distance maximale d'impact d'une chute d'éolienne est égale à un cercle dont le rayon est égal à la hauteur de l'éolienne en bout de pale, soit 180 m dans le cas des 4 éoliennes de la ferme éolienne de Grattepanche.

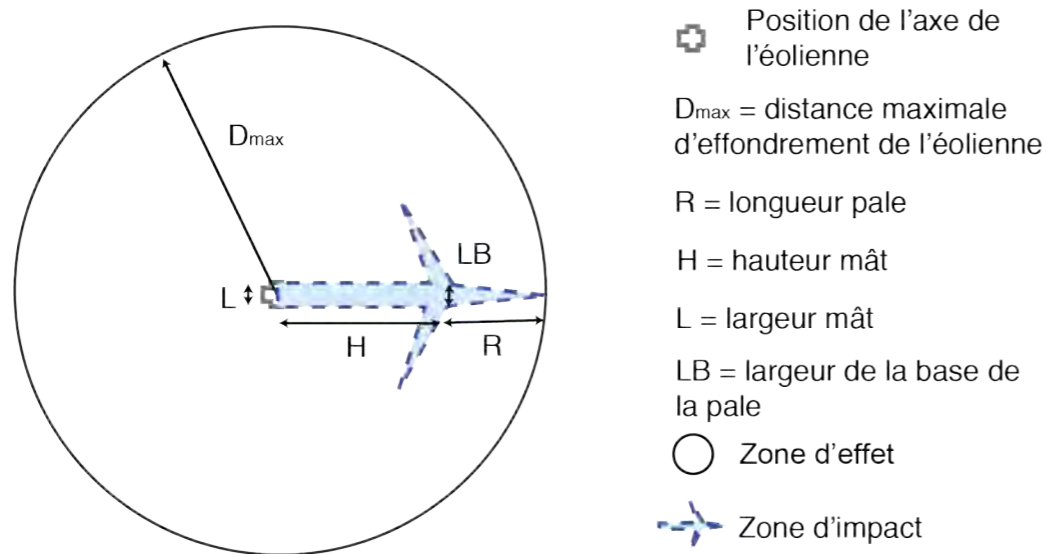


Figure 171 : Schéma du scénario effondrement de l'éolienne

• Intensité

Pour le phénomène d'effondrement de l'éolienne, le degré d'exposition correspond au ratio entre la zone d'impact (surface du rotor et la surface du mât non balayée par le rotor) d'une part, et la superficie de la zone d'effet du phénomène, d'autre part.

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène d'effondrement de l'éolienne dans le cas du parc éolien projeté.

Effondrement de l'éolienne			
Zone d'impact (en m ²)	Zone d'effet du phénomène étudié (en m ²)	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	
1196	101 788	1,17	Forte

H : hauteur au moyeu,
L : largeur du mât,

R : longueur de pale,
LB : largeur de la base de la pale.

• Gravité

On identifie les cibles humaines potentielles dans la surface d'effet de chaque éolienne. Aucune personne exposée n'est comptabilisée au-delà de cette zone d'effet.

Étant données les distances d'effets calculées, les chutes d'éoliennes peuvent atteindre les personnes situées dans les champs, sur les chemins et voies communales autour du site. Pour le calcul du nombre de personnes permanentes ou équivalent, on se réfère au premier tableau du chapitre "1.9.1.3 - Gravité", page 516.

Le tableau suivant rappelle les correspondances entre la gravité et le nombre de personnes exposées pour une exposition forte :

Gravité	"Désastreux"	"Catastrophique"	"Important"	"Sérieux"	"Modéré"
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

Le tableau suivant indique ainsi, pour chaque aérogénérateur, d'après un calcul majorant, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène d'effondrement et la gravité associée.

Effondrement de l'éolienne		
Éoliennes	Nombre de personnes permanentes ou équivalent et hypothèses retenues	Gravité
E1	chemins : 320 m et terrains non aménagés	Sérieux
E2	chemins et petite route (VC4) : 580 m et terrains non aménagés	
E3	chemins : 325 m et terrains non aménagés	
E4	chemins et petite route (VC4) : 580 m et terrains non aménagés	

• 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)	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	$4,5 \cdot 10^{-4}$	C	Retour d'expérience
Specification of minimum distances, Dr-ing. Veenker ingenieurgesellschaft, 2004	$1,8 \cdot 10^{-4}$ (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'expérience¹, soit une probabilité de $4,47 \times 10^{-4}$ 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 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".

¹ : 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 d'éolienne sont présentés ci-dessous. Ils sont basés sur les règles de comptage et sur les modélisations présentées précédemment.

Les accidents "effondrement d'éolienne" pour chacune des éoliennes sont positionnés dans la matrice de criticité ci-dessous.

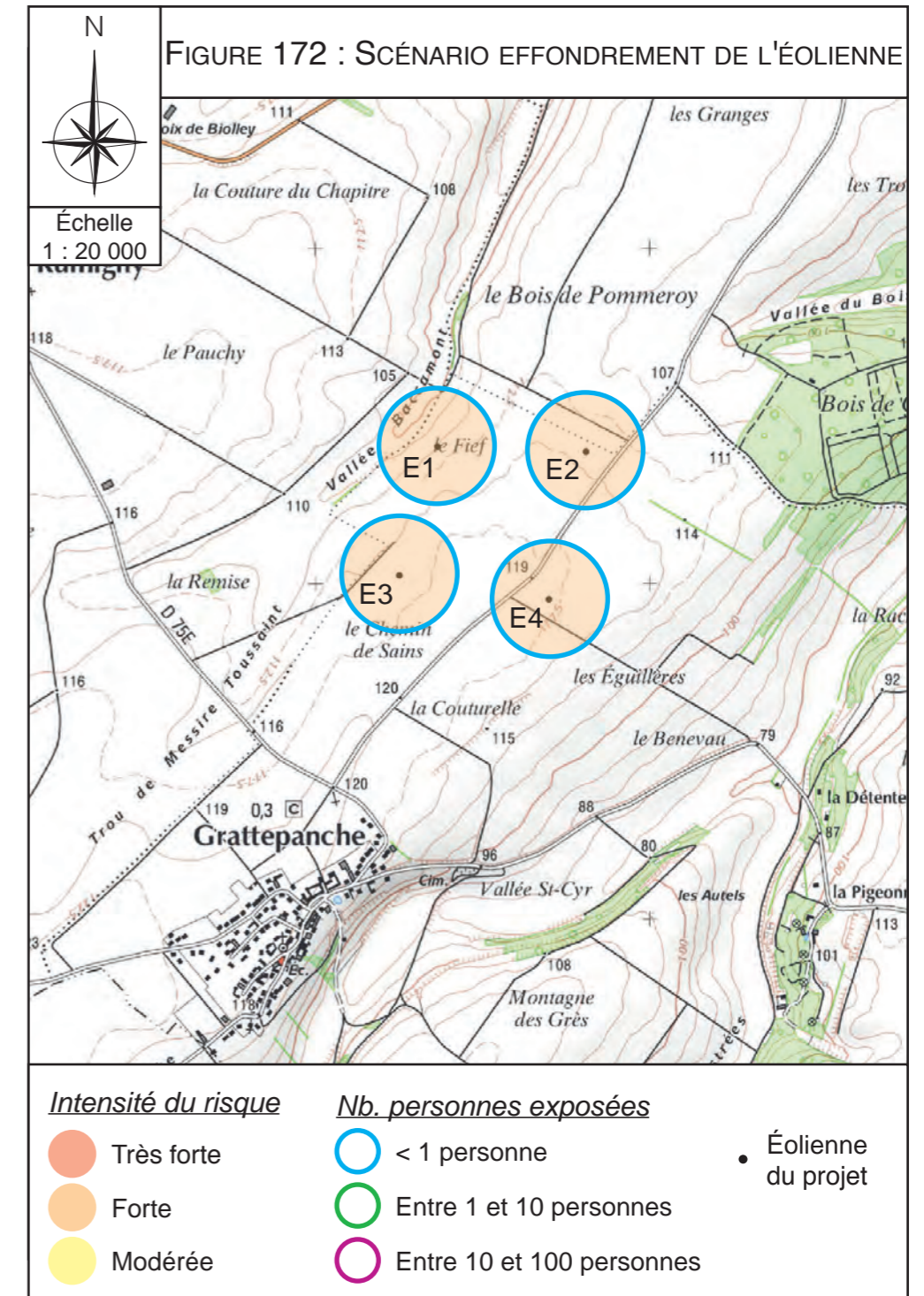
Gravité	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
5. Désastreux	Yellow	Red	Red	Red	Red
4. Catastrophique	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
3. Important	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red
2. Sérieux	Green	X	Yellow	Yellow	Red
1. Modéré	Green	Green	Green	Green	Yellow

Éoliennes	N 149
Diamètre du rotor (m)	149,0
Nb. d'éoliennes du champ	4
Hauteur du mât (m)	105
Surface d'effet (m ²)	101 788
Diamètre du mât (m)	5
Cinétique	Rapide
Intensité	Forte
Fréquence (/an) et classe	10 ⁻⁵ à 10 ⁻⁴ (D)
Gravité	Sérieux

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 le cas ci,
- si au plus dix personnes sont concernées et que des mesures de sécurité sont associées.

Le croisement de la probabilité avec la gravité du risque d'effondrement des machines démontre donc que ce dernier est acceptable.



I.9.2.2 - Chute et projection de glace

L'événement redouté central de ces scénarios est la formation de blocs de glace sur les pales du rotor, suivi de leur chute ou de leur projection.

I.9.2.2.1 - 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 hydrométéore¹ 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 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 s'unissent pour former des gouttes de surface. Ces gouttes croissent et se solidifient partiellement. Elles s'unissent et ruissellent 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.

Ce type de chute de glace est similaire à ce qu'on observe sur d'autres bâtiments et infrastructures.

L'étude WECO² présente une carte d'Europe qui indique le nombre moyen de jours conduisant à la formation de givre par an (Figure 173). Le projet est localisé dans une zone "risque de glace occasionnel" (moins de 1 jour de glace par an).

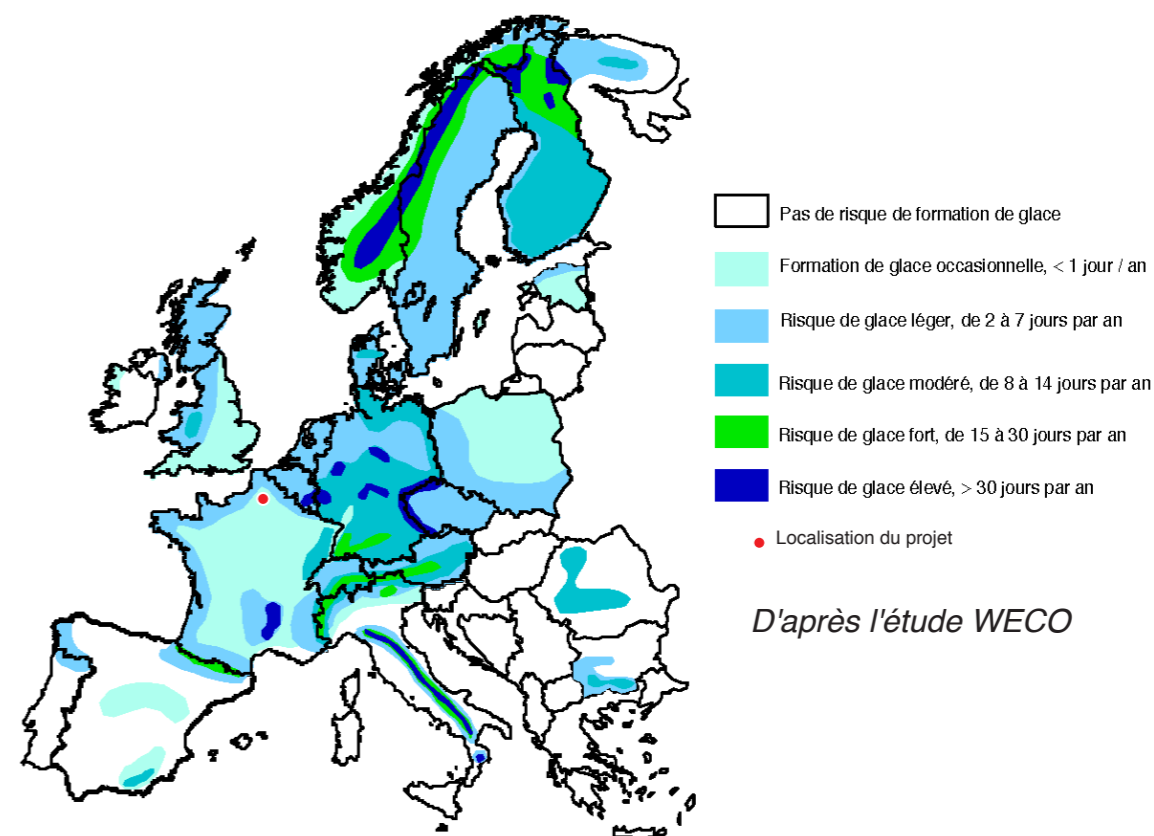


Figure 173 : Localisation des zones à risque de glace (rappel de la Figure 32)

I.9.2.2.2 - 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.

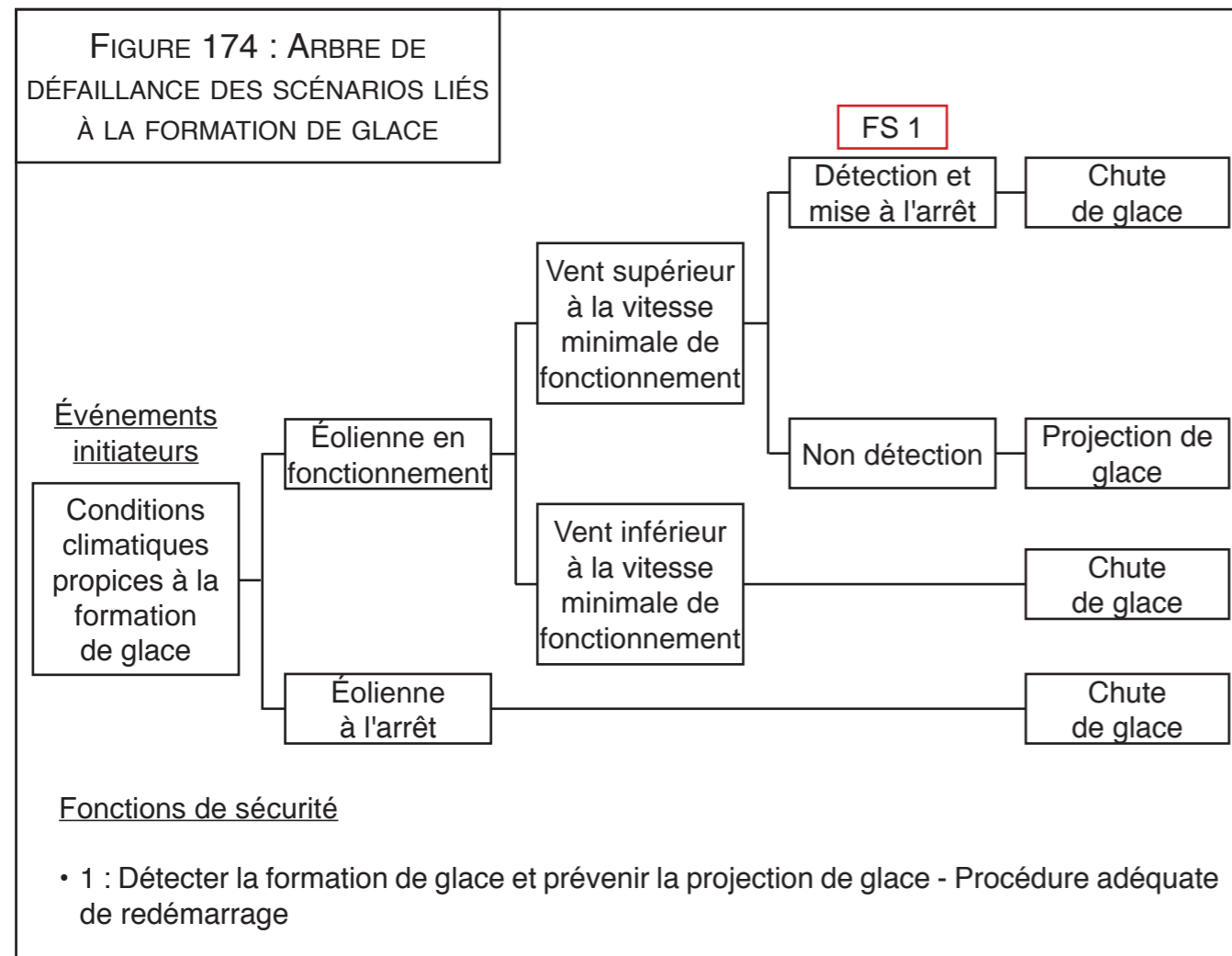
La formation de glace sur les pales est dangereuse car d'épais blocs de glace peuvent se détacher de l'éolienne et atteindre des cibles situées dans son voisinage.

1 : Les hydrométéores concernent l'ensemble des phénomènes liés au comportement de l'eau dans l'atmosphère.

2 : Wind energy in cold climate (WECO), Final report - Bengt Tammelin et al. - Finnish Meteorological Institute, Helsinki - 2000

1.9.2.2.3 - Représentation sous forme d'arbre de défaillance et analyse des fonctions de sécurité

Les scénarios d'accident liés à la formation de glace sont schématisés sur la figure suivante :



Une fonction de sécurité est identifiée sur cette figure.

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).

1.9.2.2.4 - Scénario de chute de glace

• 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. Pour le parc éolien de Grattepanche, la zone d'effet a donc un rayon de 74,5 mètres.

Cependant, il convient de noter que, lorsque l'éolienne est à l'arrêt, les pales n'occupent qu'une faible partie de cette zone.

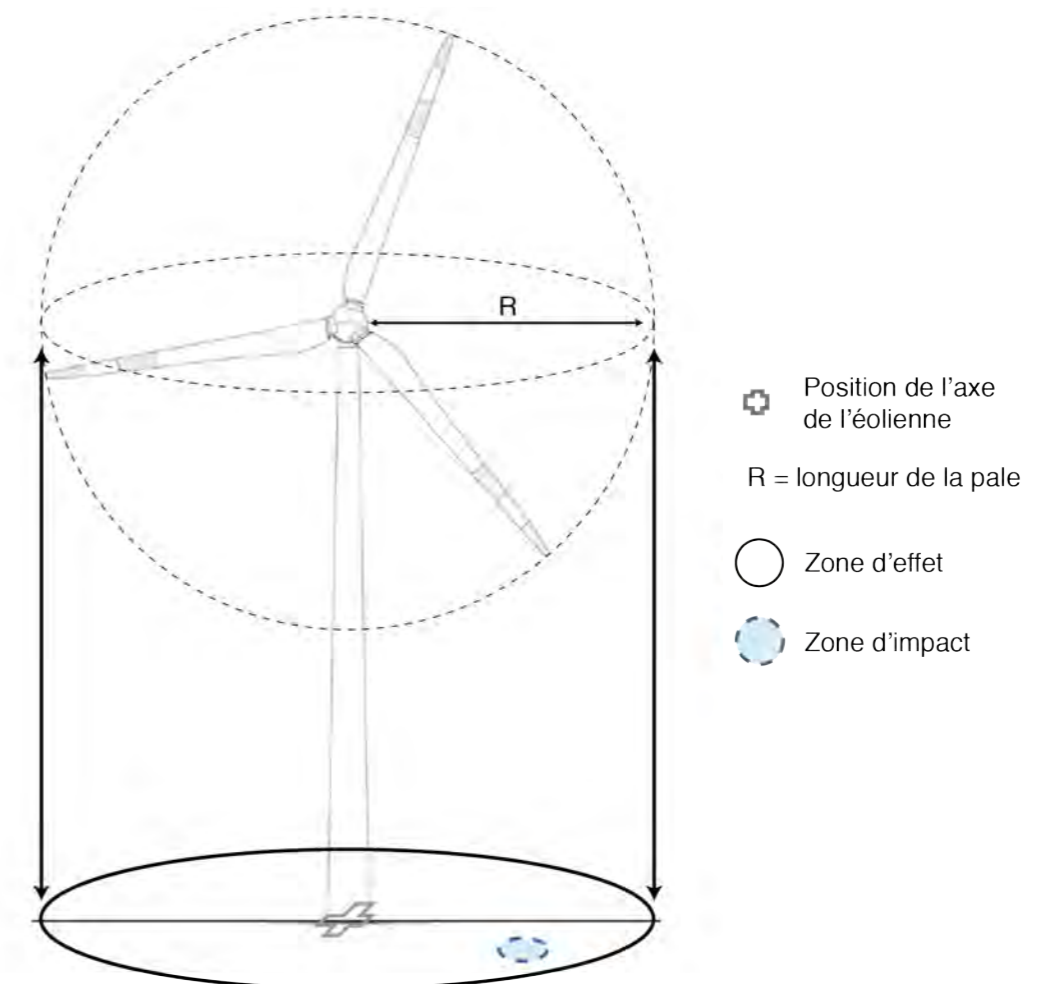


Figure 175 : Schéma du scénario chute de glace

• Intensité

Pour le phénomène de chute de glace, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un morceau de glace et la superficie de la zone d'effet du phénomène (zone de survol).

Le tableau qui suit permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute de glace. L'intensité est nulle hors de la zone de survol.

Chute de glace			
Zone d'impact (en m ²)	Zone d'effet du phénomène étudié (en m ²)	Degré d'exposition du phénomène étudié (en %)	Intensité
SG	$\pi \times R^2$	Zone d'impact ÷ Zone d'effet du phénomène	
1	17 437	0,01 (< 1 %)	Modéré

R : longueur de pale SG : surface du morceau de glace majorant (SG = 1 m²).

• Gravité

On identifie les cibles humaines potentielles dans la surface d'effet de chaque éolienne. Aucune personne exposée n'est comptabilisée au-delà de cette zone d'impact.

Étant données les distances d'effets calculées, les chutes de glace peuvent atteindre les personnes situées dans les champs et sur les chemins autour du site. Pour le calcul du nombre de personnes permanentes ou équivalent, on se réfère au premier tableau du chapitre "I.9.1.3 - Gravité", page 516.

Le tableau suivant rappelle les correspondances entre la gravité et le nombre de personnes exposées pour une exposition modérée :

Gravité	"Désastreux"	"Catastrophique"	"Important"	"Sérieux"	"Modéré"
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"

Le tableau suivant indique ainsi, pour chaque aérogénérateur, d'après un calcul majorant, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène de chute de glace et la gravité associée :

Chute de glace			
Éoliennes	Nombre de personnes permanentes ou équivalent et hypothèses retenues		Gravité
E1 à E4	0,02	terrains non aménagés	Modéré

• Probabilité

De façon conservatrice, l'INERIS considère que la probabilité est de classe "A", c'est-à-dire une probabilité supérieure à 10⁻².

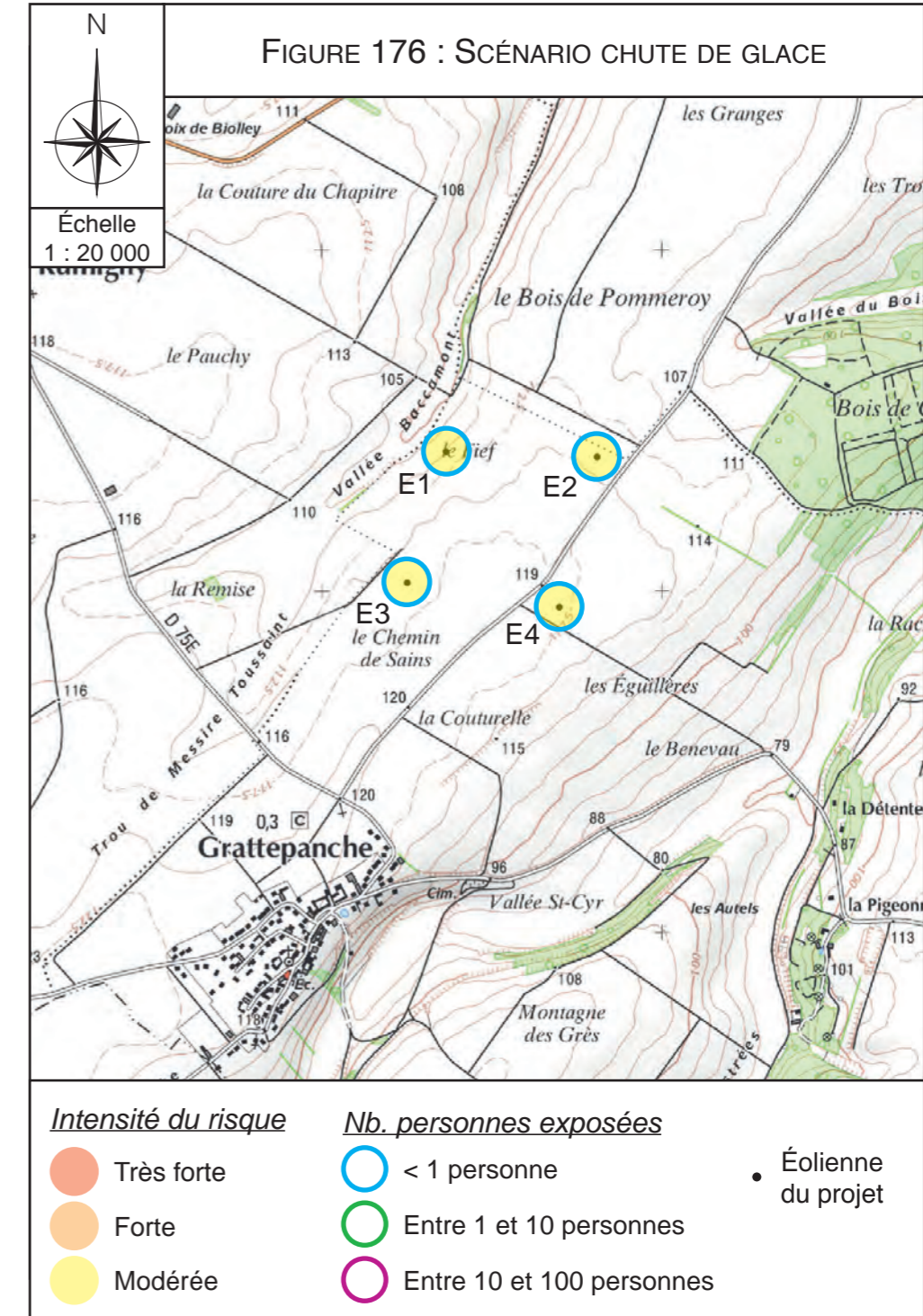
• Évaluation des risques - Acceptabilité

Les différents éléments d'évaluation des accidents associés à une chute de glace sont présentés ci-dessous. Ils sont basés sur les règles de comptage et sur les modélisations présentées précédemment.

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	Yellow	Red	Red	Red	Red
4. Catastrophique	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
3. Important	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red
2. Sérieux	Green	Green	Yellow	Yellow	Red
1. Modéré	Green	Green	Green	Green	X

Éoliennes	N 149
Diamètre du rotor (m)	149,0
Nb. d'éoliennes du champ	4
Hauteur du mât (m)	105
Surface d'effet (m ²)	17 437
Diamètre du mât (m)	5
Cinétique	Rapide
Intensité	Modéré
Fréquence (/an) et classe	> 10 ⁻² (A)
Gravité	Modéré



On détermine que le phénomène de chute de glace des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

Conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011 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.

1.9.2.2.5 - Scénario de projection de glace

• 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 :

$1,5 \times [\text{hauteur de moyeu} + \text{diamètre de rotor}]$,
soit 381 m pour chacune des éoliennes de notre projet.

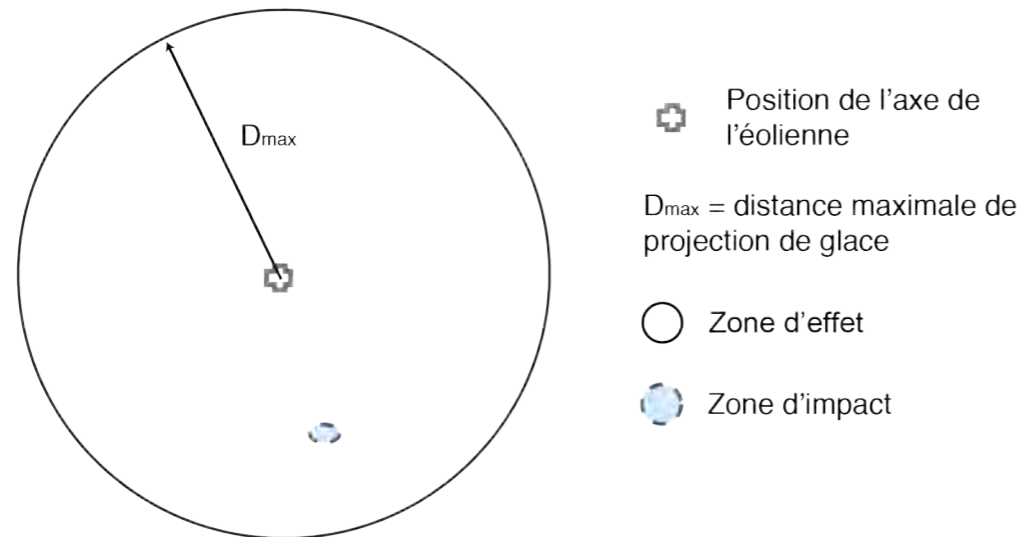


Figure 177 : Schéma du scénario projection de glace

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). À défaut de données fiables, il est proposé de considérer cette formule pour le calcul de la distance d'effet pour les projections de glace.

• Intensité

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

Le tableau suivant permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de glace dans le cas du parc éolien du projet.

Projection de morceaux de glace			
Zone d'impact (en m ²)	Zone d'effet du phénomène étudié (en m ²)	Degré d'exposition du phénomène étudié (en %)	Intensité
SG = 1 m ²	$\pi \times [1,5 \times (H + 2R)]^2$	Zone d'impact ÷ Zone d'effet du phénomène	
1	456 037	0,0002	Modérée

H : hauteur au moyeu (105 m),
R : longueur de pale (rayon du rotor : 74,5 m),
SG : surface majorante d'un morceau de glace (1 m²).

• Gravité

On identifie les cibles humaines potentielles dans la surface d'effet de chaque éolienne.

Étant données les distances d'effets calculées, les projections de morceaux de glace peuvent atteindre les personnes situées dans les champs et sur les chemins et voies communales autour du site. Pour le calcul du nombre de personnes permanentes ou équivalent, on se réfère au premier tableau du chapitre "1.9.1.3 - Gravité", page 516.

Le tableau suivant rappelle les correspondances entre la gravité et le nombre de personnes exposées pour une exposition d'intensité modérée :

Gravité	"Désastreux"	"Catastrophique"	"Important"	"Sérieux"	"Modéré"
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"

L'INERIS a observé dans la littérature disponible qu'en cas de projection, les morceaux de glace se cassent en petits fragments dès qu'ils se détachent de la pale. La possibilité de l'impact de glace sur des personnes abritées par un bâtiment ou un véhicule est donc négligeable et ces personnes ne doivent pas être comptabilisées pour le calcul de la gravité.

Projection de morceaux de glace			
Éoliennes	Nombre de personnes permanentes ou équivalent et hypothèses retenues		Gravité
E1	0,53 à 0,56	chemins : 1685 m, et terrains non aménagés	Modéré
E2		chemins et petite route (VC4) : 1550 m et terrains non aménagés	
E3		chemins et petite route (VC4) : 1515 m, et terrains non aménagés	
E4		chemins et petite route (VC4) : 1200 m et terrains non aménagés	

• Probabilité

De façon conservatrice, l'INERIS considère que la probabilité est de classe "B", c'est-à-dire une probabilité comprise entre 10^{-3} et 10^{-2} .

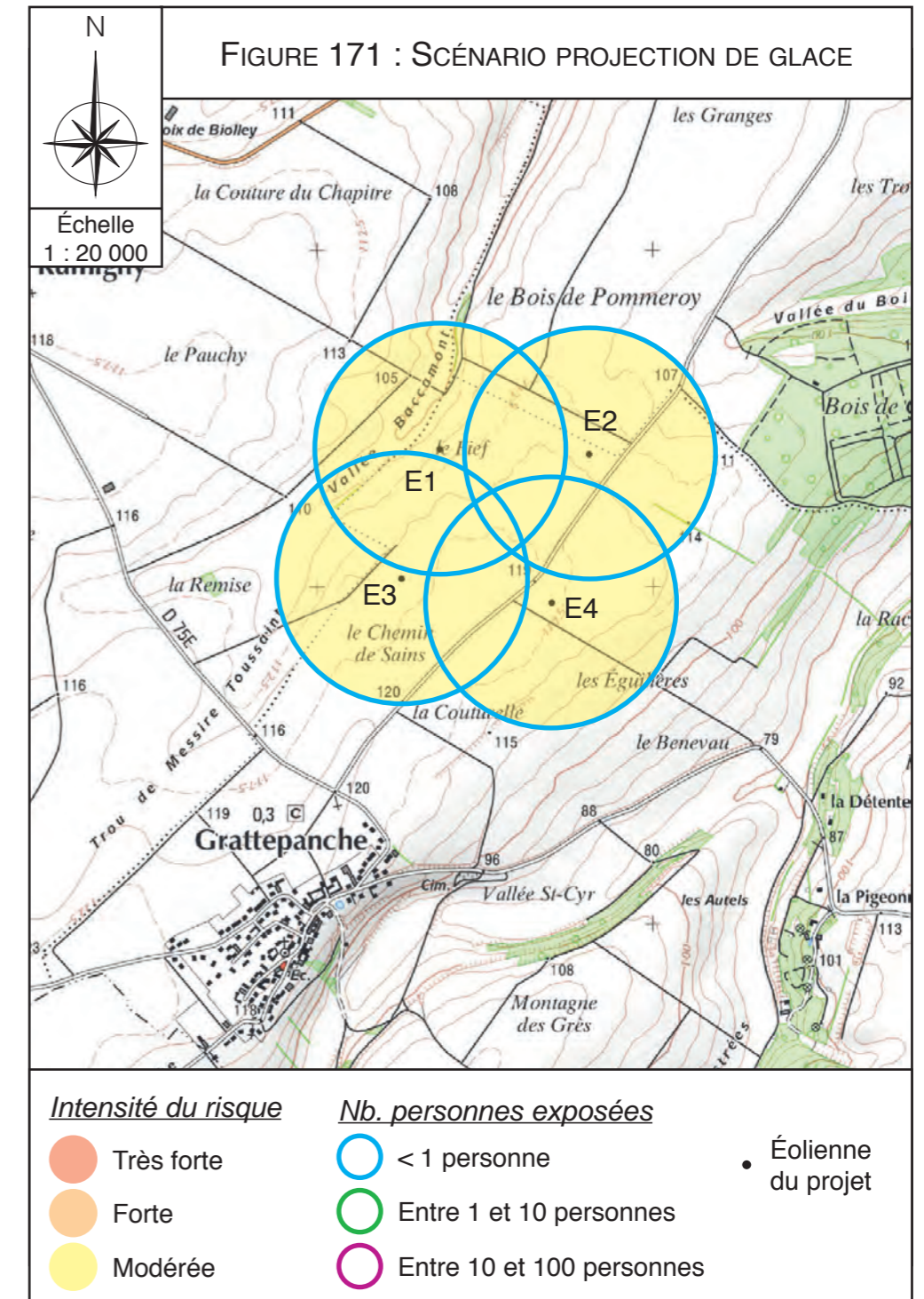
• Évaluation des risques - Acceptabilité

La figure suivante reprend les éléments nécessaires à l'estimation de l'acceptation 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	Yellow	Red	Red	Red	Red
4. Catastrophique	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
3. Important	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red
2. Sérieux	Green	Green	Yellow	Yellow	Red
1. Modéré	Green	Green	Green	X	Yellow

Éoliennes	N 149
Diamètre du rotor (m)	149,0
Nb. d'éoliennes du champ	4
Hauteur du mât (m)	105
Surface d'effet (m ²)	456 037
Diamètre du mât (m)	5
Cinétique	Rapide
Intensité	Modérée
Fréquence (/an) et classe	10 ⁻² à 10 ⁻³ (B)
Gravité	Modéré



Rappelons que l'INERIS a retenu la probabilité de classe B de façon conservatrice.

Le risque est jugé acceptable par l'INERIS pour le niveau de gravité "Modéré" pour les aérogénérateurs.

Précisons en outre que les probabilités correspondent aux probabilités d'occurrence du phénomène dangereux qui est plus important que la probabilité d'atteinte d'une cible.

Les éoliennes envisagées disposent de capteurs de vibrations qui entraînent un réglage rapide des pales de l'éolienne en position drapeau, se traduisant par un arrêt de la rotation.

Pour le projet, le phénomène de projection de glace constitue donc un risque acceptable pour les personnes.

I.9.2.3 - Chute et projection d'éléments de l'éolienne

L'événement redouté central de ce scénario 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.

1.9.2.3.1 - 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 d'évènement.

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"> - Système de protection foudre de l'éolienne qui prévient toute dégradation de l'éolienne - 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 de 26 août 2011) 	<p>Fonction de sécurité 6 Prévenir les effets de la foudre</p> <p>Fonction de sécurité 10 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"> - Opération de maintenance définie par l'arrêté de 26 août 2011 - Respect des normes européennes 	<p>Fonction de sécurité 9 Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage</p> <p>Fonction de sécurité 10 Prévenir les erreurs de maintenance</p> <p>Fonction de sécurité 11 Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort</p>

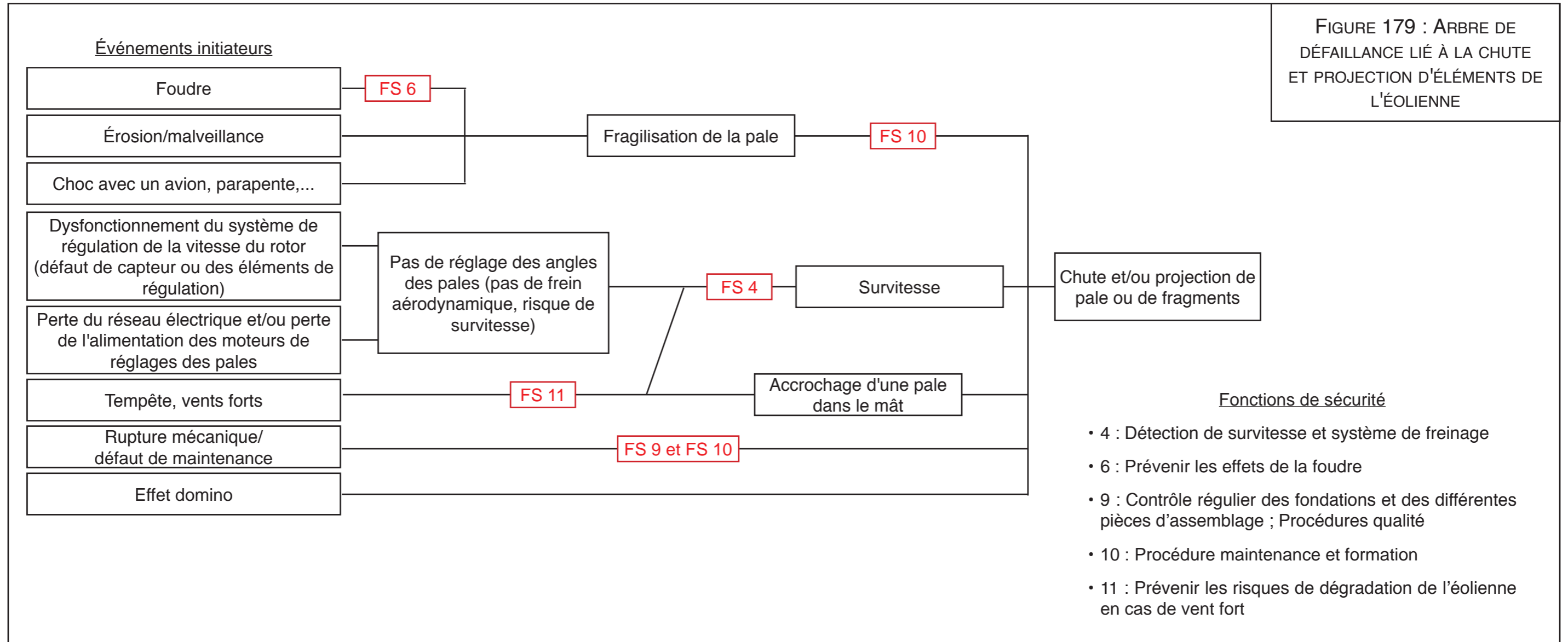
N°	Événement initiateur	Événement redouté intermédiaire	Description de l'événement initiateur	Mesures contribuant à réduire la probabilité de l'événement initiateur	Fonction de sécurité associée (FS)
3	Choc avec un aéronef/ parachute/ parapente/ modélisme	Rupture d'une pale ou d'un fragment de pale		<ul style="list-style-type: none"> - Consultation préalable de l'armée lors de l'élaboration du projet - 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 intermédiaire pour les hauteurs > 150 m en bout de pale (sur le fût du mât) - Balisage sur batteries en cas de perte du réseau électrique (autonomie 12 h - DGAC prévenue) - Couleur éolienne : blanche - Éoliennes indiquées sur les plans de vol 	<p align="center">Fonction de sécurité 10 Prévenir les erreurs de maintenance</p>
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"> - Signal d'alerte SCADA en cas de déclenchement d'un capteur de sécurité - Dès qu'il y a un écart sur l'angle des pitch des 3 pales la machine s'arrête - Indépendance des systèmes d'inclinaison des pales (une pale en drapeau suffit pour freiner la machine) - Système de sécurité indépendant contre la survitesse avec la présence d'un frein hydraulique indépendant du frein aérodynamique - 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 - Mesure redondante des vitesses de rotation, arrêt en cas d'incohérence des mesures 	<p align="center">Fonction de sécurité 4 Prévenir la survitesse</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)
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"> - Batteries de secours situées dans la partie Rotor - Arrêt de l'éolienne en cas de coupure de l'alimentation par le réseau public - Présence de batteries ou d'onduleur sur les équipements de sécurité (balisage lumineux, système de commande) - Accumulateurs hydropneumatiques de secours situées dans la partie Rotor 	<p>Fonction de sécurité 4 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"> - Études de vent - Design des éoliennes selon la norme IEC 61400. - En cas de vents violents, mise en position de la machine pour minimiser les contraintes (position face au vent, position des pales en drapeau) - Conception distance minimale entre la tour et la pale - Contrôle continu de la courbe de puissance 	<p>Fonction de sécurité 4 Prévenir la survitesse</p> <p>Fonction de sécurité 11 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"> - Étude de sol - Opérations de maintenance définies par l'arrêté de 26 août 2011 	<p>Fonction de sécurité 9 Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage</p> <p>Fonction de sécurité 10 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"> - Respect des distances d'éloignement préconisées par le constructeur 	

1.9.2.3.2 - 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 sont représentés sur la figure suivante.

Cinq fonctions de sécurité sont identifiées



1.9.2.3.3 - Scénario de Chute d'éléments de l'éolienne

• Zone d'effet

Le risque de chute d'élément est cantonné à la zone de survol des pales, c'est-à-dire une zone d'effet correspondant à un disque de rayon égal à un demi diamètre de rotor.

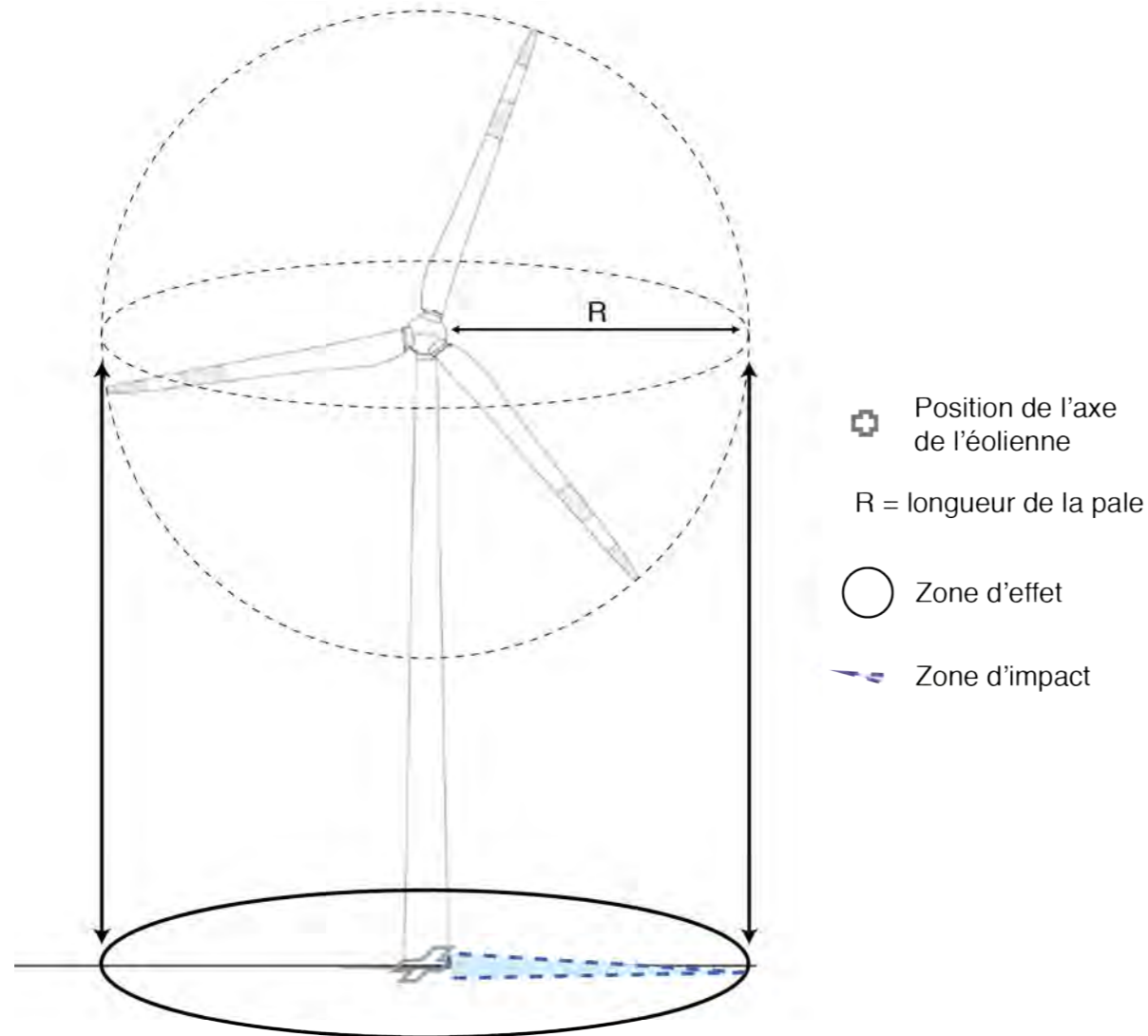


Figure 180 : Schéma du scénario chute d'élément d'éolienne

• 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 (zone de survol, figure ci-contre).

Le tableau suivant permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments d'une éolienne du projet.

Chute d'éléments de l'éolienne			
Zone d'impact (en m ²)	Zone d'effet du phénomène étudié (en m ²)	Degré d'exposition du phénomène étudié (en %)	Intensité
$R \times LB / 2$	$\pi \times R^2$	Zone d'impact ÷ Zone d'effet du phénomène	
224	17 437	1,28	Fort

R : longueur de pale LB : largeur de la base de la pale

L'intensité en dehors de la zone de survol est nulle.

• Gravité

On identifie les cibles humaines potentielles dans la surface d'effet de chaque éolienne.

Étant données les distances d'effets calculées, la chute d'éléments d'éoliennes peut atteindre les personnes situées dans les champs et sur les chemins autour du site. Pour le calcul du nombre de personnes permanentes ou équivalent, on se réfère au premier tableau du chapitre "I.9.1.3 - Gravité", page 516.

Le tableau suivant rappelle les correspondances entre la gravité et le nombre de personnes exposées pour une exposition d'intensité forte :

Gravité	"Désastreux"	"Catastrophique"	"Important"	"Sérieux"	"Modéré"
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

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.

Chute d'éléments de l'éolienne			
Éoliennes	Nombre de personnes permanentes ou équivalent et hypothèses retenues		Gravité
E1 à E4	0,01	terrains non aménagés	Sérieux

• 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 connu en France montre que ces événements ont une classe de probabilité "C" : 2 chutes et 5 incendies pour 15 667 éoliennes x années d'expérience, soit $4,47 \cdot 10^{-4}$ 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 éléments permettant d'estimer l'acceptabilité du risque sont résumés sur la figure suivante.

Les accidents "chute d'éléments de l'éolienne" sont positionnés dans la matrice de criticité ci-dessous.

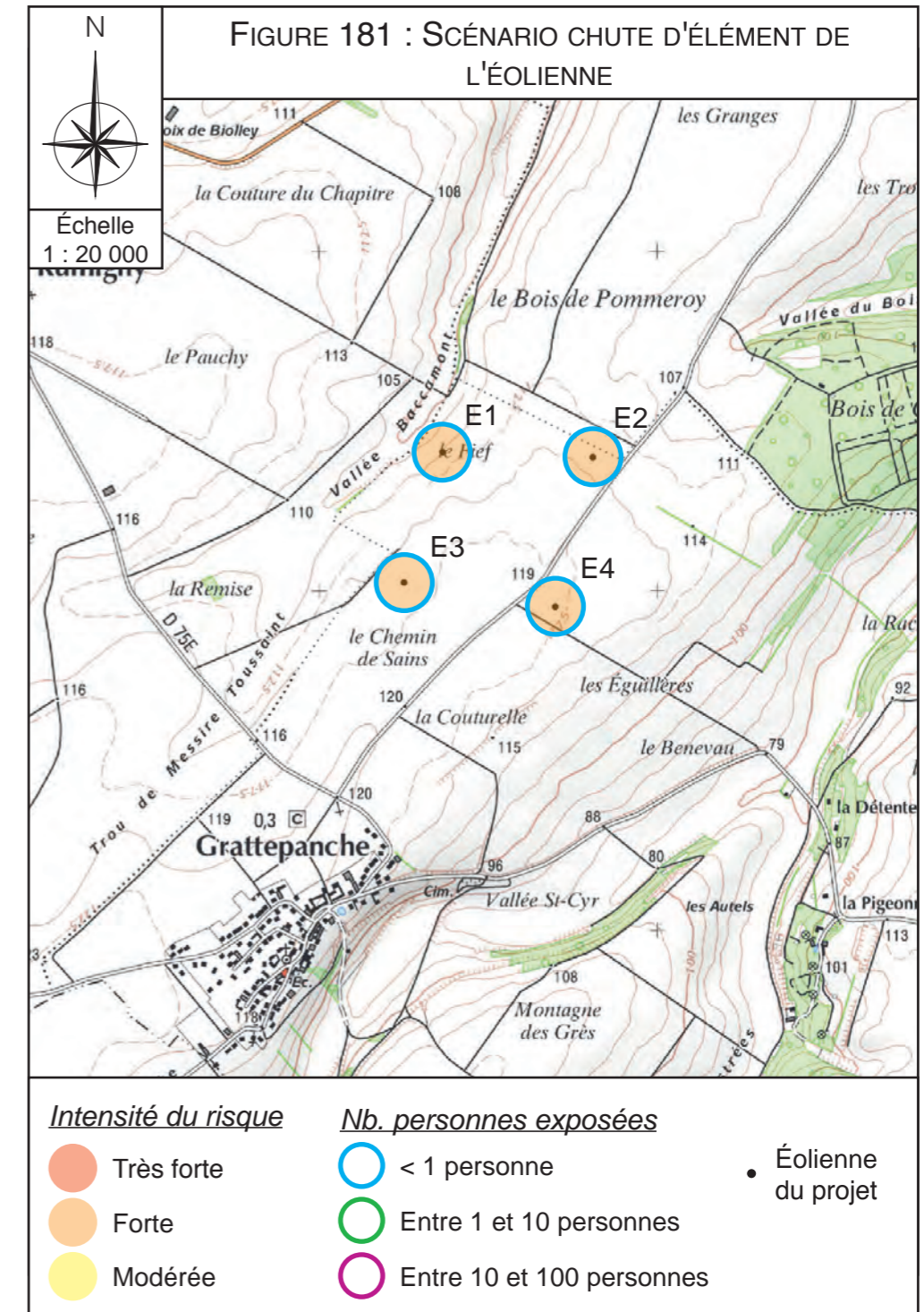
Gravité	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
5. Désastreux	Yellow	Red	Red	Red	Red
4. Catastrophique	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
3. Important	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red
2. Sérieux	Green	Green	X	Yellow	Red
1. Modéré	Green	Green	Green	Green	Yellow

Éoliennes	N 149
Diamètre du rotor (m)	149,0
Nb. d'éoliennes du champ	4
Hauteur du mât (m)	105
Surface d'effet (m ²)	17 437
Diamètre du mât (m)	5
Cinétique	Rapide
Intensité	Forte
Fréquence (/an) et classe	10 ⁻³ à 10 ⁻⁴ (C)
Gravité	Sérieux

Avec une classe de probabilité "C", le risque de chute d'éléments pour chaque aérogénérateur est évalué comme nécessitant la mise en œuvre de mesures de sécurité.

Or, nous avons vu que six fonctions de sécurité sont impliquées dans la maîtrise de ce risque (Figure 179).

Ainsi, pour le parc éolien de Grattepanche, le phénomène de chute d'éléments de l'éolienne constitue un risque acceptable pour les personnes.



1.9.2.3.4 - 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. 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 (500 m).

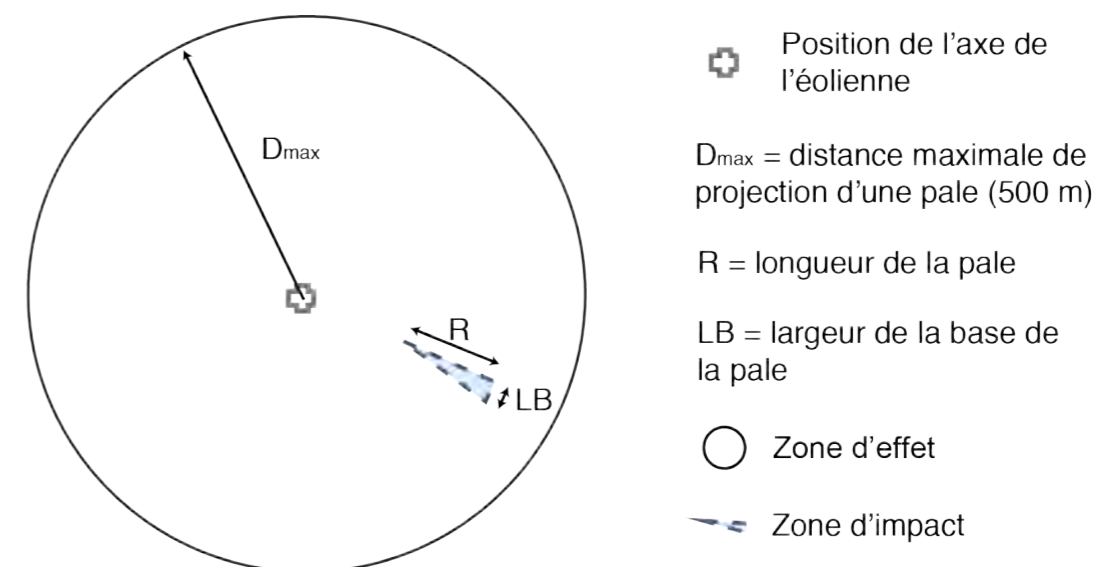


Figure 182 : Schématisation du scénario projection de pale

Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne dans le cas du parc éolien de Grattepanche.

Projection de fragment de pale			
Zone d'impact (en m ²)	Zone d'effet du phénomène étudié (en m ²)	Degré d'exposition du phénomène étudié (en %)	Intensité
$R \times LB / 2$	$\pi \times D_{max}^2$	Zone d'impact ÷ Zone d'effet du phénomène	
224	785 398	0,028	Modérée

D_{max} : 500 m LB : la largeur de la base de la pale

• Gravité

On identifie les cibles humaines potentielles dans la surface d'effet de chaque éolienne.

Étant données les distances d'effets calculées, la projection d'éléments d'éoliennes peut atteindre les personnes situées dans les champs, sur les chemins et petites routes autour du site. Pour le calcul du nombre de personnes permanentes ou équivalent, on se réfère au premier tableau du chapitre "I.9.1.3 - Gravité", page 516.

Le tableau suivant rappelle les correspondances entre la gravité et le nombre de personnes exposées pour une exposition d'intensité modérée :

Gravité	"Désastreux"	"Catastrophique"	"Important"	"Sérieux"	"Modéré"
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"

On suppose que le centre de gravité de la pale est situé au 1/3 de sa longueur. 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.

Projection de fragment de pale			
Éoliennes	Nombre de personnes permanentes ou équivalent et hypothèses retenues		Gravité
E1	0,88 à 0,98	chemins et petite route (VC 4) : 3230 m et terrains non aménagés	Modéré
E2		chemins et petite route (VC 4) : 1525 m et terrains non aménagés	
E3		chemins et petite route (VC 4) : 2590 m et terrains non aménagés	
E4		chemins et petite route (VC 4) : 1835 m et terrains non aménagés	

• Probabilité

Les valeurs de probabilité 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 <i>Specific Hazard Assessment for a wind farm project – Case study – Germanischer Lloyd, Windtest Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, 2010/08/24</i>	1×10^{-6}	E	Respect de l'Eurocode EN 1990 – Basis of structural design
<i>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</i>	$1,1 \times 10^{-3}$	B	Retour d'expérience au Danemark (1984-1992) et en Allemagne (1989-2001)
<i>Specification of minimum distances, Dr-ing. Veenker ingenieurgesellschaft, 2004</i>	$6,1 \times 10^{-4}$	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.

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

- les dispositions de la norme IEC 61 400-1,
- les dispositions des normes IEC 61 400-24 et EN 62 305-3 relatives à la foudre,
- système de détection des survitesses et un système redondant de freinage,
- système de détection des vents forts et un système redondant de freinage et de mise en sécurité des installations,
- utilisation de matériaux résistants pour la fabrication des pales (fibre de verre ou de carbone, résines, etc.).

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

La carte ci-contre résume les éléments d'estimation de l'acceptabilité du risque.

Les accidents "projection de pale ou de fragment de pale" sont positionnés dans la matrice de criticité suivante.

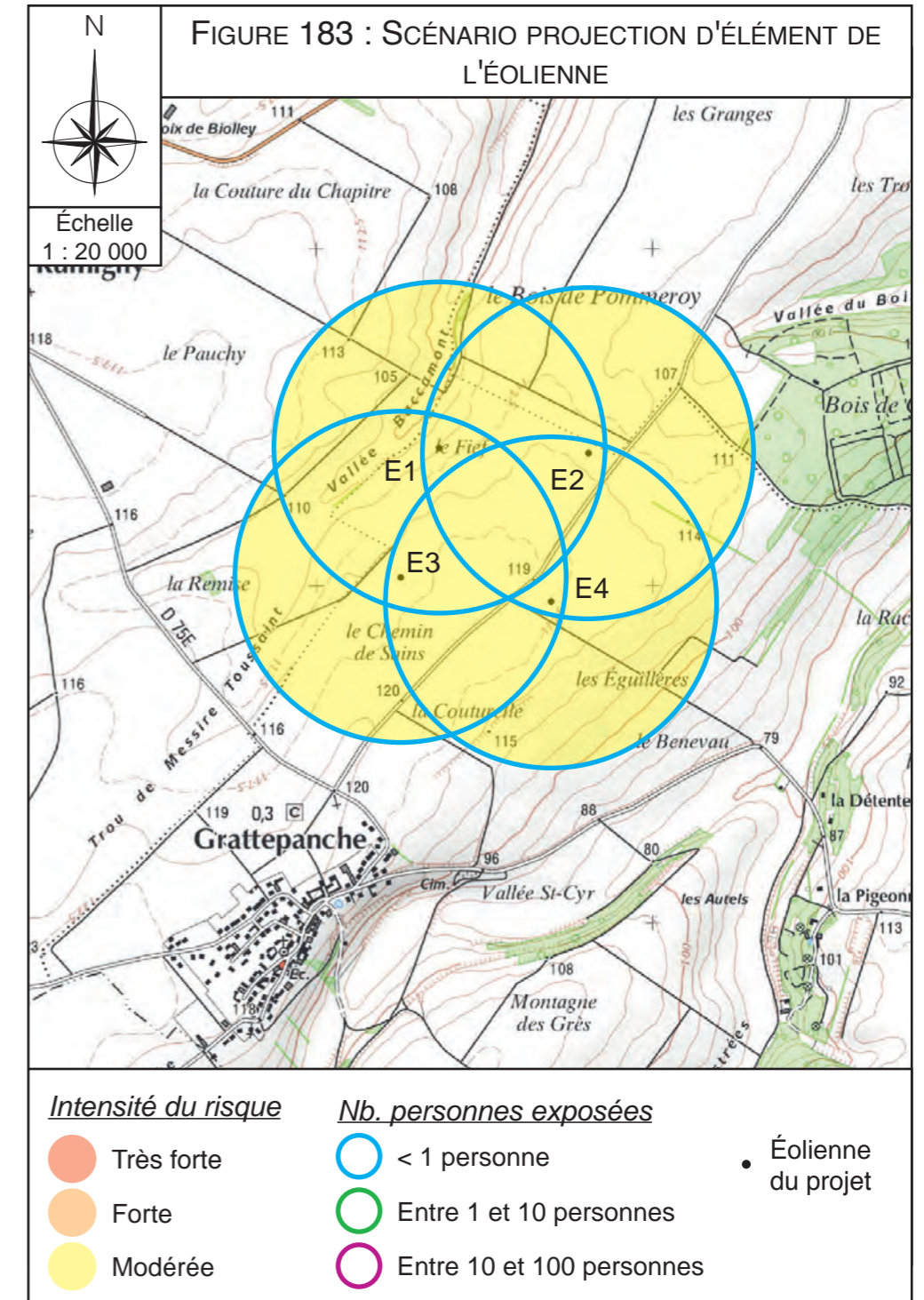
Gravité	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
5. Désastreux	Yellow	Red	Red	Red	Red
4. Catastrophique	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
3. Important	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red
2. Sérieux	Green	Green	Yellow	Yellow	Red
1. Modéré	Green	X	Green	Green	Yellow

Éoliennes	N 149
Diamètre du rotor (m)	149,0
Nb. d'éoliennes du champ	4
Hauteur du mât (m)	105
Surface d'effet (m ²)	785 398
Diamètre du mât (m)	5
Cinétique	Rapide
Intensité	Modérée
Fréquence (/an) et classe	10 ⁻⁵ à 10 ⁻⁴ (D)
Gravité	Modéré

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 de Grattepanche, le phénomène de projection de tout ou partie de pale des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

Notons que si la classe de probabilité C était retenue, le risque serait encore acceptable.



I.9.3 - EFFET DOMINO

On entend par effets 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.

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.

I.9.4 - MOYENS D'INTERVENTION ET DE LIMITATION DES CONSÉQUENCES

I.9.4.1 - 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 et Nordex, le constructeur retenu.

La société d'exploitation délègue la maîtrise d'ouvrage et l'exploitation du site 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 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 spécialisés :
 - Étude géotechnique,
 - Coordination Sécurité Protection Santé,
 - Contrôle 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, Enedis, 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 Maître d'Ouvrage, contrôle des situations de travaux, signature des décomptes généraux définitifs,
 - Missions juridiques.

• Les missions 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, 7j/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).

I.9.4.2 - 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 (un dans la tour et un dans la nacelle) 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 d'extincteurs, bien visibles et facilement accessibles, dans la nacelle et à la base du mât. Ces extincteurs ont pour vocation d'être utilisés en cas de problème lors d'opérations de maintenance (présence d'un opérateur sur site).

Les principaux paramètres de températures et de vitesses de rotation sont surveillés dans les différents organes de la machine. En cas d'anomalie, les détecteurs de température disposés dans la nacelle conduisent à des actions similaires aux détecteurs de fumée.

Le cheminement d'alerte provenant des éoliennes est assuré par le 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. Les messages d'alertes sont acheminés jusqu'au centre de surveillance où ils sont automatiquement ré-adressés à l'exploitant par courriel et par SMS. 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.

La société exploitante 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 distances.

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.

Le centre de secours le plus proche est la caserne de pompiers de Saint-Saulieu. Les secours peuvent donc être sur les lieux en moins de 10 minutes.

Enfin les enseignements retirés des anomalies ou des accidents constatés sont pris en compte pour éviter le renouvellement de ces dysfonctionnements.

I.9.5 - SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

Le parc éolien de Grattepanche est composé de 4 éoliennes implantées dans un espace de cultures.

La situation des éoliennes en pleins champs induit une faible présence humaine. Ainsi, dans tous les scénarios considérés, et pour chaque éolienne du projet, l'équivalent de moins d'une personne est chaque fois concernée.

Les intensités variant en fonction du ratio zone d'impact / zone d'effet, les scénarios effondrement de la machine et chute d'un élément (cas majorant de la pale) ont des intensités fortes tandis que pour les autres scénarios l'intensité est modérée.

La gravité du phénomène, résultant de l'intensité et du nombre de personnes exposées, n'est jamais plus que "modérée" ou "sérieuse" dans le cas du parc de Grattepanche.

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.

Pour chacun des 4 aérogénérateurs, l'ensemble des scénarios étudiés et les paramètres de cinétique, intensité, probabilité et gravité qui leur sont associés sont synthétisés dans le tableau suivant.

Événement	Zone d'effet (m ²)	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité	Nombre de personnes exposés selon l'éolienne et l'évènement considérés				Fonctions de sécurité	Niveau de risque	
						E1	E2	E3	E4			
Effondrement	101 788	Rapide	Fort	D	<u>Sérieux</u>	0,12 à 0,14				Prévenir la survitesse Prévenir les courts-circuits Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage Prévenir les erreurs de maintenance Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	Acceptable	
Chute de glace	17 437		Modéré	A	<u>Modéré</u>	0,02				Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	Acceptable	
Chute d'élément			Fort	C	<u>Sérieux</u>	0,02				Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace Prévenir la survitesse Prévenir les effets de la foudre Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage Prévenir les erreurs de maintenance Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	Acceptable	
Projection de glace			456 037	Modéré	B	<u>Modéré</u>	0,53 à 0,56				Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	Acceptable
Projection de pale ou de fragment de pale			785 398	Modéré	D	<u>Modéré</u>	0,88 à 0,98				Prévenir la survitesse Prévenir les effets de la foudre Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage Prévenir les erreurs de maintenance Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	Acceptable

FIGURE 185 : RISQUES LIÉS AUX SCÉNARIOS DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES ET LEURS ZONES D'EFFET SPÉCIFIQUES

• Éolienne du projet

Intensité du risque

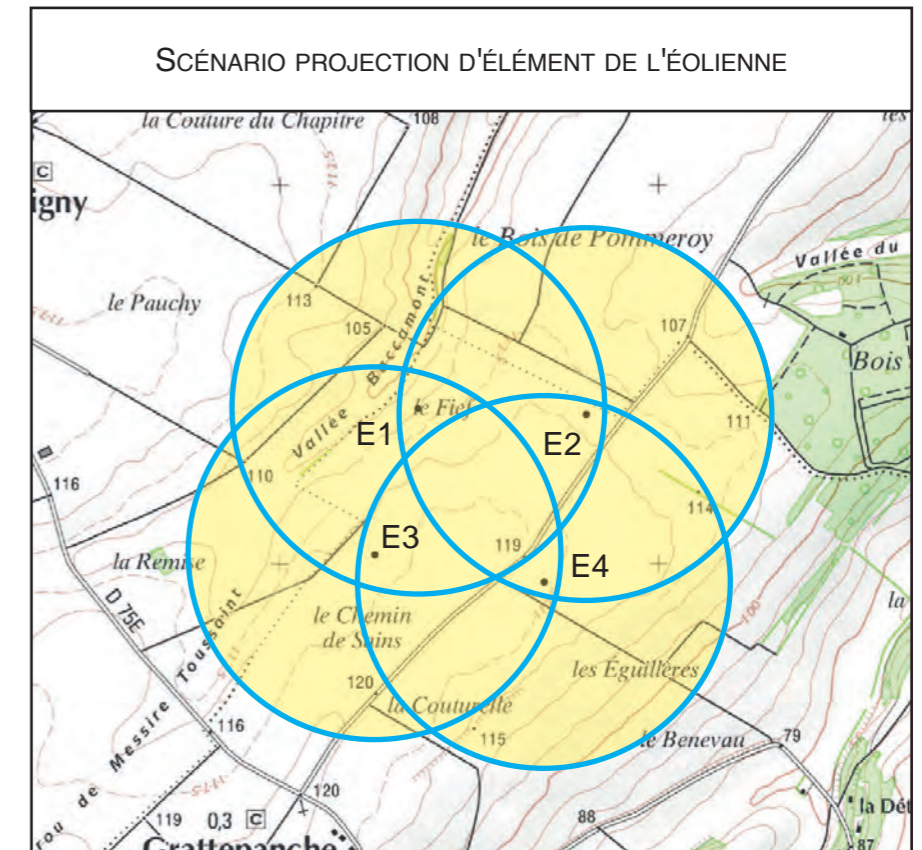
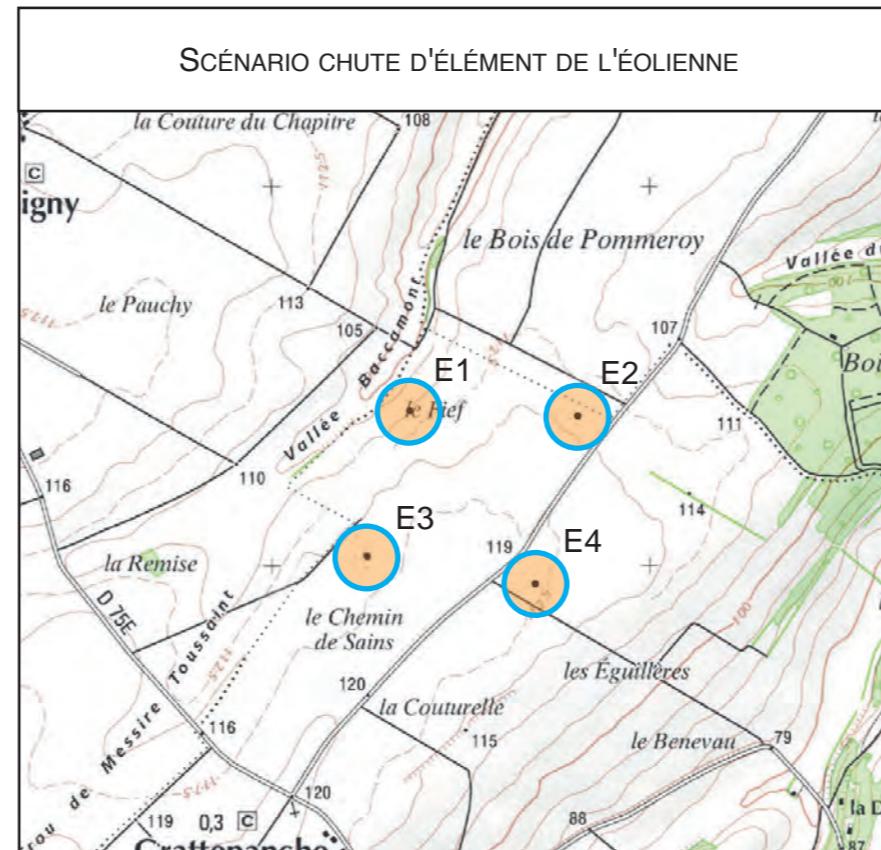
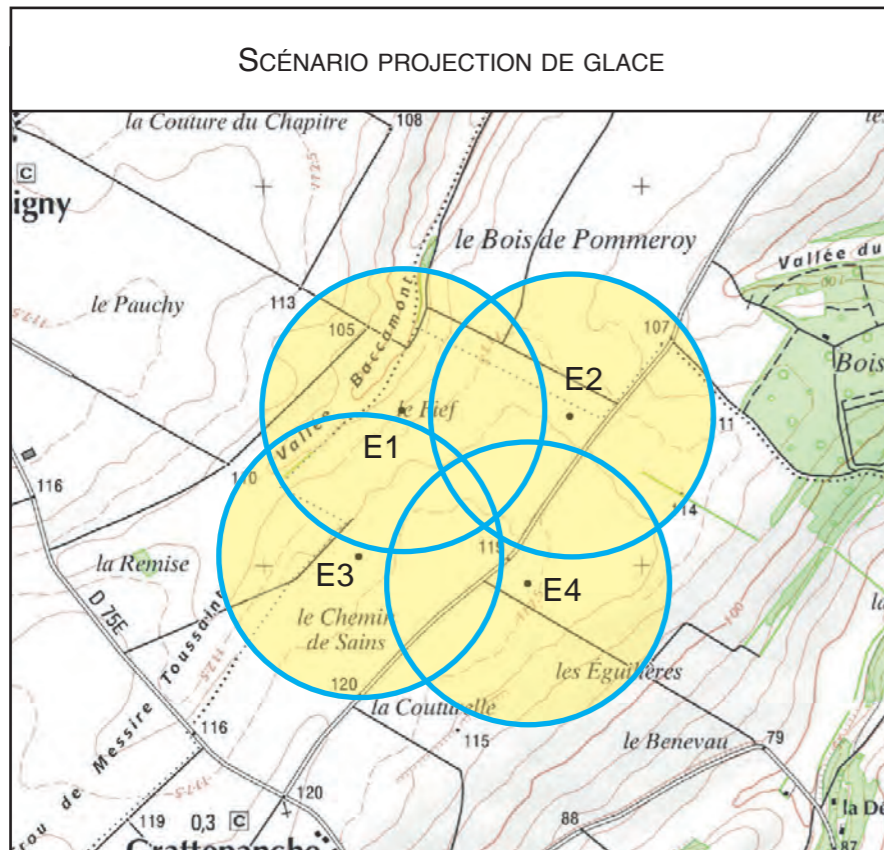
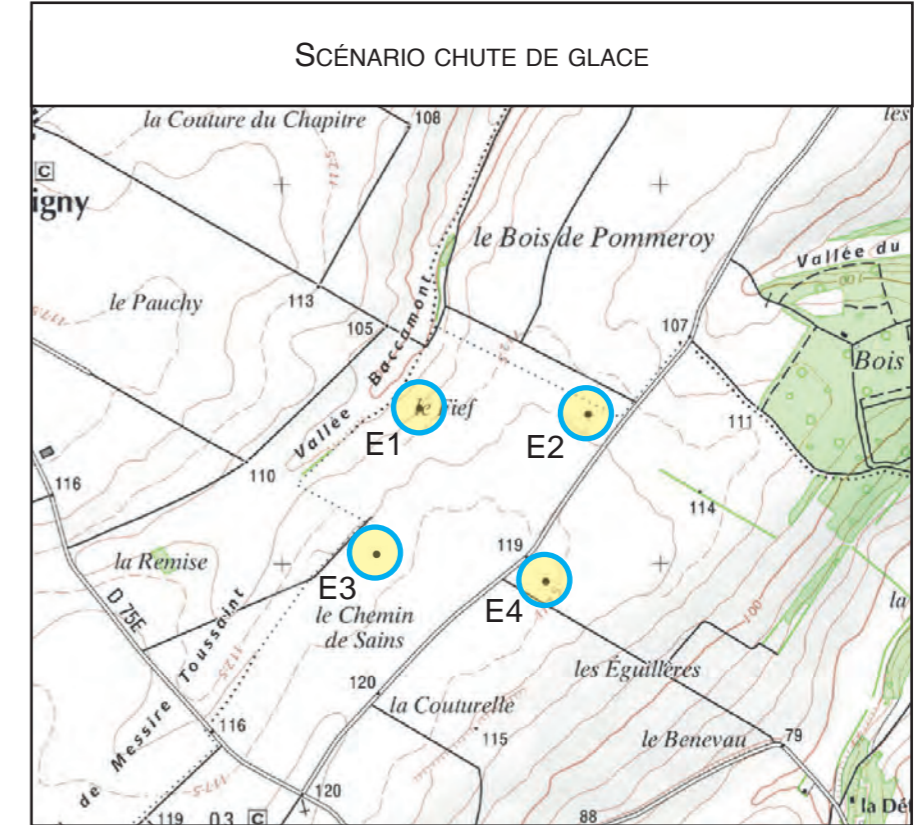
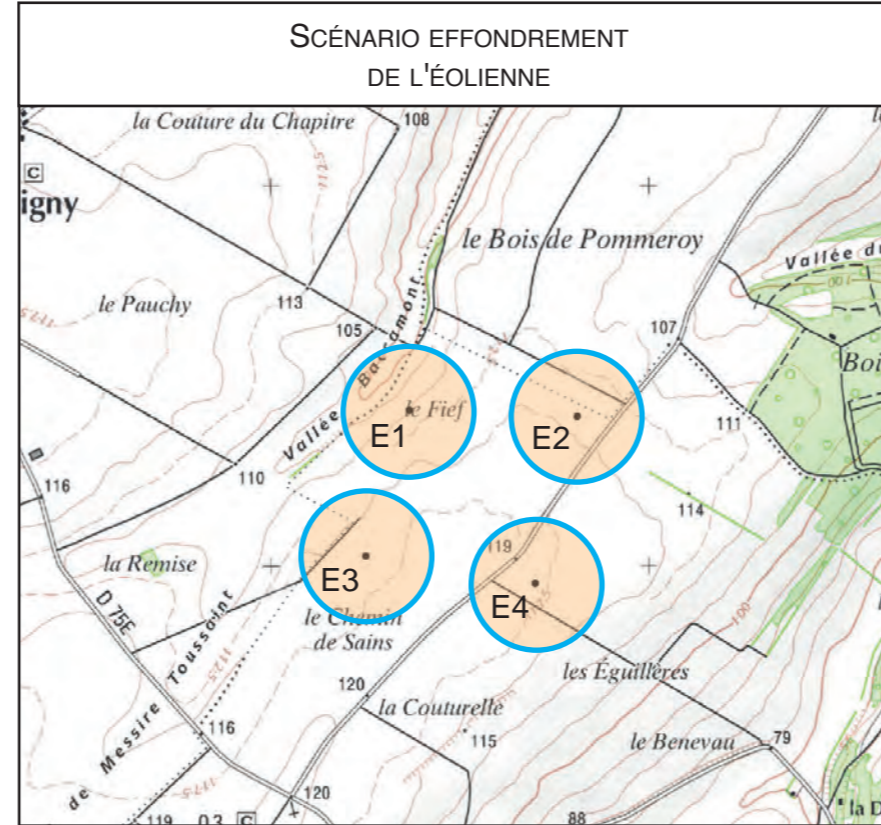
- Très forte
- Forte
- Modérée

Nombre de personnes exposées

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



Échelle
1 : 20 000



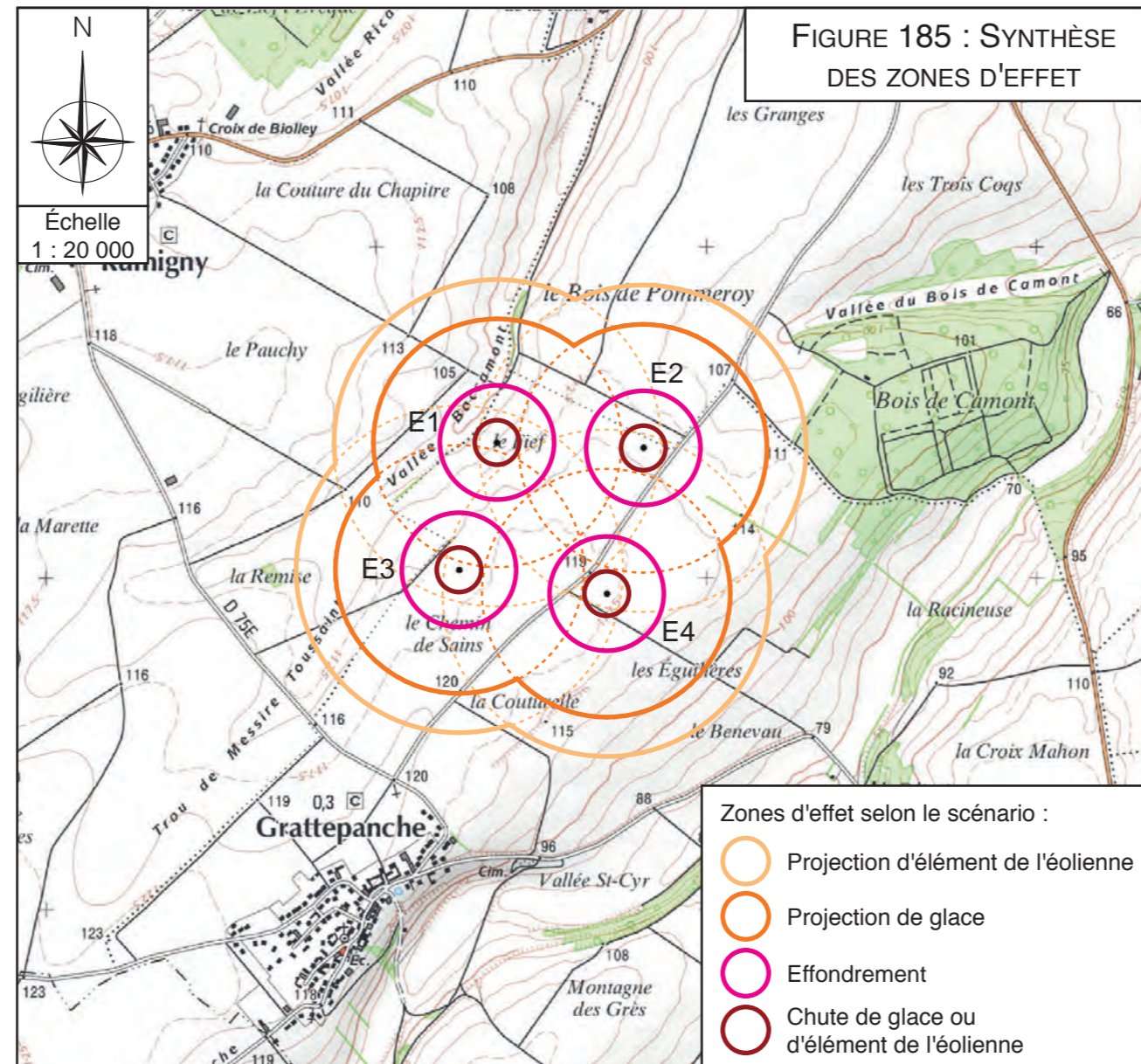
En synthèse, les scénarios retenus sont reportés dans la grille de criticité suivante (voir aussi "I.9.1.5 - Acceptabilité du risque", page 518).

Gravité	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
5. Désastreux					
4. Catastrophique					
3. Important					
2. Sérieux		<u>Effondrement</u>	<u>Chute d'élément</u>		
1. Modéré		<u>Projection d'élément</u>		<u>Projection de glace</u>	<u>Chute de glace</u>

Rappel de la légende des couleurs :

- Zone de risque élevé (non acceptable)
- Zone de mesures de maîtrise du risque
- Zone de risque moindre

La carte suivante présente les zones d'effets des 5 scénarios retenus pour les 4 éoliennes du projet.



J - MÉTHODES UTILISÉES ET DIFFICULTÉS RENCONTRÉES

L'objectif de cette partie 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.

J.1 - 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, la flore, les chiroptères, l'acoustique et les paysages 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.

J.1.1 - 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,
- Météo France - données climatologiques,
- l'Agence Régionale de la Santé (ARS),
- la Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM) - Service de l'Environnement (données sur les risques naturels),
- RTE, France Télécom, GRDF, Enedis, ANFR - données sur les réseaux,
- la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) de Picardie / Hauts-de-France - milieux aquatiques, milieu naturel, 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 (DRAC) de Picardie / Hauts-de-France, services de l'Archéologie et des Monuments Historiques,
- Atmo Picardie / Hauts-de-France - qualité de l'air,
- l'INSEE - Inventaires communaux,
- les établissements publics de coopération intercommunale et les différentes communes concernés - données sur l'urbanisme et l'occupation du sol,...

J.1.2 - 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 Biotopes.

Les prospection flore ont portées 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. Deux sorties ont été réalisées, au printemps et à l'été :

Date de prospection	Conditions météorologique	Température
27 avril 2020	Ensoleillée	18°C
09 juillet 2020	Ensoleillée	25°C

Cet inventaire a permis d'établir une liste exhaustive des espèces répertoriées (114 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. À 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.

J.1.3 - ÉTUDE AVIFAUNE

Les prospections ont été réalisées à l'aide d'une paire de jumelle Vanguard 10x42, depuis les points d'écoutes et d'observations.

Trois 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. Nous utilisons des jumelles d'observation de type 10x42.

Tous les contacts visuels et/ou auditifs sont notés sans limitation de distance.

Nous avons utilisé 7 points d'écoute et d'observation lors de nos prospections 2019/2020 sur la zone du projet. Les points sont localisés sur la Figure 186.

Sept points IPA ont été répartis sur la zone d'implantation potentielle :

- les points 1, 4 et 7 sont localisés en openfields ;
- les points 2, 3 et 5 sont situés en openfields, mais avec des haies, des boisements et des zones de prairies proches ;
- le point 6 est placé en lisière d'un boisement, avec des openfields autour.

Pour les IPA nocturnes, les écoutes ont été réalisés conjointement aux sorties Chiroptères, dont les dates sont également favorables pour l'écoutes des oiseaux nocturnes et/ou crépusculaires.

• La recherche en période de migration post-nuptiale

Concernant les points d'observation de migration, nous en avons placé 3, perpendiculairement à l'axe de migration majeur (Nord-Est à Sud-Ouest), au niveau du projet, sur des points hauts. Nous avons choisi de ne pas faire ce type de protocole, mais plutôt des IPA, pour la migration pré-nuptiale, car lors de cette période, on peut déjà observer quelques oiseaux nicheurs.

• La recherche qualitative

La recherche qualitative consiste à parcourir l'ensemble des milieux concernés par le projet d'implantation des éoliennes, ainsi que les milieux remarquables situés à proximité (groupement de bois, haies) dans le but de dénombrer et d'identifier le plus d'oiseaux possible.

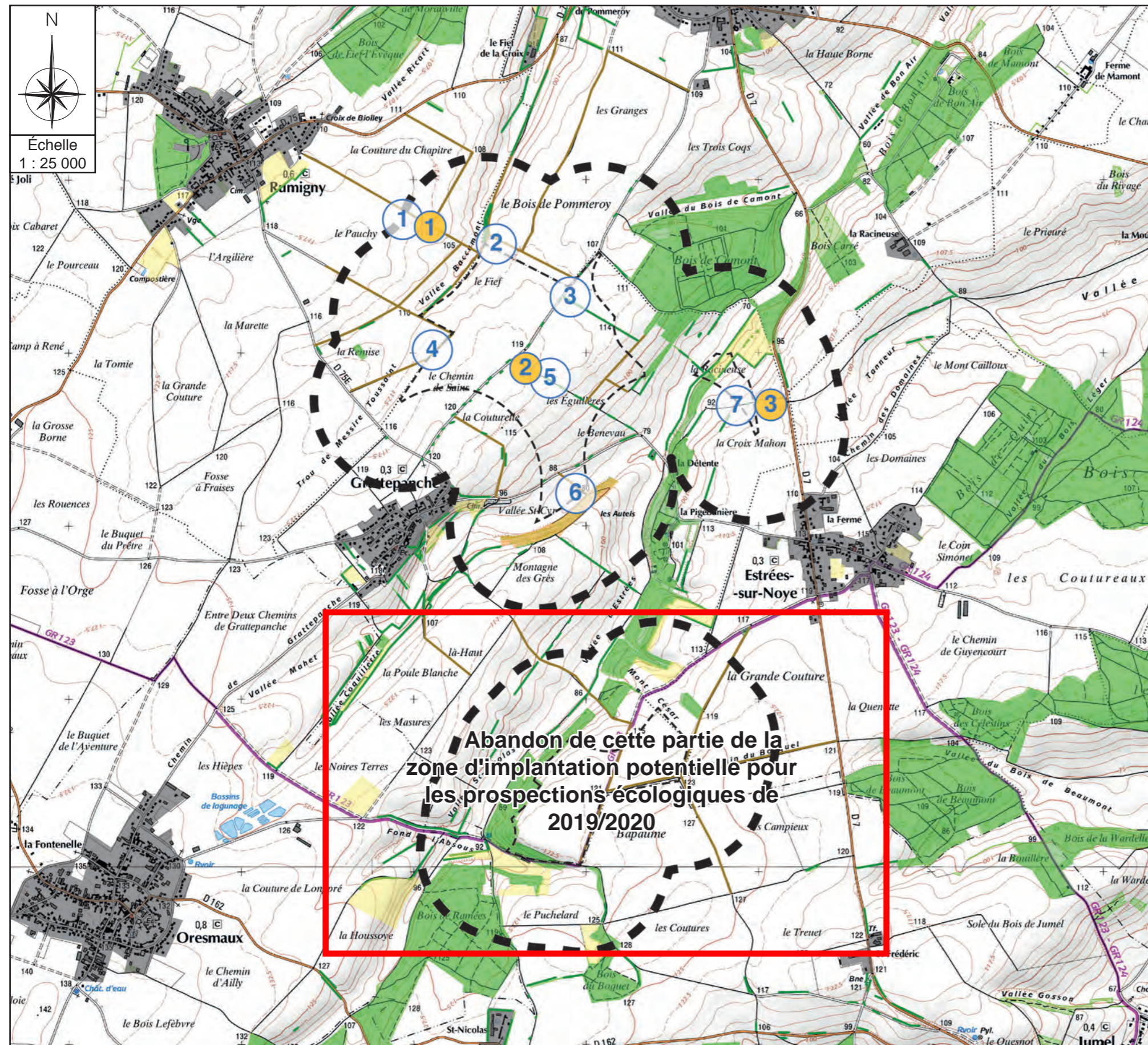


FIGURE 186 : LOCALISATION DU PROTOCOLE AVIFAUNE

Éolien :

- Zone d'implantation potentielle
- ■ ■ ■ Périimètre de 500 m autour de la zone d'implantation potentielle.

Milieus :

- Grandes cultures (C.c 82.11)
- Chênaies-Charmaies (C.c 84.12)
- Fourrés médio-européens sur sol fertile (C.c 38.81)
- Pâturages continus (C.c 38.11)
- Complexe à Fruticées à génévriers communs X
- Pelouses calcaires sub-atlantiques semi-arides (C.c 31.88X34.32)
- Eaux douces (C.c 22.1)
- Urbanisation (C.c 86.2)



Point d'écoute IPA



Point d'observation migration post-nuptiale

• Déroulement des prospections

La campagne de prospection a été réalisée durant un cycle biologique complet et de manière continue, comme le montre le tableau ci-dessous.

	Dates	Conditions météorologiques		
IPA Diurne	24-12-2019	Nébulosité 4/8	Vent 25 km/h Ouest	10°C
	20-01-2020	Nébulosité 2/8	Vent 10 km/h Nord-Est	4°C
	06-02-2020	Nébulosité 0/8	Vent 10 km/h Est/Nord-Est	2°C
	21-02-2020	Nébulosité 6/8	Vent 20 km/h Sud-Ouest	8°C
	02-03-2020	Nébulosité 7/8	Vent 10 km/h Sud	6°C
	18-03-2020	Nébulosité 1/8	Vent 10 km/h Sud-Ouest	14°C
	25-03-2020	Nébulosité 0/8	Vent 15 km/h Nord-Est	9°C
	03-04-2020	Nébulosité 6/8	Vent 10 km/h Nord-Ouest	10°C
	27-04-2020	Nébulosité 6/8	Vent 10 km/h Sud-Ouest	12°C
	12-05-2020	Nébulosité 0/8	Vent 10 km/h Nord-Est	14°C
	26-05-2020	Nébulosité 7/8	Vent 15 km/h Nord/Nord-Est	20°C
	03-06-2020	Nébulosité 1/8	Vent 20 km/h Nord-Est	23°C
	29-06-2020	Nébulosité 6/8	Vent 20 km/h Sud-Ouest	20°C
	09-07-2020	Nébulosité 6/8	Vent 15 km/h Ouest/Nord-Ouest	20°C
	18-07-2019	Nébulosité 6/8	Vent 10 km/h Sud-Ouest	20°C
30-07-2019	Nébulosité 4/8	Vent 20 km/h Sud-Ouest	18°C	
Point Migration	08-08-2019	Nébulosité 1/8	Vent 5 km/h Sud	25°C
	22-08-2019	Nébulosité 1/8	Vent 20 km/h Ouest/Nord-Ouest	25°C
	06-09-2019	Nébulosité 3/8	Vent 10 km/h Sud-Ouest	18°C
	16-09-2019	Nébulosité 4/8	Vent 15 km/h Ouest/Nord-Ouest	20°C
	03-10-2019	Nébulosité 6/8	Vent 20 km/h Ouest/Sud-Ouest	15°C
	22-10-2019	Nébulosité 8/8	Vent <10 km/h Est/Sud-Est	16°C
	05-11-2019	Nébulosité 6/8	Vent 10 km/h Sud-Est	10°C
21-11-2019	Nébulosité 1/8	Vent <10 km/h Sud-Est	6°C	
IPA Nocturne	10-04-2020	Nébulosité 0/8	Vent 10 km/h Est	13°C
	23-04-2020	Nébulosité 0/8	Vent 10 km/h Nord-Est	11°C
	04-05-2020	Nébulosité 6/8	Vent 10 km/h Nord-Est	10°C
	26-05-2020	Nébulosité 0/8	Vent 10 km/h Nord-Est	14°C
	15-06-2020	Nébulosité 4/8	Vent 10 km/h Sud-Ouest	16°C
	09-07-2020	Nébulosité 8/8	Vent 15 km/h Ouest/Nord-Ouest	16°C
	18-07-2019	Nébulosité 8/8	Vent 10 km/h Sud-Ouest	17°C
	30-07-2019	Nébulosité 4/8	Vent 15 km/h Sud-Ouest	16°C
	08-08-2019	Nébulosité. 1/8	Vent 5 km/h Sud	20°C
	26-08-2019	Nébulosité 1/8	Vent 5 km/h Est	25°C
	05-09-2019	Nébulosité 1/8	Vent 10 km/h Nord-Ouest	10°C
	16-09-2019	Nébulosité 4/8	Vent 10 km/h Ouest/Nord-Ouest	15°C
03-10-2019	Nébulosité 3/8	Vent 10 km/h Sud	10°C	

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Nombre de prospection par phase de cycle de vie
Hivernage													4
Pré-nuptiale													11
Nidification													17
Post-nuptiale													13
Prospections diurnes	20-01-20	06-02-20 21-02-20	02-03-20 18-03-20 25-03-20	03-04-20 27-04-20	12-05-20 26-05-20	03-06-20 29-06-20	09-07-20 18-07-19 30-07-19	08-08-19 22-08-19	06-09-19 16-09-19	03-10-19 22-10-19	05-11-19 21-11-19	24-12-19	24
Prospections nocturnes	--	--	--	10-04-20 23-04-20	04-05-20 26-05-20	15-06-20	09-07-20 18-07-19 30-07-19	08-08-19 26-08-19	05-09-19 16-09-19	03-10-19	--	--	13

La courbe de découverte d'espèces d'oiseaux (Figure 187), 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 (24 diurnes et 13 nocturnes) apparaît donc suffisant. Sachant que nous avons en plus ajouté les espèces observées lors de la précédente étude (anciens inventaires réalisés en 2016 et 2017, voir Annexes).

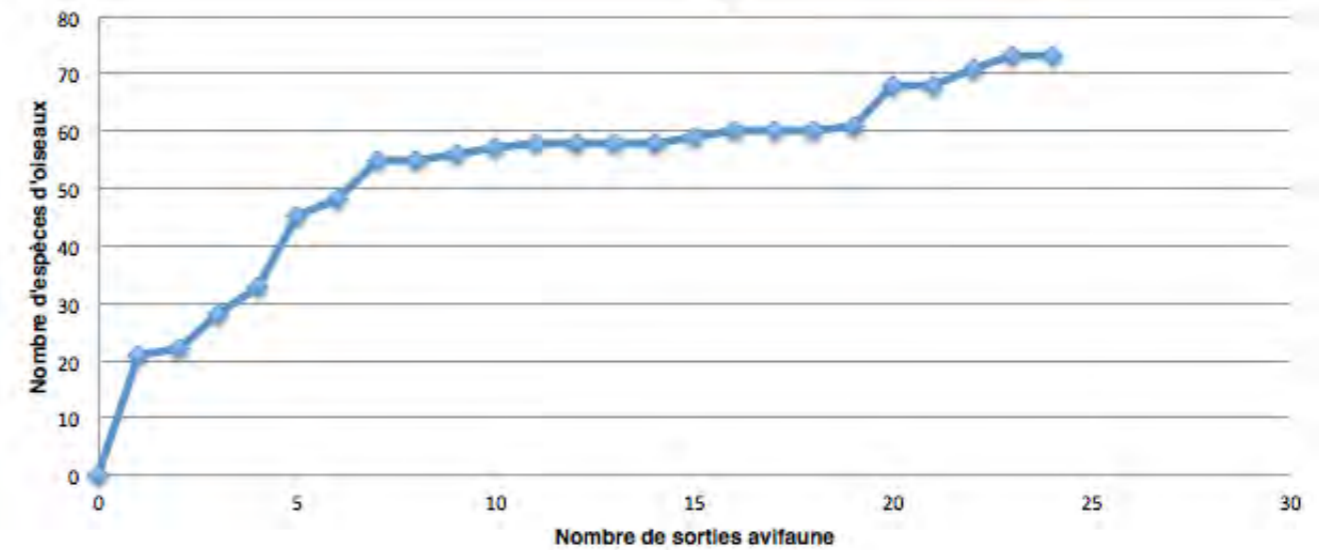


Figure 187 : Cumul de nouvelles espèces d'oiseaux

J.1.4 - ÉTUDE CHIROPTÉROLOGIQUE

J.1.4.1 - 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 SFPEM (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,
L'association locale Picardie Nature a fourni une synthèse de ces nombreuses données sur le secteur
- 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.

J.1.4.1.1 - 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 SFPEM recommande de rechercher et de prospecter 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. À noter que ces éléments peuvent être peu perceptibles a 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.

J.1.4.1.2 - 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.

J.1.4.1.3 - 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.

J.1.4.1.4 - 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...) :

9 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.

- 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 188 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.

J.1.4.1.5 - 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 en hauteur 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/SM4BAT), 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, 3 écoutes fixes ont été réalisées.

La Figure 188 localise les points d'écoute fixe.

J.1.4.1.6 - Écoute de très longue durée à hauteur de rotor

Un mât de mesures a été mis en place sur la zone d'implantation potentielle. Ce dernier a permis d'installer un dispositif d'enregistrement automatique des chiroptères, au sol, mais également à 80 m grâce à un micro déporté à cette hauteur.

Une première phase d'écoute s'est déroulée du 03 août au 28 octobre 2016, puis une seconde du 30 mai au 07 août 2017, puis une troisième de mars à mai 2018. Cela a permis d'enregistrer des données sur un cycle biologique complet.

De nouvelles données issues d'écoutes de 2020 viennent s'ajoutées au dossier (de mars à septembre 2020).

La localisation du mât est indiquée en Figure 188.

J.1.4.1.7 - Transect d'écoute

Le transect d'écoutes permet d'analyser la distance à laquelle l'activité des chiroptères chute, vis à vis d'un élément attractif, de type haies, bosquet, bois ...

Pour réaliser ce transect, nous disposons une écoute fixe (type SM2Bat) sur l'élément attractif (haies, bois, bosquet). Et simultanément nous réalisons des points d'écoute (à l'aide d'un petterson D-240X) de 15 min tous les 25 m en s'éloignant progressivement de l'élément attractif.

Grâce à ce protocole nous pouvons donc évaluer la distance à partir de laquelle l'activité chute. Pour notre projet, cela est de l'ordre de 125 m.

La localisation du mât est indiquée en Figure 188.

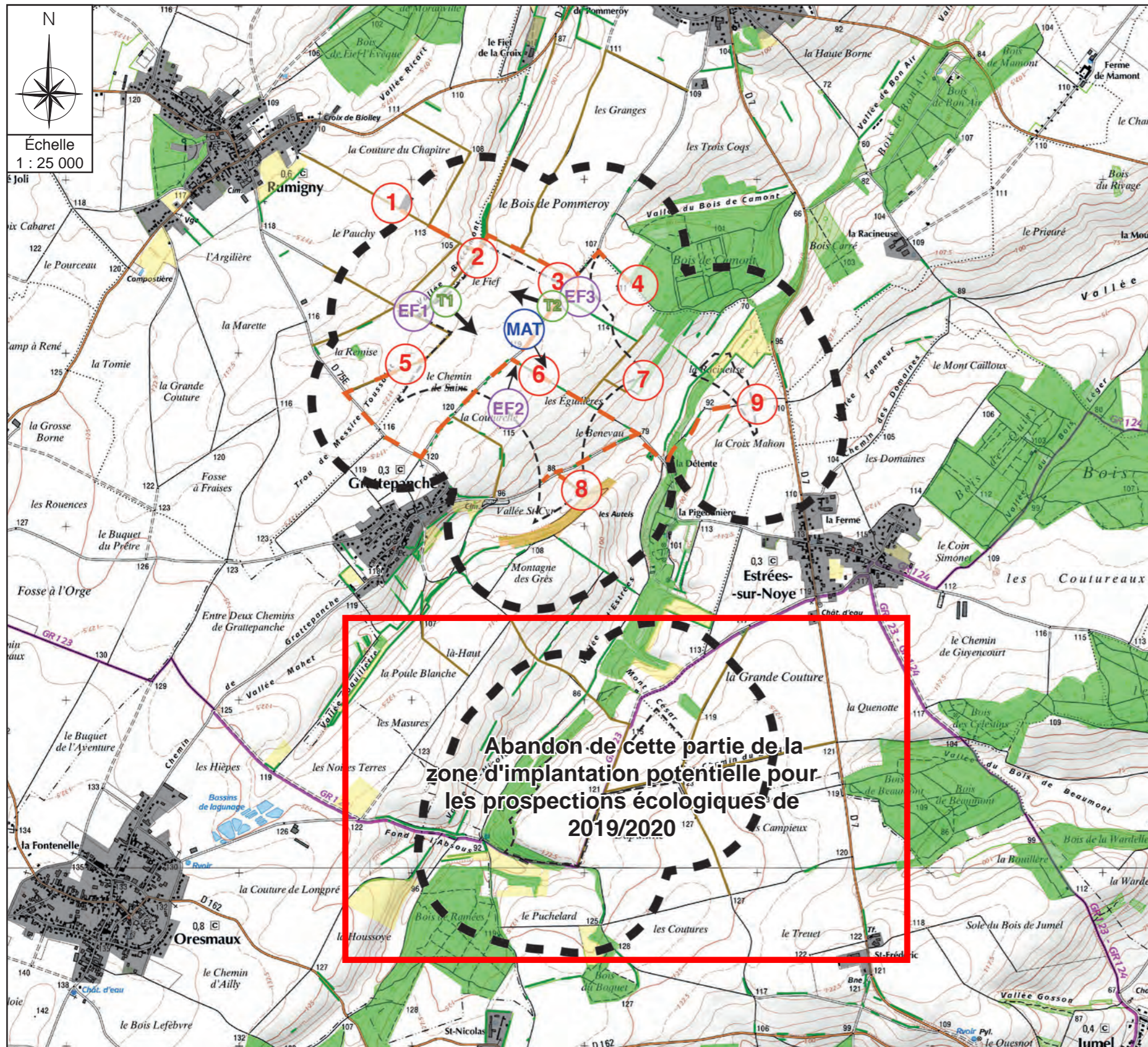


FIGURE 188 : LOCALISATION DES DIFFÉRENTS PROTOCOLES CONCERNANT LES CHIROPTÈRES

Éolien :

- Zone d'implantation potentielle
- Périmètre de 500 m autour de la zone d'implantation potentielle.

Milieux :

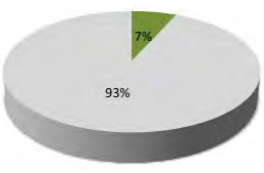
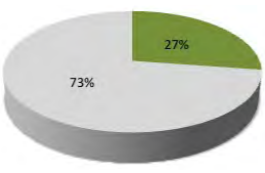
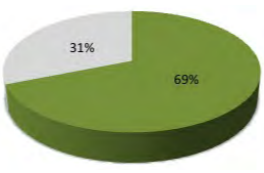
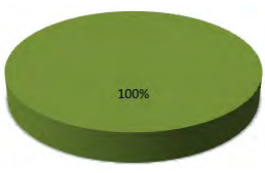
- Grandes cultures (C.c 82.11)
- Chênaies-Charmaies (C.c 84.12)
- Fourrés médio-européens sur sol fertile (C.c 38.81)
- Pâturages continus (C.c 38.11)
- Complexe à Fruticées à génévriers communs X Pelouses calcaires sub-atlantiques semi-arides (C.c 31.88X34.32)
- Eaux douces (C.c 22.1)
- Urbanisation (C.c 86.2)

Protocole :

- ① Point d'écoute "mobile"
- EF Écoute fixe (standard)
- T1 Transect
- MAT Écoute fixe de très longue durée sur mât de mesure de 80 m
- Parcours d'écoute

J.1.4.1.8 - 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				
	<i>La part en vert représente la part de l'heure maximale sur laquelle des contacts sont enregistrés</i>			

La figure suivante représente la répartition des classes sur une heure (axe des abscisses en minutes).

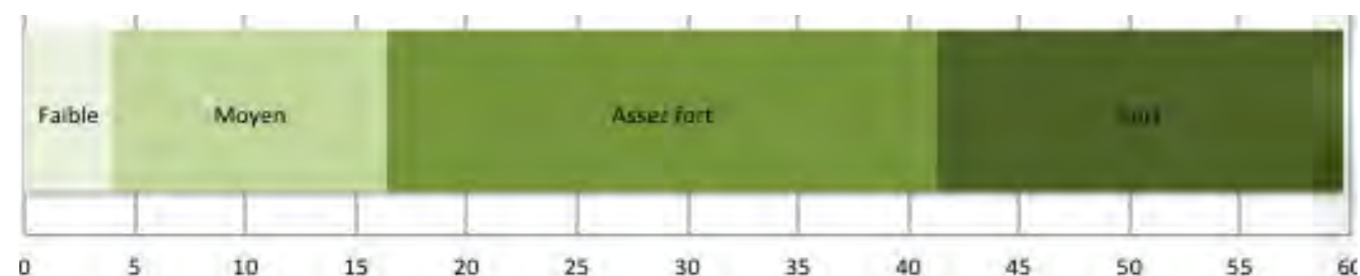


Figure 189 : Niveau de fréquence d'activité en fonction du nombre de contacts par heure

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).

J.1.5.4 - Déroulement des prospections

• 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.

Type d'inventaire	Période d'inventaire	Date de prospection	Conditions météorologiques			
			Nébulosité	Vent [N]ord, [S]ud, [E]st, [O]uest	T°C	
CHIROPTÈRE	Recherche de gîte	Hivernage	24-12-2019	3/8	20 km/h OSO	12°C
	Écoutes «mobiles» (via points d'écoutes sur les premières heures de la nuit)	Transit printanier (du 15 mars au 15 mai)	10-04-2020	0/8	10 km/h E	13°C
			23-04-2020	0/8	10 km/h NE	11°C
			04-05-2020	6/8	10 km/h NE	10°C
		Mise bas (du 15 mai au 31 juillet)	26-05-2020	0/8	10 km/h NE	14°C
			15-06-2020	4/8	10 km/h SO	16°C
			09-07-2020	8/8	15 km/h ONO	16°C
			18-07-2020	8/8	10 km/h SO	17°C
		Transit automnal (du 1er août au 15 octobre)	30-07-2019	4/8	15 km/h SO	16°C
			08-08-2019	2/8	5 km/h SE	20°C
			26-08-2019	0/8	5 km/h SE	19°C
	05-09-2019		1/8	10 km/h NO	10°C	
	16-09-2019		4/8	10 km/h ONO	15°C	
	Écoute Fixe de longue durée	Transit automnal	03-10-2019	4/8	10 km/h SSE	10°C
			EF1 16-09-2019	4/8	10 km/h ONO	15°C
			EF2 16-09-2019	4/8	10 km/h ONO	15°C
	Transect	Mise bas	EF3 16-09-2019	4/8	10 km/h ONO	15°C
			T1 : 09-07-2020	8/8	15 km/h ONO	16°C
	Écoute en hauteur de très longue durée sur mat de mesures de 80 m de haut (2016-2017-2018)	Transit automnal	T2 : 09-07-2020	8/8	15 km/h ONO	16°C
			Réalisé du 03-08-2016 au 28-10-2016			
Mise bas		Réalisé du 29-05-2017 au 06-08-2017				
		Réalisé du 18-03-2018 au 30-05-2018				
Transit printanier et mise bas		Réalisé du 25-02-2020 au 15-05-2020				
		Réalisé du 15-05-2020 au 31-07-2020				
Écoute en hauteur de très longue durée sur mat de mesures de 80 m de haut (2020)	Transit printanier	Réalisé du 01-08-2020 au 30-09-2020				
	Mise bas					
	Transit automnal					

Toutes les prospections (sauf, bien sûr, les prospections en écoute en hauteur en continu) ont été réalisées avec une absence totale de précipitation.

• Synthèse du déroulement des prospections

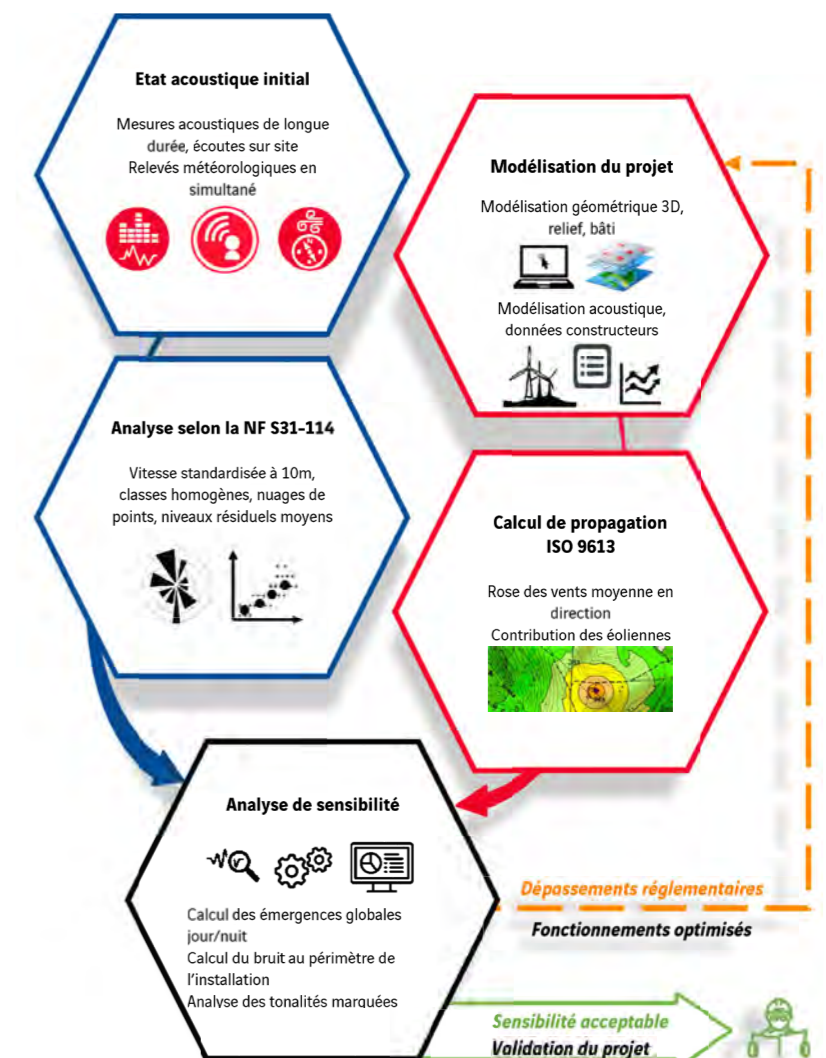
Pour la présente étude, les prospections printanières, estivales et automnales se sont déroulées en 2019/2020 comme le montre le tableau.

Le faible nombre d'espèces présentes (14) 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. L'effort de prospection apparaît donc suffisant.

J.1.5 - IMPACTS SONORES

J.1.5.1 - Déroulement de l'étude

Le déroulement de l'étude acoustique est schématisé comme suit.



J.1.5.2 - Analyse de l'état initial

Les mesures acoustiques brutes sont analysées par échantillons de 10 minutes, et corrélées aux conditions de vent constatées sur le site.

Des mesures météorologiques (vitesse et direction du vent) ont été réalisées durant toute la période par Eurocape à l'aide d'un mât météo grande hauteur situé sur la zone d'implantation du projet. Eurocape a privilégié ce moyen de mesures météorologiques permettant de diminuer fortement les incertitudes pour apprécier des relevés de meilleure qualité. Les relevés pluviométriques sont issus de la station Météo France d'Amiens - Glisy (80).

L'analyse croisée des données Bruit et Vent permet d'aboutir à des niveaux sonores résiduels moyens par vitesse de vent, à partir d'échantillons de 10 minutes.

- Dans un premier temps, des graphes de nuages de points représentent la dispersion des échantillons sonores par vitesse de vent, sur la base de périodes élémentaires de 10 minutes, en niveaux L501.
- Sont alors retenus des niveaux acoustiques représentatifs par vitesse de vent, caractérisant les différentes ambiances sonores. Ils sont déterminés par calcul statistique des médianes des échantillons mesurés par classe de vent. Une interpolation linéaire aux valeurs de vitesses de vent entières est ensuite réalisée (cf. §7.3.1 de la norme NF S31-114). Cette analyse statistique permet de retenir des niveaux sonores représentatifs des conditions météorologiques rencontrées lors des mesures.
- Si le nombre d'échantillons n'est pas suffisant (le nombre minimal d'échantillons considéré comme acceptable est de 10) ou si nous considérons que la valeur médiane calculée n'est pas représentative à une vitesse de vent, nous nous permettons d'ajuster ou d'extrapoler le résultat en fonction de l'allure générale des nuages de points et de notre expérience sur des sites similaires (base de données interne de plus de 300 parcs éoliens).

J.1.5.3 - Calcul des impacts

• Calcul des contributions sonores

Le calcul d'impact acoustique du projet est réalisé à l'aide de la plate-forme de calcul CadnaA (Version 4.6.155). CadnaA permet de calculer :

- La propagation sonore dans l'environnement (selon la norme ISO 9613), en prenant en compte les différents paramètres influents : topographie, obstacles, nature du sol, statistiques de vent en direction...
- Les contributions sonores des sources de bruit, en octave, en des points récepteurs ou sous forme de cartes de bruit

Le secteur d'étude est modélisé à partir d'un modèle numérique de terrain et du fond de plan IGN, incluant la position des habitations proches du projet.

Les hypothèses de calcul sont les suivantes :

- Modélisation des éoliennes, en fonctionnement standard, par des sources ponctuelles omnidirectionnelles.
 - Calculs en champ libre, à 1,5 m du sol (homogène avec la hauteur des points de mesures).
 - Utilisation de la rose des vents du site en direction (conditions de propagation favorables ou homogènes).
- #### • Émergences globales à l'extérieur

Les contributions sonores calculées des éoliennes et les niveaux sonores résiduels moyens retenus pour chaque vitesse de vent permettent de calculer pour chaque classe homogène :

- Les niveaux sonores ambiants futurs (par addition logarithmique).
- Les émergences sonores.
- Les dépassements réglementaires résultants.

• Contrôle au périmètre

Pour répondre également à la réglementation, l'analyse de la sensibilité du parc en niveaux globaux est complétée par l'analyse des niveaux sonores futurs au niveau du périmètre de mesure du bruit de l'installation.

Le périmètre est défini comme étant le périmètre correspondant au plus petit polygone dans lequel sont inscrits les disques de centre chaque aérogénérateur et de rayon R, avec $R = 1,2 \times$ (hauteur du moyeu + longueur d'un demi rotor).

Dans notre cas, l'éolienne retenue est la NORDEX N149 4.5 MW STE (moyeu à $h = 105$ m), le rayon R vaut 215,4 m.

Le niveau sonore sera contrôlé en calculant une carte de bruit cumulé des éoliennes, à la vitesse de vent de 9 m/s, pour laquelle la puissance acoustique des machines est maximale.

• Analyse des tonalités marquées

Le contrôle de tonalité marquée au sens de la norme NF S31-010 (méthode d'expertise) est réalisé sur la base du spectre d'émission 1/3 d'octave (en dBLin), fourni par le constructeur de la machine.

• Impacts cumulés avec parcs adjacents

Il n'existe aucun parc à moins de 3 km du projet : les impacts cumulés sont donc considérés comme négligeables dans le cadre de cette étude

J.2 - MÉTHODE D'ÉVALUATION DES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT

J.2.1 - 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.

La société Environnement Qualité Service a ensuite :

- effectué l'analyse du paysage,
- établi une liste des points de vues à traiter,
- réalisé les vues sur le terrain.

Sur la base de cette analyse, plusieurs variantes ont été imaginées. Seule une configuration a été retenue au vu de l'harmonie générale du parc ainsi qu'aux impacts paysagers limités. La société Environnement Qualité Service a alors réalisé les photosimulations et déterminé 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 3.1) 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 principaux sont pris en compte comme obstacles, au contraire des 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 pour définir les classes de perception

Au fur et à mesure que l'observateur s'éloigne du parc, la taille des éoliennes et la portion du champ de vision qu'elles occupent diminuent. Il est ainsi possible d'établir des classes de perception en fonction de la distance entre l'observateur et le parc et de les cartographier (Figure 129, page 271).

Dans le cadre de ce dossier les classes suivantes ont été établies :

- Seuil de la perception forte : angle de perception supérieur à 7°,
- perception assez forte : angle de perception compris entre 3,5 à 7°,
- perception modérée à assez forte : angle de perception compris entre 2 à 3,5°,
- perception faible à modérée : angle de perception compris entre 1 à 2°,
- perception faible : angle de perception compris entre 0,7 à 1°,
- perception nulle à faible : angle de perception inférieur à 0,7°.

Les distances correspondantes sont obtenues par la relation trigonométrique :

$$\text{distance} = \text{hauteur} \div \text{tangente (angle)}$$

Les zones de perception sont enfin superposées à la zone d'influence visuelle pour intégrer les masques visuels et refléter aux mieux la réalité (Figure 127, page 269 et Figure 128, page 270).

• Méthodologie pour définir la visibilité et la covisibilité des sites et monuments historiques

Les visibilité et covisibilité des sites et monuments historiques, présentées page 420, sont évaluées à partir de la carte de synthèse intégrant les zones de perception et la zone d'influence visuelle.

Lorsque cela s'avère nécessaire, une visite de terrain permet de vérifier le contexte de visibilité des monuments, notamment la présence d'écrans visuels. Ces éléments de contexte sont reportés dans le tableau.

- Méthodologie pour estimer la perception visuelle réelle du parc

Les vues ont été effectuées avec un appareil Nikon D3200, avec une focale de 35 mm.

Avec la taille du capteur de ce modèle d'appareil photo (23,2 x 15,4 mm), cette focale de 35 mm correspond sensiblement à la focale de 50 mm avec un capteur dit "plein format" (24 x 36 mm).

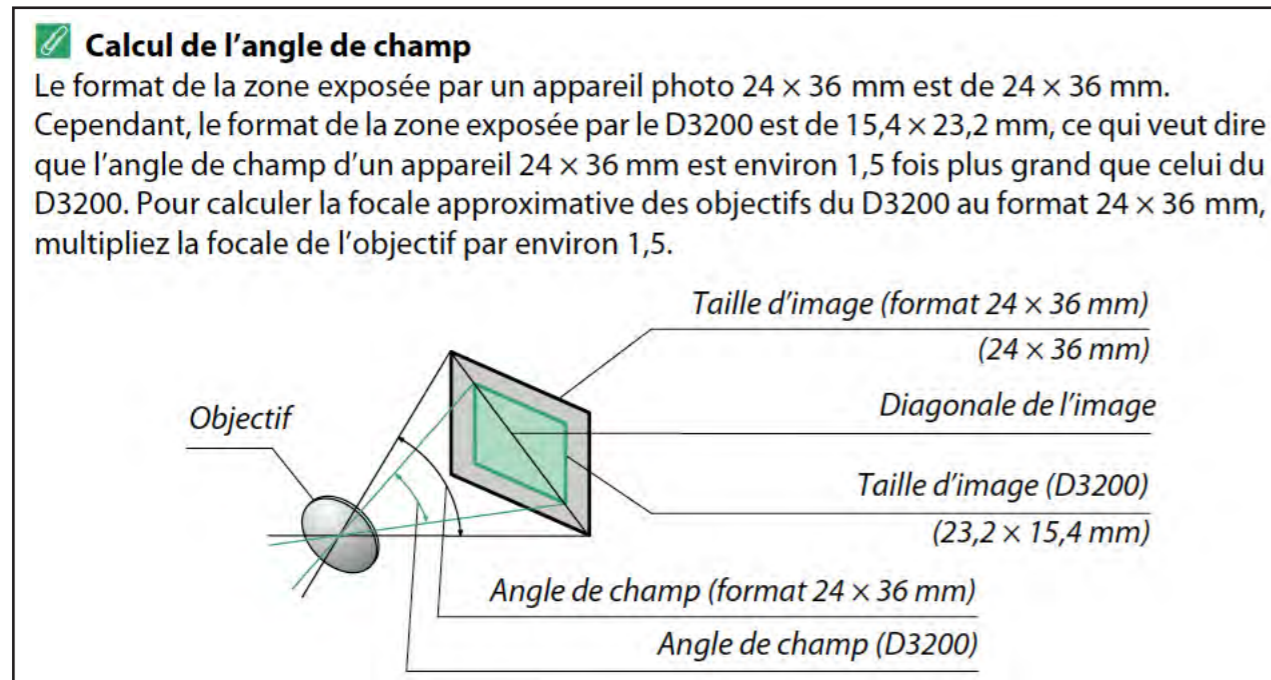


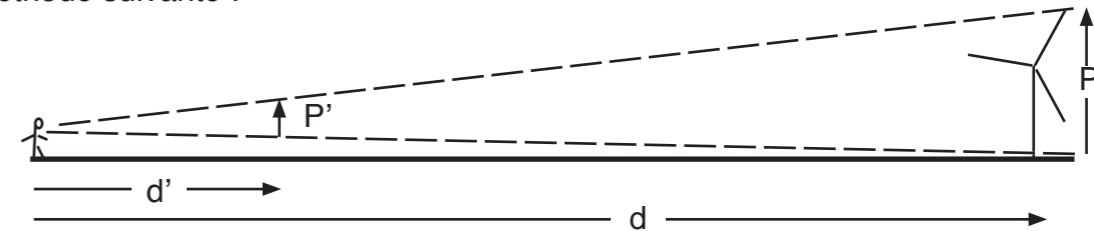
Figure 190 : Calcul de l'angle de champ : extrait du manuel d'utilisation de l'appareil photo numérique Nikon D3200

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 3.1. Ce logiciel tient compte de la focale utilisée pour chaque prise de vue, si bien que l'utilisation d'une focale légèrement différente d'une focale de référence n'a pas d'incidence sur les simulations.

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'influence visuelle 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.

J.2.2 - 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.

J.2.3 - ÉTUDE DE DANGERS

L'étude de dangers 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).

J.2.3.1 - Données d'entrée

Le modèle d'éolienne retenu est la N 149 :

Hauteur au moyeu : 105 m,
Diamètre du mât : 4,27 m,
Longueur de la pale : 72,4 m,
Largeur de la pale à la base : 4,5 m.

L'étude est menée sur une hypothèse majorante :

Diamètre du mât : 5 m,
Longueur de la pale : 74,5 m,
Largeur de la pale à la base : 6 m.

J.2.3.2 - Comptage des personnes permanentes

L'approche adoptée dans l'étude de dangers consiste à assimiler les espaces cultivés à des espaces non aménagés, et les voies de circulation non structurantes (chemin de terre, voie communale, route départementale ou autre du moment que le trafic journalier reste inférieur à 2000 véhicules par jour) à des espaces aménagés mais peu fréquentés.

J.3 - DIFFICULTÉS RENCONTRÉES

• Description du projet

Il est quelquefois difficile de pouvoir décrire avec précision le projet lors de sa conception, notamment en ce qui concerne le déroulement du chantier. Ainsi des données telles 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.

• Choix des photosimulations

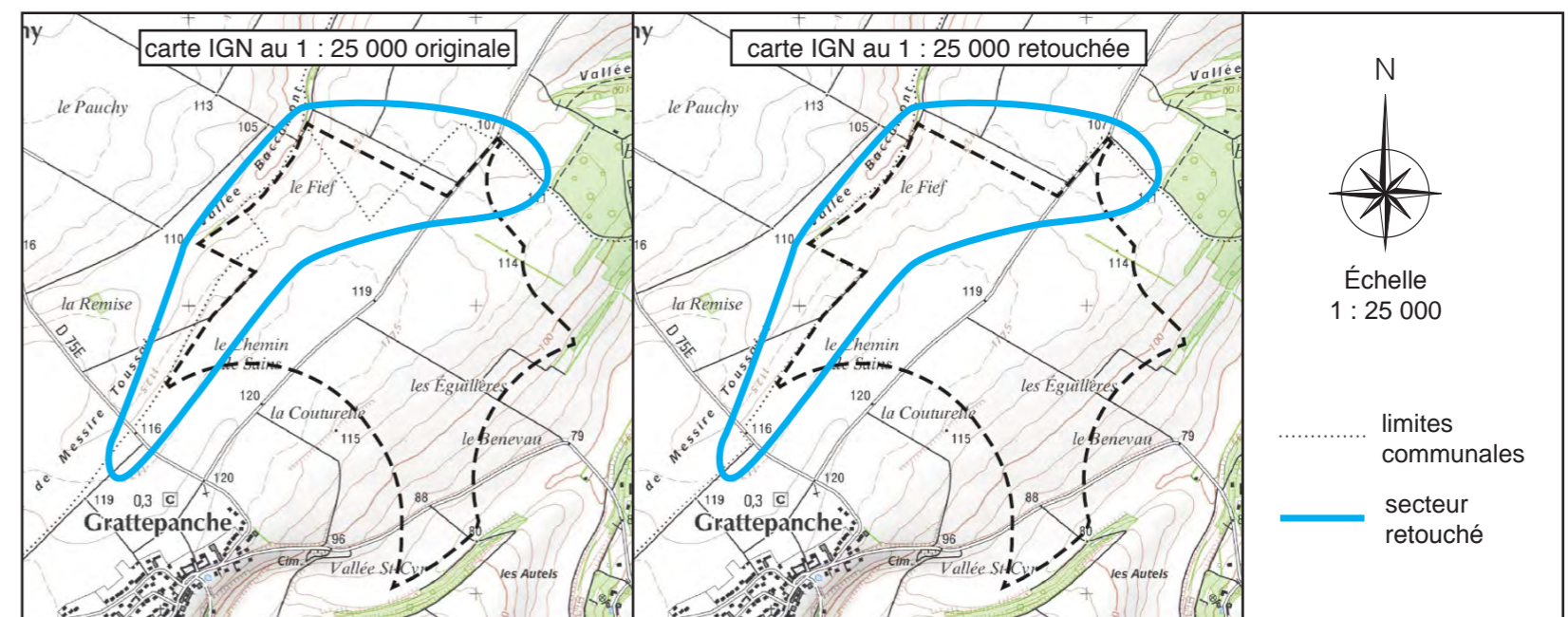
La difficulté dans cette partie repose sur l'identification des différentes fenêtres de visibilité du parc et sur le choix des vues nécessitant d'être traitées dans l'étude paysagère. En effet, il faut tenter d'illustrer l'effet réel du parc éolien sur le paysage sans pour autant étudier l'ensemble des fenêtres de visibilité.

Notre choix s'est donc porté sur les points de vue les plus fréquentés 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, les principaux sites, monuments historiques et entités paysagères du secteur.

• Différences IGN / Cadastre

Il arrive occasionnellement que des limites communales reportées sur la carte IGN au 1 : 25 000 ne correspondent pas aux limites actuelles du cadastre.

Dans le cadre de notre projet, la zone d'implantation potentielle a été délimitée en partie sur la limite communale Nord, qui présente un tracé actuel différent de celui de la carte IGN. Afin de faciliter la lecture des cartes, nous avons retouché le fond IGN comme suit.



K - CONCLUSION

Le projet éolien de Grattepanche est constitué de 4 éoliennes d'une puissance de 4,5 MW chacune.

Le site du projet s'étend sur des espaces cultivés exploités en openfields. Le site présente localement quelques contraintes pour l'implantation d'éoliennes, que le projet évite.

La ressource en vent y est notable et le modèle d'éolienne choisi permet de maximiser la production d'électricité par machine.

Le Schéma Régional Éolien a en outre identifié ce secteur comme étant favorable à l'éolien.

Différentes variantes d'implantation ont été étudiées au cours de la définition du projet. La proximité des villages, du vallon de Grattepanche, des servitudes radioélectriques et du périmètre de 10 km autour de la cathédrale d'Amiens limitent toutefois les sites d'implantation possibles.

Le positionnement des éoliennes a ainsi été choisi afin d'éviter leur incidence paysagère et le bruit perçu depuis les habitations, d'éviter les secteurs les plus sensibles aux risques hydrauliques et aux enjeux écologiques, ainsi que pour réduire l'utilisation du parcellaire agricole.

L'analyse des autres impacts du projet, réalisée notamment au travers de diverses études spécifiques, montre des impacts globalement faibles : faible risque d'impact sur les chiroptères et l'avifaune, aucun impact direct sur l'habitat, faible impact sur l'activité agricole, respect de la réglementation sonore en vigueur, y compris avec le cumul des impacts.

Les mesures d'évitement et de réduction (enfouissement des réseaux, éloignement des boisements, optimisation acoustique du fonctionnement des machines), les mesures de compensation relatives aux haies et chemins impactés, et les mesures complémentaires (reboisements, suivis acoustiques, avifaune et chiroptères, enfouissement de réseaux électriques), 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, traduite régionalement par les objectifs de développement de l'exploitation de l'énergie éolienne du SRE, ce projet apparaît donc tout-à-fait compatible avec l'environnement.

Ferme Éolienne de Grattepanche SAS
770 rue Alfred Nobel
34 000 Montpellier



SIÈGE SOCIAL
Eurocape NEW ENERGY France SAS
770 rue Alfred Nobel
34000 MONTPELLIER

PROJET DE PARC ÉOLIEN DE GRATTEPANCHE (80)

DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE

DESCRIPTION DE LA DEMANDE,
ÉTUDE D'IMPACT ET ÉTUDE DE DANGERS
Version complétée à la demande de la DREAL du 12 juin 2019



Agence Nord-Ouest
5 ter rue de Verdun
80710 QUEVAUVILLERS
Tél : 03 22 90 33 98
Fax : 03 22 90 33 99
Courriel : eqs@wanadoo.fr

Agence Ile-de-France
10 rue Lamartine
60540 BORNEL
Tél : 03 44 08 87 73

Agence Centre Nord
42 bis rue de la Paix
10000 TROYES
Tél : 03 25 40 55 74
Fax : 03 25 40 90 33
Courriel : planeteverte.troyes@orange.fr

Web : www.allianceverte.com

