

C - EFFETS CUMULÉS

C.1 - GÉNÉRALITÉS

La réforme des études d'impacts du 29 décembre 2011, ainsi que celle du 11 août 2016 imposent l'analyse des effets cumulés du projet avec les autres projets comme le définit l'article 4 du R. 122-5 du Code de l'Environnement :

« Une analyse 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'incidence au titre de l'article R.214-6 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 administrative de l'État compétente en matière d'environnement a été rendu public.*

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

Dans ce cadre, nous avons sélectionné :

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

Afin de réaliser l'analyse des effets cumulés du projet avec les autres projets, conformément à l'article 4 du R. 122-5 du Code de l'Environnement, 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 / DREAL Grand Est ces dernières années (2016 et 2017),
- les dossiers de demande d'autorisation d'exploiter, ayant fait l'objet d'un avis de l'autorité environnementale sur le site de la Préfecture / DREAL Grand Est, ces dernières années (2016 à 2019),

- les études d'impacts ayant fait l'objet d'un avis de l'autorité environnementale sur le site de la Préfecture / DREAL Grand Est, ces dernières années (2016 à 2019),
- les dossiers de demande d'autorisation environnementale unique, ayant fait l'objet d'un avis de l'autorité environnementale sur le site de la Préfecture / DREAL Grand Est, en 2017.

Dans ce cadre, nous avons sélectionné :

- tous les projets localisés dans le périmètre d'étude rapproché (dans un rayon de 3 km autour de la zone d'implantation potentielle) car l'essentiel des risques d'impact d'un projet est circonscrit à ses abords, les effets cumulés ne peuvent donc être effectifs que dans cette zone rapprochée,
- les projets éoliens présents dans le périmètre éloigné (22,5 km), car pour ces installations particulières, les aspects pouvant se cumuler concernent la faune volante (avifaune et chiroptères) et le paysage, ces derniers étant potentiellement sensibles sur une grande distance.

C.2 - EFFETS CUMULÉS AVEC LES PROJETS HORS ÉOLIEN

Un seul projet, hors projet éolien, ayant fait l'objet d'un avis de l'autorité environnementale est situé à moins de 3 km de la zone du projet. Il s'agit du projet de réaménagement du réseau d'eau potable sur les communes de Méry-sur-Seine, Saint-Oulph, Savières, Saint-Lyé et Payns (avis du 6 janvier 2017).

Ce dossier concerne 2 projets distincts mais à la demande du maître d'ouvrage, ces 2 projets font l'objet d'une étude d'impact unique et commune.

- Projet de Méry-sur-Seine et Saint-Oulph

La commune de Méry-sur-Seine exploite une ressource en eau depuis 1953, qui présente régulièrement des teneurs en nitrates non conformes aux normes de qualités s'appliquant à l'eau distribuée. L'eau subit un traitement de dénitrification depuis de nombreuses années, mais ce dispositif est obsolète. Depuis le milieu des années 1990, la commune s'est orientée vers la recherche d'une nouvelle ressource en eau. La commune voisine, Saint-Oulph, connaît également des problèmes qualitatifs avec sa ressource en eau. Ainsi, en 2010, les deux communes ont choisi de mener un programme commun de restructuration du réseau d'eau potable.

Le projet de sécurisation de l'approvisionnement en eau des communes de Méry-sur-Seine et Saint-Oulph, comprend :

- la construction d'un réservoir sur tour de 600m³ et d'une station de pompage à Méry-sur-Seine;
- la pose de conduites de liaison et d'interconnexion;
- la réhabilitation du réservoir sur tour de Saint-Oulph (200m³);
- la création d'un forage d'alimentation en eau potable à Méry-sur-Seine;
- l'abandon de deux captages d'eau actuellement en service.

La distance qui sépare les communes porteuses de ce programme avec le projet éolien est comprise entre 3 et 4 km. La faible distance entre les deux projets risque d'engendrer des effets cumulés.

- Projet du SIAEP de Saint-Lyé/Payns et du SIAEP de Savière/Chauchigny/Rilly-Saint-Syre

En parallèle, le syndicat intercommunal d'alimentation en eau potable (SIAEP) de Saint-Lyé/Payns a lancé une opération de recherche d'une nouvelle ressource en eau, en raison de teneurs en nitrates supérieures aux normes de qualités. Le syndicat a décidé de restructurer son réseau d'alimentation en eau potable et de s'interconnecter avec le SIAEP de Savière/Chauchigny/Rilly-Saint-Syre. Ainsi, un programme commun de restructuration du réseau d'eau potable a été lancé sur les communes de Payns, Savière et Saint-Lyé. Celui-ci comprend :

- la pose de conduites de liaisons hydrauliques d'interconnexion;
- la construction d'une station de pompage à Payns avec aménagement ou réhabilitation des réservoirs de Saint-Lyé, Payns et Savière;
- la création de deux forages d'alimentation en eau potable et la neutralisation de forages obsolètes;
- l'étanchéité de la cuve-réservoir de Saint-Lyé;
- la déconstruction du réservoir sur tour de Barberey-aux-Moines, de la station de pompage de Saint-Lyé et le désamiantage des réservoirs sur tour de Payns et Barberey-aux-Moines.

La distance qui sépare les communes porteuses de ce programme avec le projet éolien est comprise entre 17 et 23 km. Par conséquent, les effets cumulés entre les deux projets sont minimisés et sont considérés comme très faible à nulle.

C.2.1 - EFFETS CUMULÉS SUR LA FLORE ET LES HABITATS

Le projet de réaménagement du réseau d'eau potable engendrera lors de la réalisation du nouveau captage d'eau potable de Méry-sur-Seine, la dégradation de 710m² d'une zone humide (peupleraie et roselière inondée). La connection de deux anciens méandres avec le cours d'eau principal de la Seine par terrassements (création de 14200m² de méandre) fait partie des mesures de compensation pour la perte d'habitat.

Le projet Rochebeau, quant à lui, engendre un impact sur la suppression de surfaces dédiées à la grande culture. Par conséquent, le seul effet cumulé potentiel entre ces deux projets consiste en l'utilisation des surfaces agricoles, avec pour le projet de réaménagement du réseau d'eau potable, la poses des conduites sous terres, passant sous des chemins d'exploitations agricoles.

Or rappelons que la perte de cultures relative au projet de Rochebeau est très faible (2,2 ha, soit moins de 0,09% de la SAU totale de Bagneux, Clesles et Étrelles-sur-Aube.

Par ailleurs, le projet relatif au réseau potable concernant uniquement les communes de Méry-sur-Seine, Saint-Oulph, Savières, Saint-Lyé et Payns, aucun impact supplémentaire n'est à recenser sur les communes du projet de Rochebeau. Ainsi, les effets cumulés sur les habitats agricoles sont non significatifs. Le projet de réaménagement du réseau d'eau potable concerne en partie la Vallée de la Seine, notamment des zones humides et une continuité écologique associée à la Seine.

Toutefois, le projet de Rochebeau ne concerne pas ce type de milieu et n'engendre aucun effet supplémentaire sur ces habitats. De plus rappelons que le projet de Rochebeau n'entraîne la destruction d'aucune plante rare ou protégée.

Ainsi, aucun effet cumulé significatif n'est à recenser sur les habitats et la flore.

C.2.2 - EFFETS CUMULÉS SUR LA FAUNE

En ce qui concerne la faune, l'avis de l'autorité environnementale nous informe qu'aucun impact significatif ne sera à craindre sur les espèces d'oiseaux protégées du secteur d'étude, ni sur la faune aquatique associée à la Seine et ses affluents.

De même, en ce qui concerne le projet de Rochebeau, les espèces pour lesquelles un enjeu a été identifié dans la précédente analyse des impacts feront l'objet de mesures d'évitement, de réduction, voire de compensation.

Ainsi, aucun impact cumulé n'est à craindre sur la faune.

C.2.3 - EFFETS CUMULÉS SUR LE PAYSAGE

D'après l'avis de l'autorité environnementale, la pose de nouvelles conduites d'interconnexion du réseau d'eau potable n'engendrera aucun impact sur le paysage, ces conduites étant enterrées. Toutefois, le projet prévoyant la construction d'un nouveau réservoir à Méry-sur-Seine, de 28 m de hauteur environ, il engendrera une incidence sur la perception du paysage depuis Méry-sur-Seine et ses abords.

En ce qui concerne le projet de Rochebeau, rappelons que les photomontages présentés précédemment ont montré que les éoliennes du projet auront une incidence relativement faible sur la perception du paysage depuis Méry-sur-Seine.

De plus notons que depuis l'avis de l'autorité environnementale, ce nouveau réservoir a été construit. Il a donc été pris en compte dans la réalisation des photosimulations et figure dans le photomontage n°13 en entrée de Méry-sur-Seine. Néanmoins, depuis ce point de vue, aucune des éoliennes du projet n'est visible.

Ainsi, l'impact cumulé sur le paysage peut être qualifié comme non significatif.

C.2.4 - EFFETS CUMULÉS SUR LE TRAFIC

Le trafic engendré par la construction du parc, pourrait se cumuler avec le trafic lié à la construction du nouveau réseau de canalisation d'eau des communes des alentours.

Toutefois, le trafic généré par les travaux de pose d'une canalisation d'eau, sont généralement réduits (souvent un seul engin pour la pose et le déploiement de la canalisation (type trancheuse).

Les effets cumulés resteraient modestes, et le développeur du parc prendra contact avec les mairies concernées pour planifier l'organisation de son chantier en fonction de celui des canalisations, et pour gêner le moins possible les usagers des routes et chemins.

C.3 - EFFETS CUMULÉS AVEC LES PROJETS ÉOLIENS

Ici, nous nous intéressons aux effets cumulés liés aux parcs éoliens non encore acceptés mais ayant fait l'objet d'un avis de l'autorité environnementale.

Les parcs existants ou acceptés (cf. Figure 140, page 407) ne sont plus des projets et ne sont pas considérés dans l'analyse des effets cumulés. Ils sont considérés dans l'état initial du territoire, et nous avons intégré l'analyse de leur effet complémentaire sur l'environnement dans l'analyse du projet (par exemple intégré dans les photosimulations).

En revanche, ces parcs existants ou acceptés sont pris en compte dans l'analyse des effets dans la mesure où l'on analyse l'impact complémentaire du projet par rapport à l'état initial (effet complémentaire).

A ce jour, onze parcs en instructions sont localisés au sein de l'aire d'étude éloignée.

Les plus proches étant :

- Parc éolien du Mont des Vignes (5 éoliennes) situé à 1,4km de la zone d'implantation potentielle,
- Parc éolien Bouchats 1 (1 éolienne) situé à 4,1 km de la zone d'implantation potentielle,
- Parc éolien Bouchats 2 (1 éolienne) situé à 7,5km de la zone d'implantation potentielle,
- Parc éolien Bouchats 3 (1 éolienne) situé à 8,2km de la zone d'implantation potentielle,
- Parc éolien des Crayères (7 éoliennes) situé à 8,9km de la zone d'implantation potentielle,

Les six autres parcs en instruction sont situés à plus de 10km de la zone d'implantation potentielle. L'ensemble des parcs en instruction sont localisés sur la figure suivante (cf. Figure 140, page 407).

C.3.1 - 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

Les trois sous-ensembles du parc éolien en instruction des Bouchats se situent dans un rayon de 10 km et répondent à la première problématique.

C.3.1.1 - Effets cumulés sur l'avifaune

• Période de nidification - avifaune locale

Sur l'ensemble des parcs éoliens en instruction, le parc le plus proche du projet est le parc éolien du Mont des Vignes, situé à environ 1,4 km du projet (cf. Figure 140, page 407).

Rappelons qu'une analyse des effets associés entre les parcs existants, accordés et le projet a été réalisée. **Aucun habitat de type haie, bois ou prairie n'est concerné par les travaux d'implantation du parc éolien. Seules les zones de grandes cultures sont concernées. En conséquence et compte tenu de l'abondance des surfaces agricoles sur le site et dans un secteur plus vaste, la perte d'habitats pour les oiseaux nicheurs inféodés aux openfields est négligeable.**

De plus, les espèces sédentaires répertoriées sur les différents sites (Alouette des champs, Grive litorne...) sont toutes des espèces ayant un rayon d'action restreint (quelques kilomètres carrés). Par conséquent, les populations fréquentant le site du projet sont supposées ne pas être les mêmes que celles fréquentant les parcs les plus proches. Il n'existe donc aucun risque d'effet cumulé sur ces populations.

Seul un enjeu persiste pour les rapaces, notamment pour les Busards Saint-Martin (*Circus cyaneus*) et cendré (*Circus pygargus*), qui possèdent un rayon d'action de déplacement important. En période de reproduction, leur rayon d'action est en général de 5km autour du nid et peut s'étendre jusqu'à 10km selon les ressources alimentaires disponibles. Cependant, au vu de la surface des espaces agricoles disponibles, aucun effet cumulé n'est à prévoir.

• Période de migration

La zone du projet se situe au sein d'un couloir de migration entre la vallée de la Seine au Sud et celle de l'Aube au Nord (cf. «A.7.4.1.1 - Étude régionale liée à la réalisation du Schéma Régional Éolien de Champagne-Ardenne», page 54).

Toutefois, d'après le SRE de Champagne-Ardenne, «**Il est difficile de définir avec exactitude les limites des couloirs de migration en raison de leur caractère peu stable, variant notamment selon les conditions météorologiques et les espèces**».

De même, d'après le volet avifaune du SRE, «**les vallées ou les combes orientées dans le sens de la migration représentent généralement des voies de migration privilégiées**».

Toutefois, l'axe de la migration est généralement Nord-Est / Sud-Ouest, direction que ne suivent pas les vallées de la Seine et de l'Aube caractérisant la zone du projet.

Ainsi, la délimitation des principales vallées du territoire ne répond pas à une réalité des migrations pouvant entrer en interaction avec l'éolien, puisque la majorité des vallées sont orientées Sud-Est/Nord-Ouest, soit dans un sens perpendiculaire aux migrations. Elles ne constituent donc pas des axes majeurs empruntés par l'avifaune sur de longs parcours.

Le SRE précise également que la migration concerne l'ensemble du territoire en Champagne-Ardenne. Les migrations, à l'échelle régionale, sont donc diffuses, excepté le couloir principal de migration des Grues cendrées (*Grus grus*). Le site du projet se situe d'ailleurs à une trentaine de kilomètres au Nord-Ouest de cet axe, en zone d'observation régulière de l'espèce.

Ainsi, au vu de la distance séparant le projet avec ce couloir de migration, aucun enjeu important n'a été déterminé pour l'avifaune migratrice dans le périmètre d'étude.

De plus, au vu des espaces agricoles disponibles, de nombreuses trouées existent entre les parcs, facilitant et rendant possible le passage des oiseaux entre ceux-ci, mais également entre les éoliennes présentes sur le territoire.

Par conséquent, le risque d'effets cumulés sur l'avifaune migratrice est nul.

C.3.2 - EFFETS CUMULÉS SUR LES CHIROPTÈRES

En ce qui concerne les chiroptères, les deux projets en instruction n'entraîneront pas la destruction d'habitats importants pour ce taxon, puisqu'ils seront implantés en zones de culture et confondu aux parcs existants. Les projets aux alentours sont dans le même cas de figure (openfields essentiellement).

Cependant, le projet, de même que les parcs existants et accordés contribueront à diminuer le territoire de chasse de certaines espèces de chiroptères chassant en milieu ouvert (Pipistrelle commune,...). Toutefois, rappelons que ces milieux sont très communs et relativement abondants sur le secteur. L'impact sera donc limité.

Compte tenu de la localisation du projet, celui-ci n'est pas de nature à engendrer un impact significatif supplémentaire sur les populations locales, ni sur le transit. De plus, aucun effet cumulé n'est à prévoir concernant les espèces migratrices, compte tenu de l'absence de voie migratoire mise en évidence sur le site.

Le seul impact à mettre en avant pour les chauves-souris est donc lié à la potentielle mortalité sur les populations locales ou européennes. Les éoliennes E4 et E5 se situent à proximité de l'alignement d'arbre qui borde la route départementale 373. Les éoliennes sont distantes respectivement d'environ 150m et 250m de la formation boisée. Toutefois, celle-ci correspond à un lieu de halte pour l'avifaune et les chiroptères (cf. «A.7.5.7 - Habitats et flore», page 82). Les individus n'ont donc pas un comportement de chasse à proximité de ce corridor écologique. Les déplacements sont donc moins nombreux, ce qui minimise le risque de collision.

Ainsi, du fait des mesures prises pour éviter le risque sur les chauves-souris, le risque d'effet supplémentaire engendré par l'ensemble des parcs est faible.

Les effets cumulés sur les chiroptères sont donc faibles.

C.3.3 - EFFETS CUMULÉS SUR L'ACOUSTIQUE

Dans l'analyse de l'acoustique, les effets des parcs environnant ont été intégrés.

C.3.4 - EFFETS CUMULÉS SUR LE PAYSAGE

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

L'intervisibilité avec les parcs éoliens en instruction, ayant fait l'objet d'un avis de l'autorité environnementale mais pas encore autorisés, concerne 2 projets distincts dont un sous-divisé en 3 unités (les parcs éoliens des Bouchats 1,2 et 3 et le parc éolien des Puyats).

Certains de ces projets, distants de moins de 10km notamment pour les parcs des Bouchats, entre dans le cadre de l'analyse des champs de perception visuelle de l'éolien qui fait suite.

Par ailleurs, l'études des photosimulations en pages suivantes, nous permet de nous représenter le contexte éolien de la zone avec la présence des parcs en instruction et du projet. De même, les parcs existants ou acceptés mais non encore construits sont pris en compte dans l'analyse des effets, et sont représentés sur les photosimulations

Toutefois, les projets en instruction sont proposés dans des espaces 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.

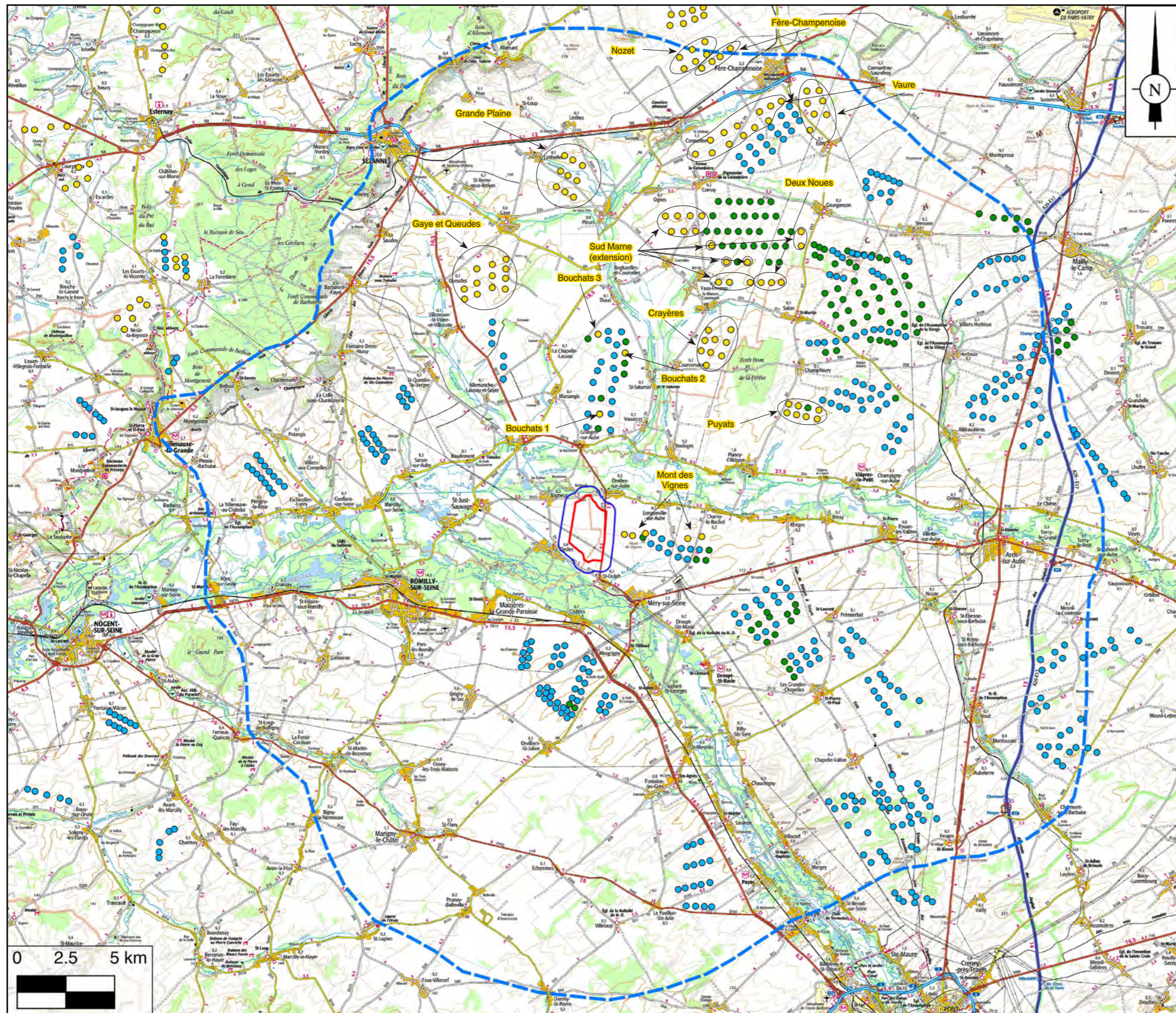
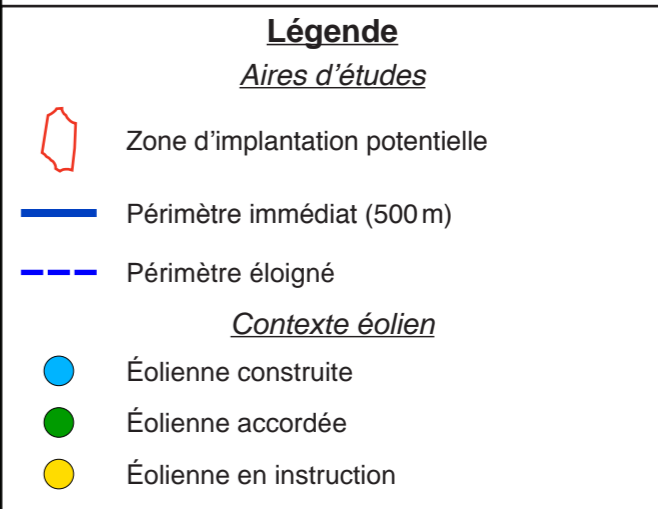


Figure 140 : Projets éoliens existants, accordés et en instruction (effets cumulés)



• Effets cumulés - Depuis la Chapelle-Lasson (Projet à 8 410 m) - Photosimulation 15

Depuis ce point de vue, il existe une covisibilité entre l'Église de La Chapelle-Lasson, classée au titre des Monuments historiques, et les éoliennes existantes du parc des Moulins des Champs.

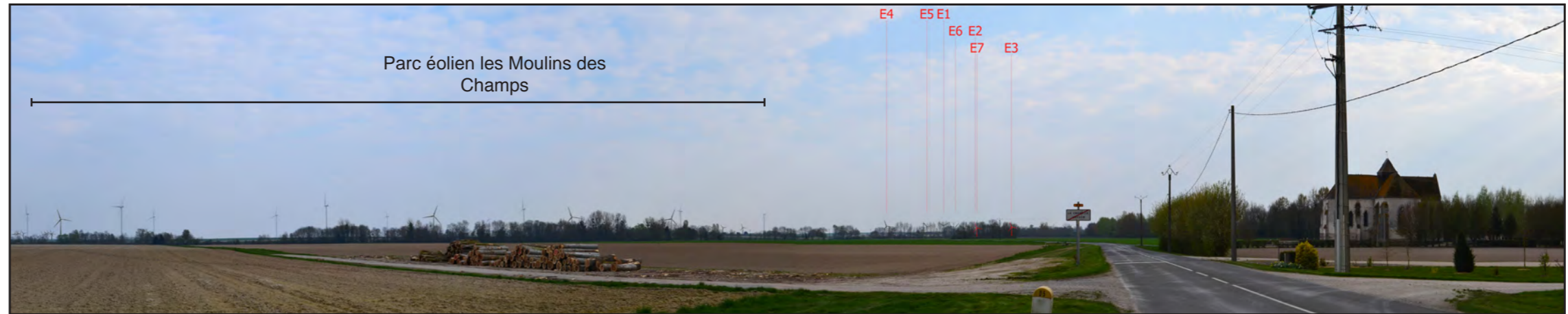
Les parcs en instructions situés dans la même zone que le parc éolien des Moulins des Champs, confirmera cette covisibilité.

Toutefois, la végétation associée au cours d'eau traversant la commune masque en grande partie les éoliennes du projet et dans une moindre mesure, l'ensemble du contexte éolien de la zone.

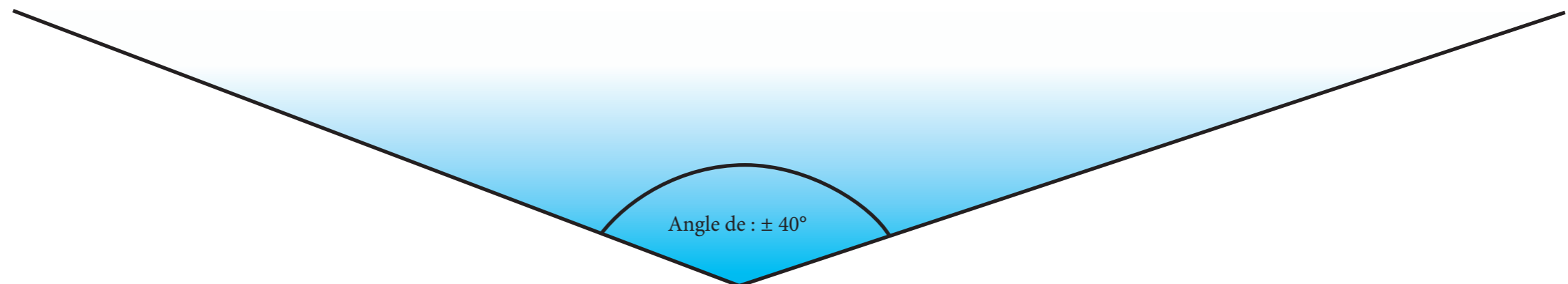
Si en période hivernale, les éoliennes apparaissent difficilement à la faveur de «trouées» dans les branchages, de par leur hauteur similaire à celles des formations boisées, elles seront masquées en période estivale lorsque le feuillage sera développé.

Ainsi, même si la covisibilité est avérée, celle-ci sera atténuée.

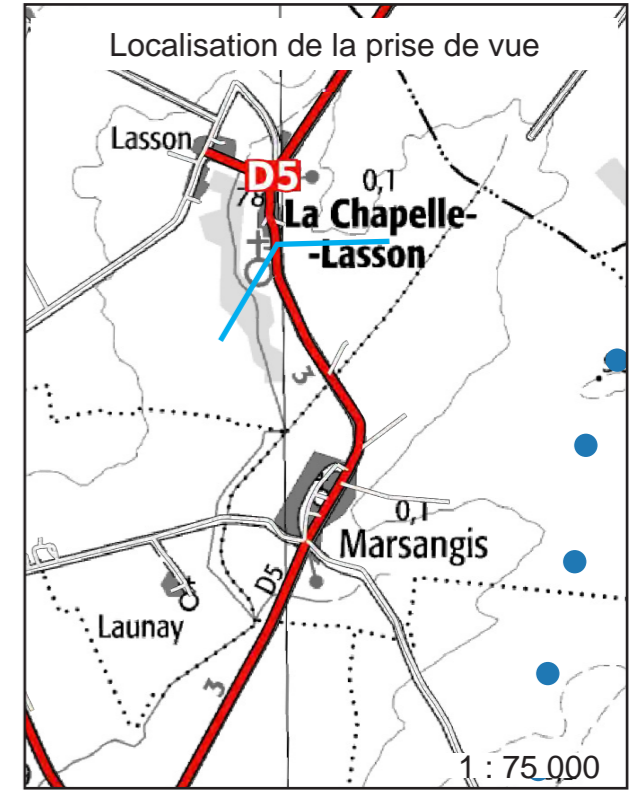
État initial - Vue panoramique



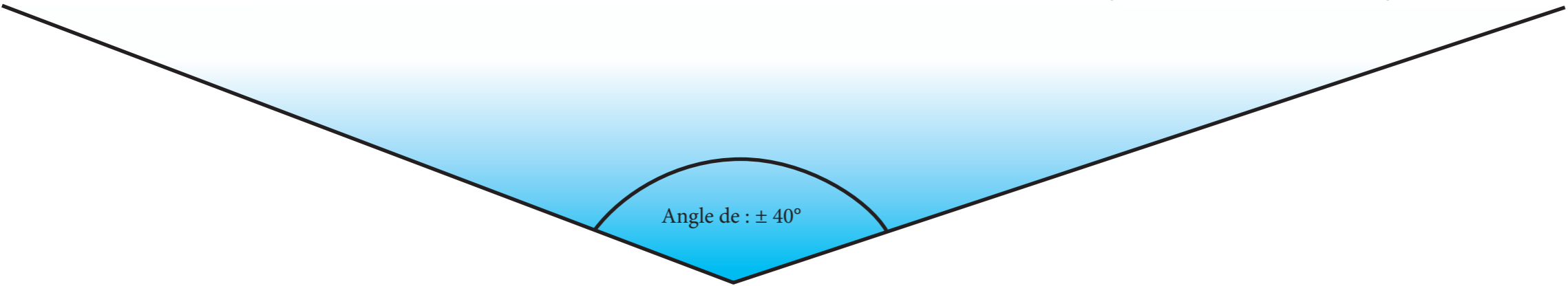
Simulation avec le projet : vue large, en perception réelle (à regarder avec une distance de 40 cm entre l'oeil et la photo)



Simulation avec le projet - Vue panoramique



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



• Effets cumulés - Depuis les hauteurs de Romilly-sur-Seine (Projet à 11 450 m) - Photosimulation 60

Depuis ce point de vue sur les hauteurs de Romilly-sur-Seine, au niveau des Hauts Buissons, nous disposons d'une vue lointaine sur la ville de Romilly-sur-Seine, de même que sur la Vallée de la Seine, identifié par le SRE comme paysage sensible de Champagne-Ardenne.

Sur la ligne d'horizon, nous pouvons distinguer un certain nombre de parcs éoliens construits.

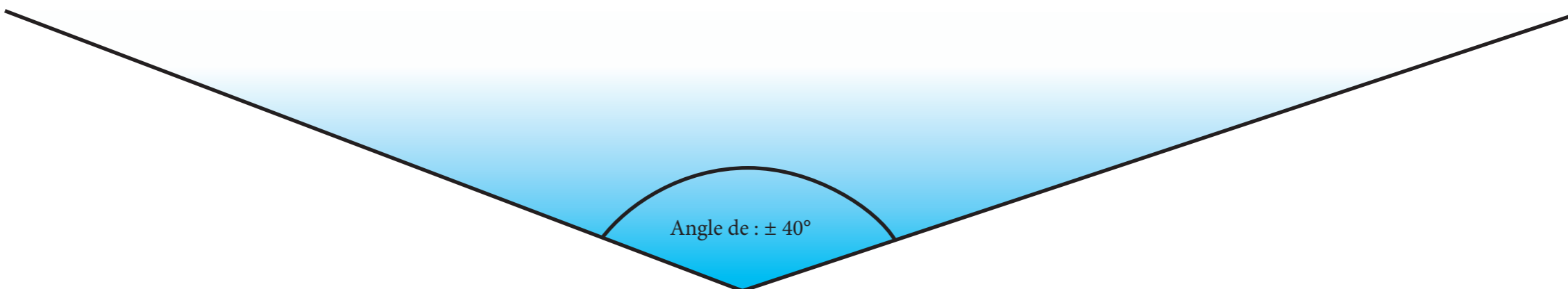
Les éoliennes du projet et celles en instructions viennent s'insérer de façon à densifier les parcs fonctionnels. Toutefois, elles forment un ensemble cohérent avec les éoliennes existantes et il n'est pas très aisé de distinguer en particulier ces éoliennes par rapport aux autres.

La modification globale de la perception du paysage depuis ce point de vue est donc faible.

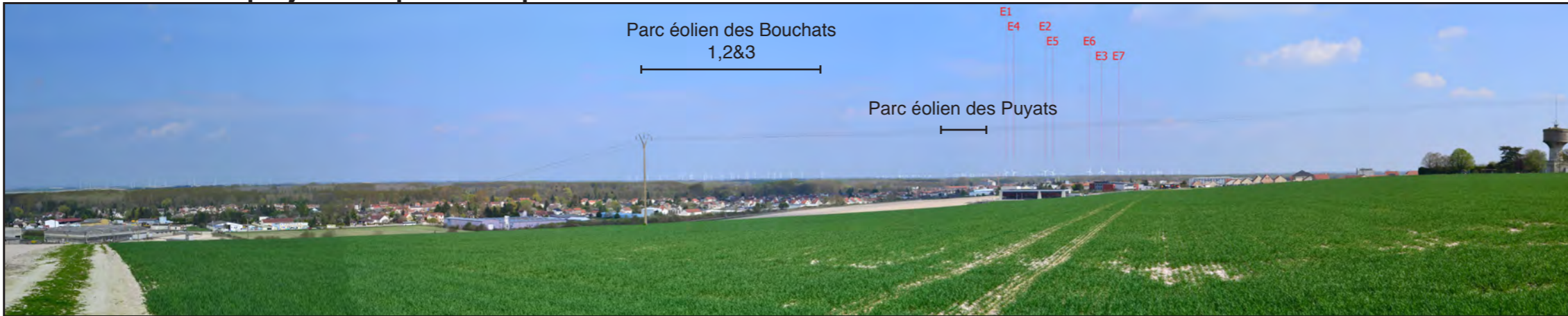
État initial - Vue panoramique



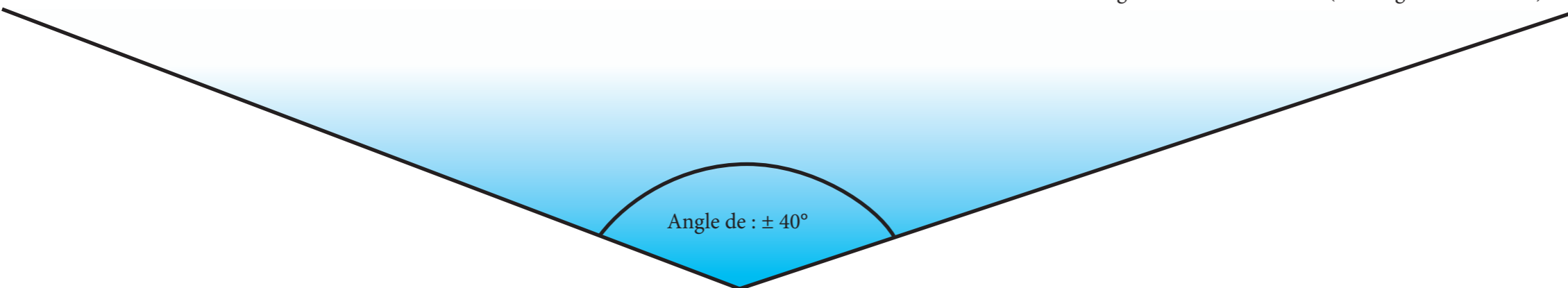
Simulation avec le projet : vue large, en perception réelle (à regarder avec une distance de 40 cm entre l'oeil et la photo)



Simulation avec le projet - Vue panoramique



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



C.3.5 - PERCEPTION RÉELLE DE L'ÉOLIEN DEPUIS LES VILLAGES ENVIRONNANTS

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

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, on étudie les champs de perception des éoliennes, pour les villages des communes de Saint-Oulph, d'Étrelles-sur-Aube, de Méry-sur-Aube et de Longueville-sur-Aube. Ces villages ont été choisis puisqu'ils sont les plus concernés par un éventuel effet de saturation ou d'encerclement.

En effet, la notion de saturation du paysage peut être abordée selon deux principes :

1° l'effet d'encerclement, qui « ne s'observe que très rarement à l'intérieur des agglomérations, et où les rares perspectives ouvertes sur la campagne permettent de percevoir des éoliennes ». Les points de perception sensibles concernent notamment la frange urbaine, ou les grands axes à l'approche des agglomérations. Cet effet d'encerclement constitue les prémices d'un effet de saturation plus important.

2° l'effet de saturation même, qui est défini comme étant « le degré au delà duquel la présence de l'éolien dans un paysage n'est plus supportable pour les habitants », même si ce degré de sensibilité varie en fonction des sensibilités paysagères et patrimoniales, du niveau d'implication des habitants dans les projets éoliens,...

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. Les angles correspondants sont représentés dans l'anneau distant de 5 à 10 km du point étudié. Cette échelle est considérée moins adaptée car très lointaine. Ainsi, la multiplication des projets peut envahir progressivement l'intégralité du champ visuel d'un observateur à partir des limites, voire du cœur d'une agglomération.

C'est pourquoi nous avons réalisé une carte de perception de l'éolien depuis les villages d'Étrelles-sur-Aube, de Longueville-sur-Aube, de Saint-Oulph et de Méry-sur-Seine, potentiellement concernés par un effet de saturation, dans un rayon de 10 km autour du centre des villages, afin de se rendre compte de la saturation visuelle depuis ces villages avec l'ensemble des parcs existants, accordés et en instruction présent dans la zone d'étude. Ces cartes reprennent les angles de perception du chapitre précédent (cf. «B.2.6.10 - Analyse du champ de perception réel de l'éolien depuis les villages proches», page 385) auxquels s'ajoute les angles des parcs actuellement en instruction.

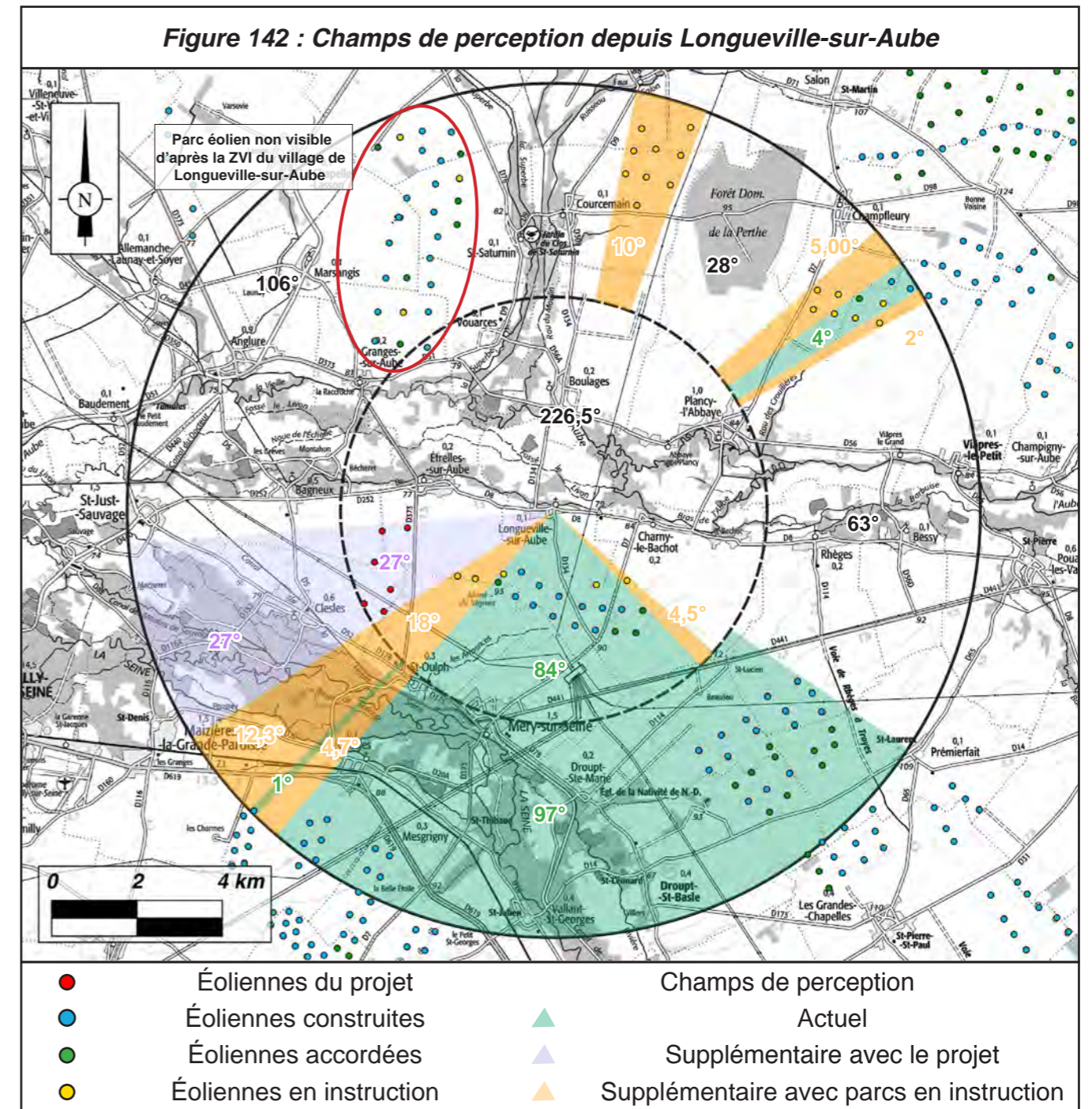
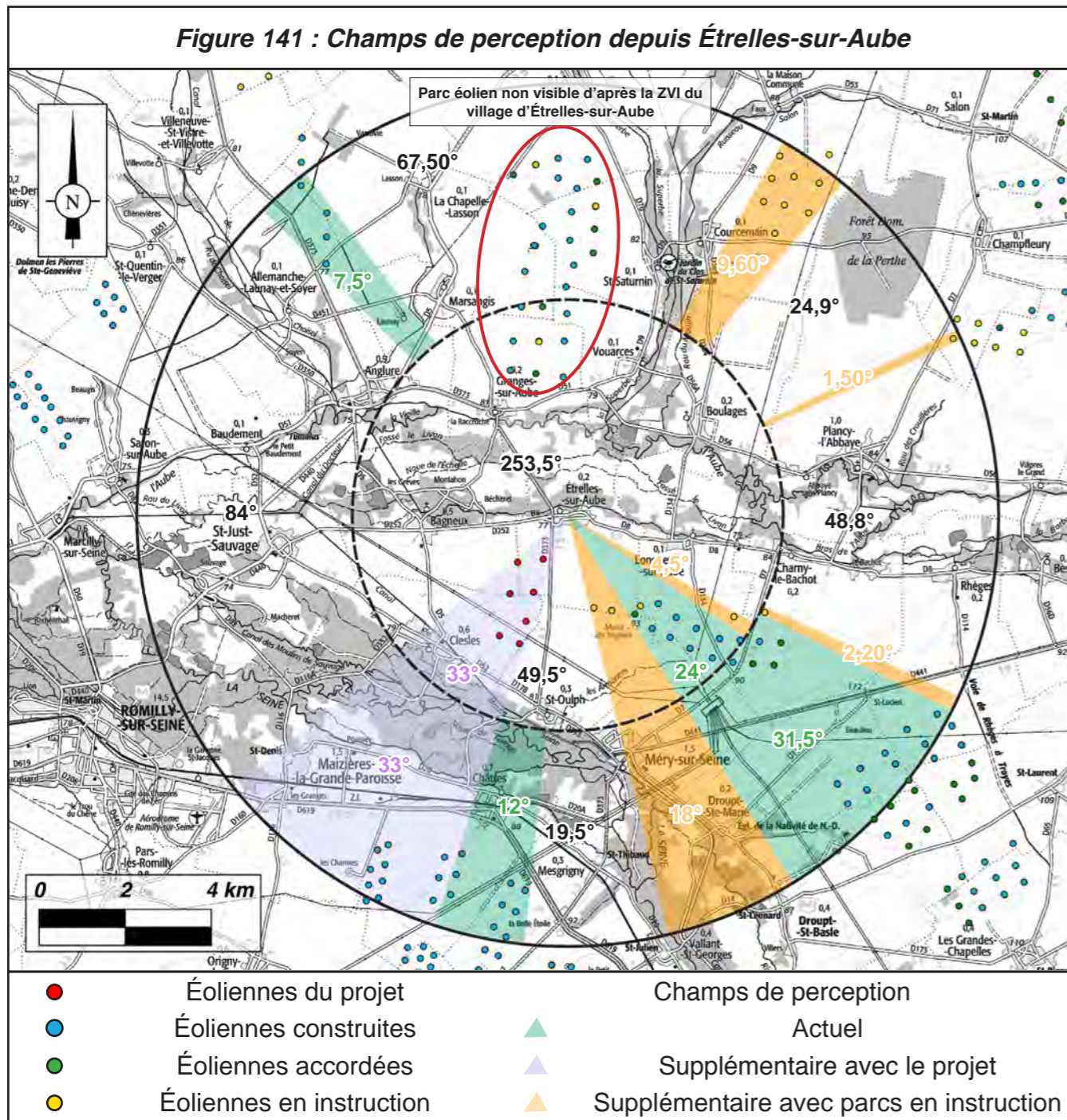
Chaque carte a été établie dans le cadre d'un scénario majorant qui ne tient compte ni du relief environnant, ni de la présence d'habitations et autres bâtis, ni de la ceinture de végétation, pourtant dense qui est associée aux vallées, pour les angles de perception des parcs en instruction.

C.3.5.1 - Depuis Étrelles-sur-Aube

C.3.5.2 - Depuis Longueville-sur-Aube

Figure 141 : Champs de perception depuis Étrelles-sur-Aube

Figure 142 : Champs de perception depuis Longueville-sur-Aube

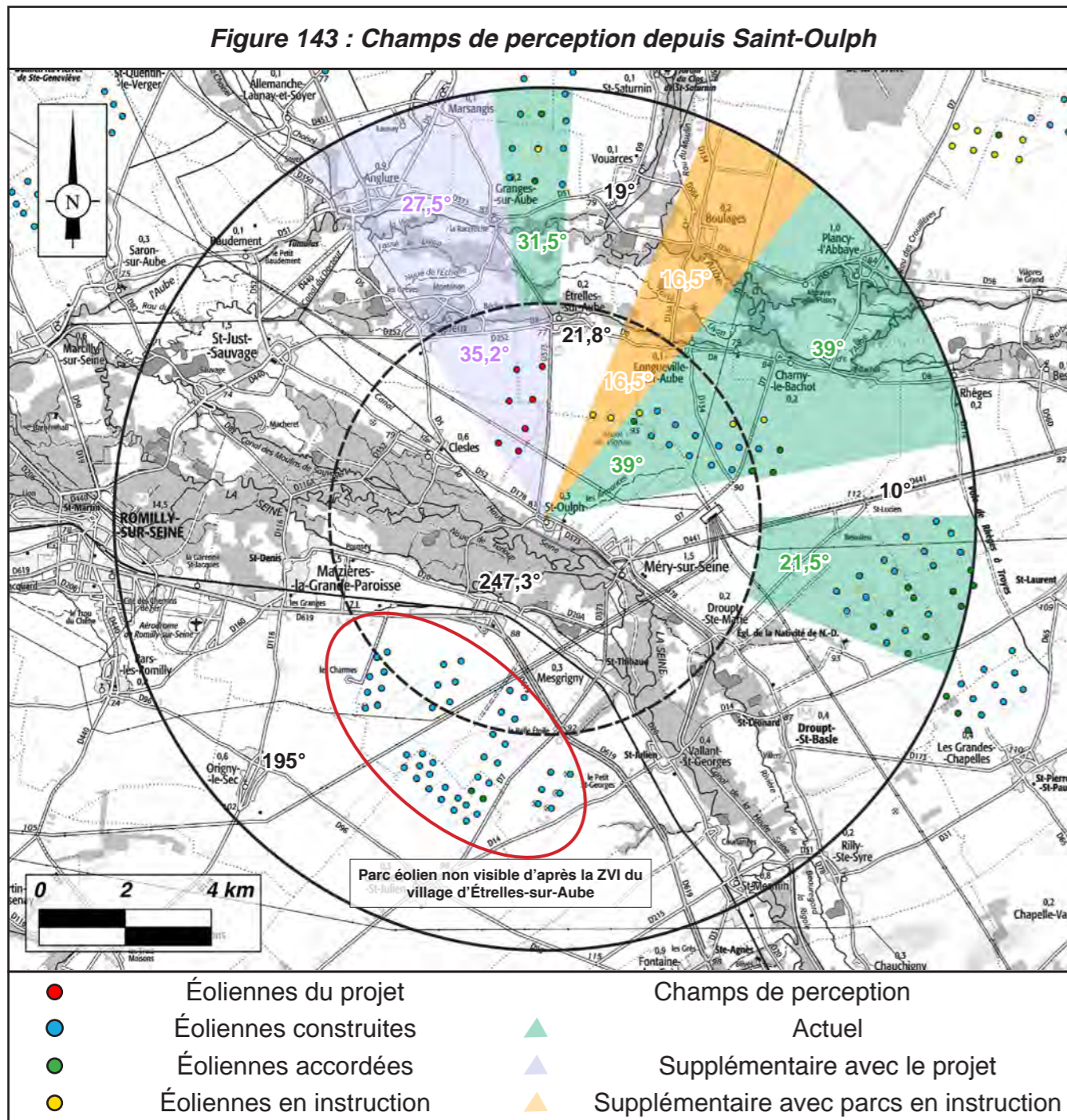


		De 0 à 5 km	De 0 à 10 km
État actuel	Éoliennes visibles existantes	10	47
	Angle d'horizon initialement occupé	24°	51°
	Densité	0,42	0,92
	Espace libre maximal sans éolienne	336°	154,5°
Avec le projet	Angle d'horizon occupé	57°	84°
	Densité	0,30	0,64
	Espace libre maximal sans éolienne	253,5°	154,5°
Avec projet et parc en instruction	Angle d'horizon occupé	61,5°	115,3°
	Densité	0,34	0,58
	Espace libre maximal sans éolienne	253,5°	84°

		De 0 à 5 km	De 0 à 10 km
État actuel	Éoliennes visibles existantes	15	53
	Angle d'horizon initialement occupé	84°	101°
	Densité	0,18	0,52
	Espace libre maximal sans éolienne	276°	189°
Avec le projet	Angle d'horizon occupé	111°	128°
	Densité	0,20	0,47
	Espace libre maximal sans éolienne	231°	149°
Avec projet et parc en instruction	Angle d'horizon occupé	133,5°	163°
	Densité	0,20	0,50
	Espace libre maximal sans éolienne	226,5°	106°

C.3.5.3 - Depuis Saint-Oulph

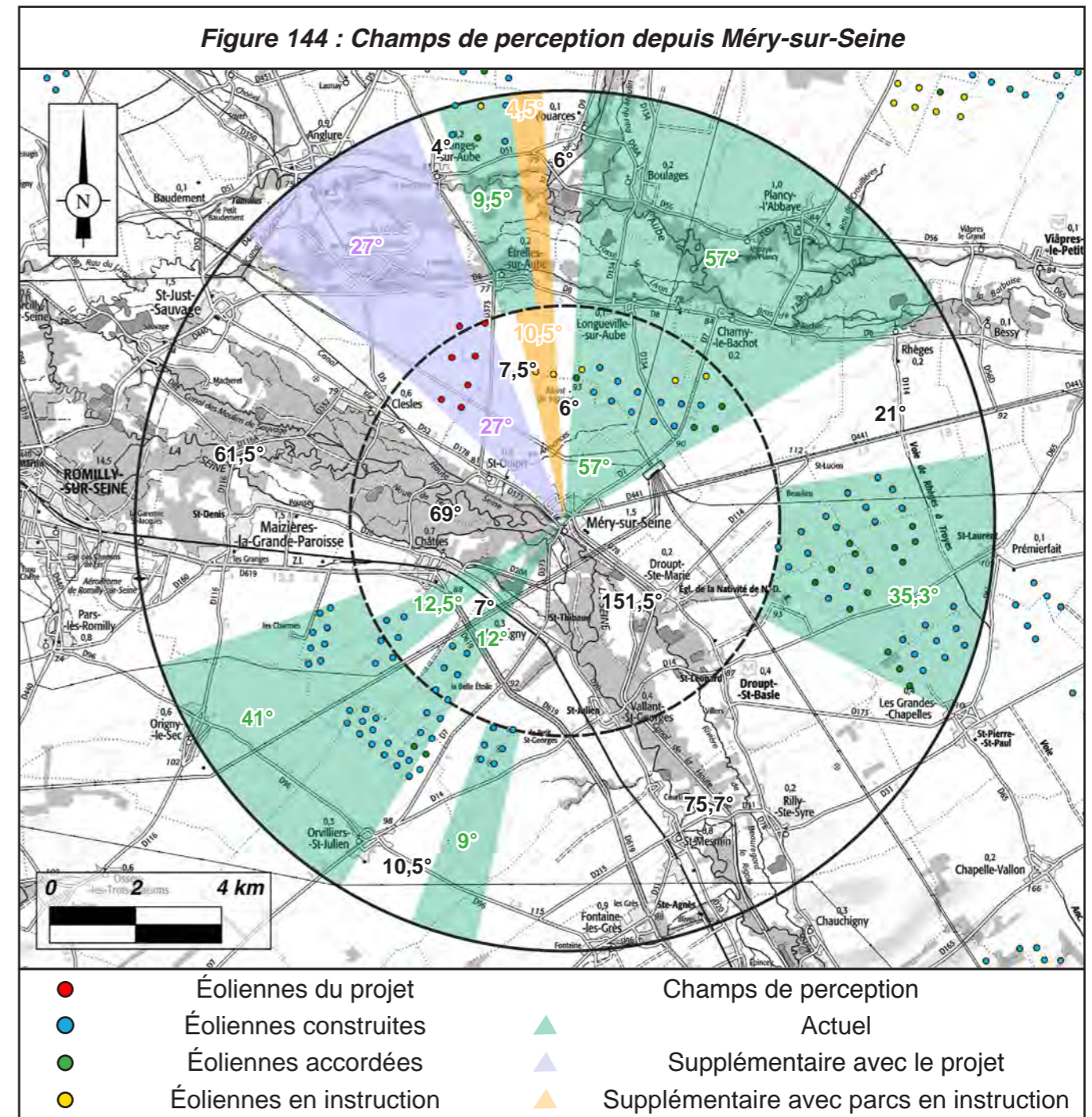
Figure 143 : Champs de perception depuis Saint-Oulph



		De 0 à 5 km	De 0 à 10 km
État actuel	Éoliennes visibles existantes	12	49
	Angle d'horizon initialement occupé	39°	92°
	Densité	0,31	0,53
	Espace libre maximal sans éolienne	321°	222,5°
Avec le projet	Angle d'horizon occupé	74,2°	119,5°
	Densité	0,26	0,47
	Espace libre maximal sans éolienne	247,3°	195°
Avec projet et parc en instruction	Angle d'horizon occupé	90,7°	136°
	Densité	0,25	0,44
	Espace libre maximal sans éolienne	247,3°	195°

C.3.5.4 - Depuis Méry-sur-Seine

Figure 144 : Champs de perception depuis Méry-sur-Seine



		De 0 à 5 km	De 0 à 10 km
État actuel	Éoliennes visibles existantes	24	105
	Angle d'horizon initialement occupé	81,5°	151,8°
	Densité	0,29	0,69
	Espace libre maximal sans éolienne	151,5°	92,5°
Avec le projet	Angle d'horizon occupé	108,5°	178,8°
	Densité	0,28	0,63
	Espace libre maximal sans éolienne	151,5°	75,7°
Avec projet et parc en instruction	Angle d'horizon occupé	119°	183,3°
	Densité	0,29	0,64
	Espace libre maximal sans éolienne	151,5°	75,7°

C.3.5.1.1 - *Interprétation des champs de perception réels de l'éolien*

L'aire d'étude éloignée compte des secteurs favorables ou favorables sous conditions au développement de l'éolien d'après le SRE. À ce titre, hormis dans le secteur nord au-delà de 5 km par rapport au projet, le territoire est déjà très investi par l'éolien, que ce soit par des parcs construits, des parcs accordés ou des parcs en instruction.

Actuellement, si l'on considère les parcs distants de moins de 10 km, les projets déjà construits, accordés et les éoliennes du projet, cela occupe des angles à l'horizon qui sont énoncés dans le tableau suivant :

Étrelles-sur-Aube	Longueville-sur-Aube	Saint-Oulph	Méry-sur-Seine
84°	128°	119,5°	178,8°

Avec les parcs en instruction, ces angles de perception sont augmentés et atteignent les valeurs suivantes (en vert, les villages ou les angles de perception ne dépassent pas les 120° proposés par l'étude de la DREAL Centre) :

Étrelles-sur-Aube	Longueville-sur-Aube	Saint-Oulph	Méry-sur-Seine
115,3°	163°	136°	183,3°

Ces données concernant les angles de perception des parcs en instruction, sont brutes et sont indépendantes des masques visuels.

Concernant l'espace libre maximal sans éoliennes, compte tenu de la position du projet, celui-ci est dans tous les cas modifié, néanmoins l'espace libre maximal sans éoliennes en prenant en compte celles du projet reste tout à fait acceptable, supérieur au seuil de 60° fixé par l'étude de la DREAL Centre, le tableau suivant récapitule l'espace libre maximal sans éoliennes avec et sans le projet et la différence entre les deux, en vert les angles tout à fait acceptable (supérieur à 160°) en jaune les angles acceptables (entre 100 et 160°) et en orange les angles qui sont moyennement acceptable (entre 60 et 100°).

	Étrelles-sur-Aube	Longueville-sur-Aube	Saint-Oulph	Méry-sur-Seine
Angle initial	154,5°	189°	222,5°	92,5°
Angle avec le projet	154,5°	149°	195°	75,7°
Angle avec le projet et les parcs en instruction	84°	106°	195°	75,7°

Concernant la densité des éoliennes dans les angles d'horizon occupés, elle limite le mitage du territoire tout en optimisant l'exploitation de la ressource en vent. Que ce soit avec ou sans les parcs en instruction, cette densité est toujours supérieure au seuil de 0,10 éolienne par degré d'angle occupé.

Rappelons par ailleurs que l'étude des angles de perception des parcs en instruction 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 en instruction viennent densifier les pôles de densification éolien présent autour zone du projet. Les parcs en instruction viennent densifier des angles déjà existant, ce qui augmente, dans certains cas, l'angle de perception. Cependant, l'influence des parcs en instruction sur les angles de perception demeure très faible.

C.3.6 - EFFETS CUMULÉS SUR L'UTILISATION DES RESSOURCES NATURELLES

Rappelons que les projets de parcs éoliens n'engendrent pas, au cours de leur exploitation, de consommation d'eau. Ainsi, en ce qui concerne cette ressource, aucun effet cumulé significatif n'est à craindre entre le projet de Rochebeau et les projets du Bouchats et du Puyats.

• Nuisances liées aux chantiers

Compte-tenu de l'éloignement de ces différents projets, il n'y aura aucun effet de cumul vis-à-vis du bruit et autres nuisances liées au chantier (trafics induits par la construction notamment).

• Consommation d'espace

Les différents projets engendreront une consommation d'espace (consommation de terres agricoles). Étant donné leur éloignement, leurs impacts respectifs ne concerneront pas les mêmes exploitations (pas d'effet cumulé sur la même exploitation). Au regard des milliers d'hectares de surfaces agricoles utilisées dans le département de la Marne et de l'Aube, les quelques hectares de terres agricoles consommés par ces différents projets ne constitueront qu'un impact globalement faible. De plus, le démantèlement des parcs en fin d'exploitation permettra une remise en culture des emplacements et donc un impact final nul sur la consommation d'espace.

• Ressource naturelle

Les ressources naturelles nécessaires pour le projet sont essentiellement :

- le béton des fondations : sables, graviers et ciment (chaux et argiles)
- les métaux (fer, cuivre...)

En ce qui concerne les sables, graviers et ciment, on ne sait pas à ce jour quelle en sera l'origine, mais ce type de matériaux est souvent produit (extrait) à proximité des zones de besoins (coût du transport). L'aménagement des autres parcs peut générer un cumul d'usage de cette ressource locale. Mais il est également possible que les matériaux utilisés proviennent tous ou en partie de recyclage.

On estime qu'en moyenne, environ 3 500 tonnes de béton sont à évacuer en phase de démantèlement d'un parc éolien, pour une éolienne¹. Toutefois, ce matériau caractérisé par des graviers, sables, et ciment (mélange d'argile et de chaux) peut être en totalité valorisé en réutilisation de 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.

Néanmoins, globalement, toutes les constructions engendrent un cumul de consommation de la ressource graviers, sable et ciment.

En ce qui concerne les métaux, leur origine peut-être très lointaine, et l'analyse du cumul de la ressource doit se faire à l'échelle planétaire. Toutefois, les métaux utilisés dans les éoliennes sont entièrement recyclables. Donc à terme (démantèlement), il y aura pas de cumul de consommation de métaux.

• Ressource en vent

L'effet de sillage d'une éolienne (influence d'une éolienne sur ses voisines) se fait sentir de manière significative à une distance de l'ordre de cinq 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 parc en projet ne se fera pas concurrence sur la ressource en vent.

• Nuisances en phase d'exploitation (bruit, ombre, ...)

Compte-tenu de l'éloignement des différents projets, il n'y aura aucun effet de cumul vis-à-vis du bruit et autres nuisances liées à l'exploitation des parcs (trafics induits par la construction, ombres projetées par les éoliennes, ...).

Aucun effet cumulé négatif significatif n'est donc à craindre.

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

D - ESQUISSE DES PRINCIPALES SOLUTIONS DE SUBSTITUTION

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

D.1 - CHOIX DU SITE

D'après le Schéma Régional Éolien de Champagne-Ardenne, approuvé en mai 2012, les communes du projet sont « classées » en zone favorable pour le développement de projets éoliens.

En effet, la carte ci-dessous (cf. Figure 145) illustre les zones favorables issues de la compilation des zones favorables à l'échelle des communes. Les zones de couleur vertes, dont les communes du projet, sont favorables à l'éolien, même si celles-ci sont soumises à des enjeux.

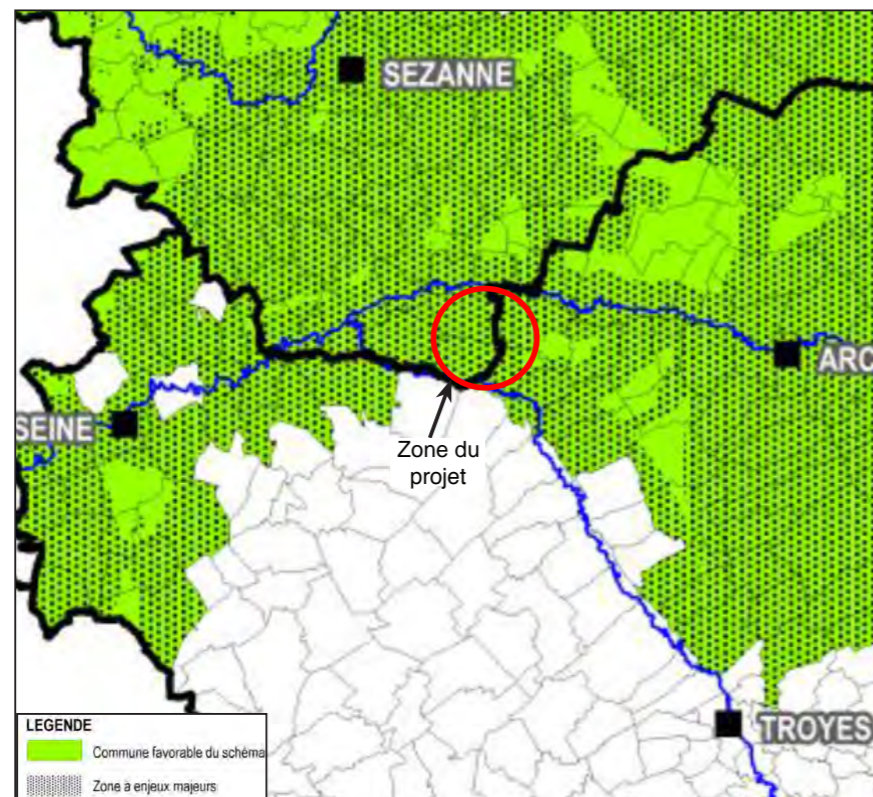


Figure 145 : Zones favorables au développement de l'éolien identifiées dans le SRE

Par exemple, la carte ci-dessous (cf. Figure 146) illustre les zones à fort enjeux paysagers. Nous pouvons constater que seule une infime partie de la zone d'étude est située au sein de la zone à enjeux de la Vallée de la Seine. Rappelons toutefois que les photomontages ont permis de conclure à une faible incidence du projet sur cette vallée.

EnergieTEAM s'est donc rapproché des communes du territoire pour leur proposer d'œuvrer au développement des énergies renouvelables.

Suite à la délibération favorable des communes de Bagneux, Clesles et Étrelles-sur-Aube pour l'implantation d'éoliennes, le site du présent projet éolien a ensuite été retenu par la société EnergieTEAM en 2014.



Figure 146 : Zones à enjeux paysagers identifiées dans le SRE

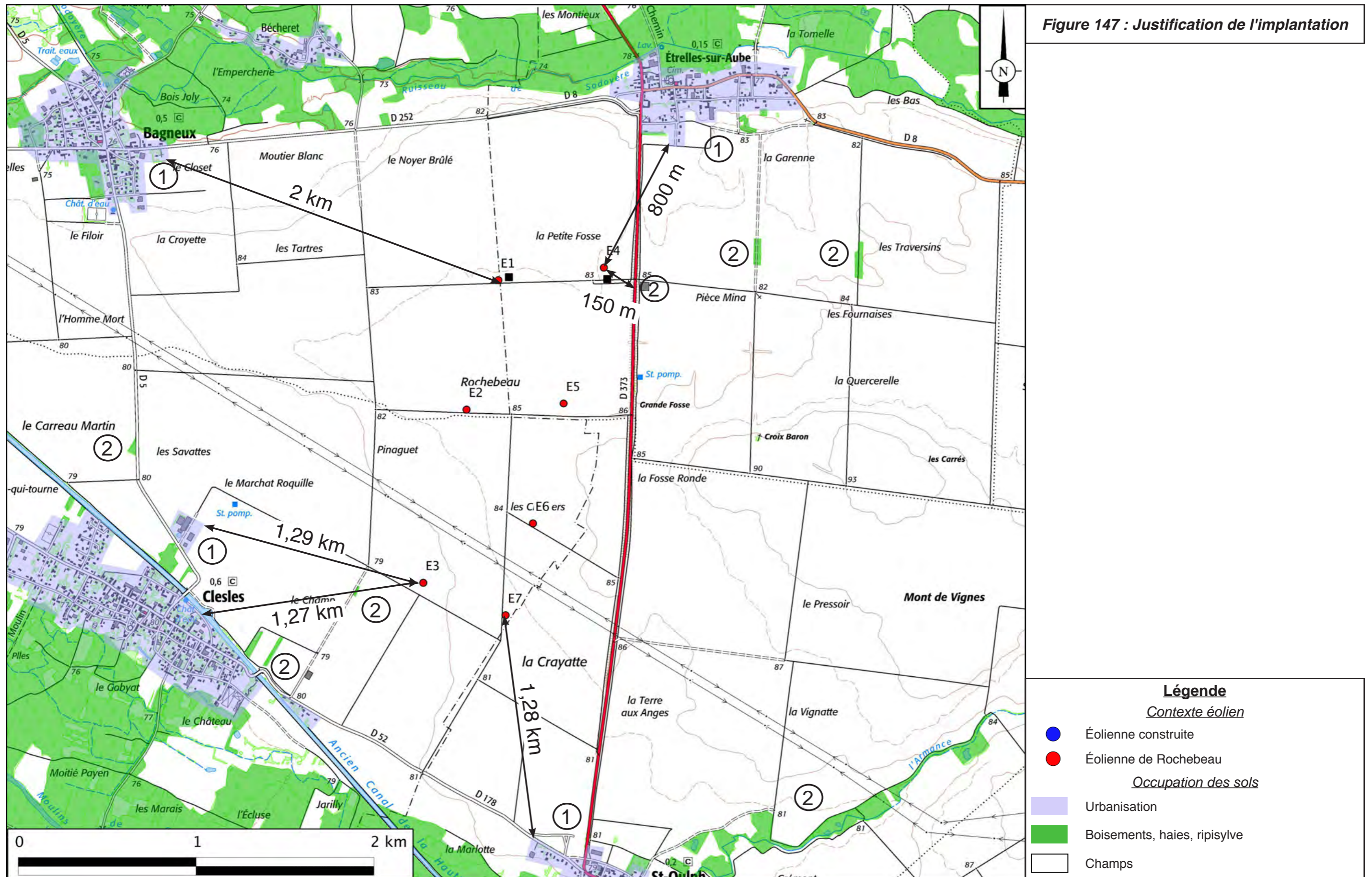
D.2 - CHOIX DU MODE D'AGENCEMENT DU PARC

La logique d'implantation des 7 éoliennes du projet, sur les communes de Bagnaux, Clesles et Étrelles-sur-Aube (cf. Figure 147, page 419), fixée par EnergieTEAM répond à plusieurs objectifs :

- s'implanter sur un territoire favorable à l'éolien identifié dans le SRE (cf. Figure 145, page 417),
- s'insérer de manière cohérente dans le paysage sans engendrer d'effets de surplomb sur les vallées de la Seine et de l'Aube,
- créer un ensemble cohérent, avec les parcs les plus proches (voir photomontages et (cf. Figure 150, page 422),
- respecter le patrimoine culturel environnant (Monument historique le plus proche à plus de 4 km),
- respecter l'intégrité des villages et habitations environnantes (pas d'éoliennes à proximité d'habitations, implantation à environ 800 m) ①,
- ne pas nuire au cadre de vie, en particulier grâce à une implantation cohérente du projet dans un ensemble éolien, produisant un effet de densification des parcs existants (voir photomontages et (cf. Figure 150, page 422),
- préserver les quelques éléments du milieu naturel présent sur le site (haies, boisements) ②,
- limiter l'impact du projet sur l'environnement.

L'implantation retenue pour les 7 éoliennes du projet concilie ainsi les aspects paysagers et autres aspects environnementaux.

Figure 147 : Justification de l'implantation



D.2.1 - VARIANTE DU PROJET

D.2.1.1 - Présentation des variantes étudiées

Au fur et à mesure de l'avance des études, plusieurs schémas d'implantation ont été étudiés et envisagés. A travers ces schémas, on recherche à élaborer un projet qui respecte un maximum le paysage, le cadre de vie et l'environnement du site d'implantation.

Trois variantes de projet ont donc été élaborées.

D.2.1.1.1 - Variante 1

Le premier schéma proposé, vise à implanter 12 éoliennes selon trois lignes orientées Nord-Sud (cf. Figure 148).

Les éoliennes du projet sont implantées sur un territoire agricole, éloigné de plusieurs centaines de mètres de toute zone de contrainte environnementale majeure (Zone Natura 2000, APB, PNR,...) et de tout élément boisé (au minimum 150m pour l'éolienne E4 de l'alignement d'arbre qui borde la RD373).

De même, la zone d'implantation potentielle a été définie de manière à être éloignée au maximum de l'ensemble des zones habitées (800m au minimum) afin de limiter les nuisances sur l'habitat tout en conservant une organisation du parc qui ne soit pas désagréable d'un point de vue paysager, d'autant plus avec la présence des Vallées de l'Aube et de la Seine.

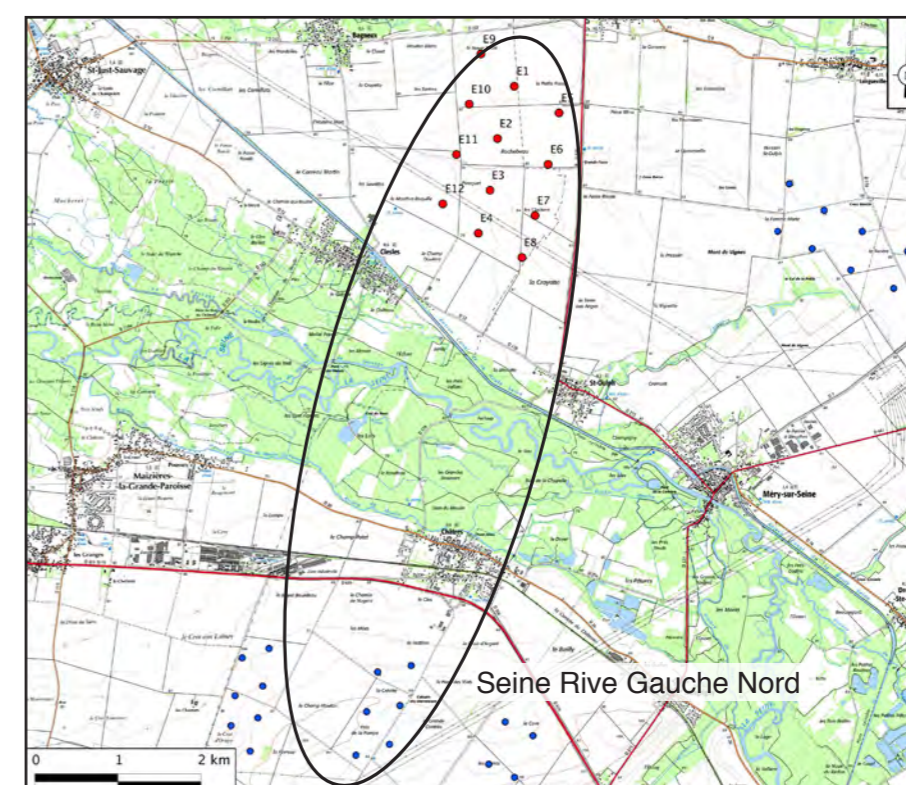
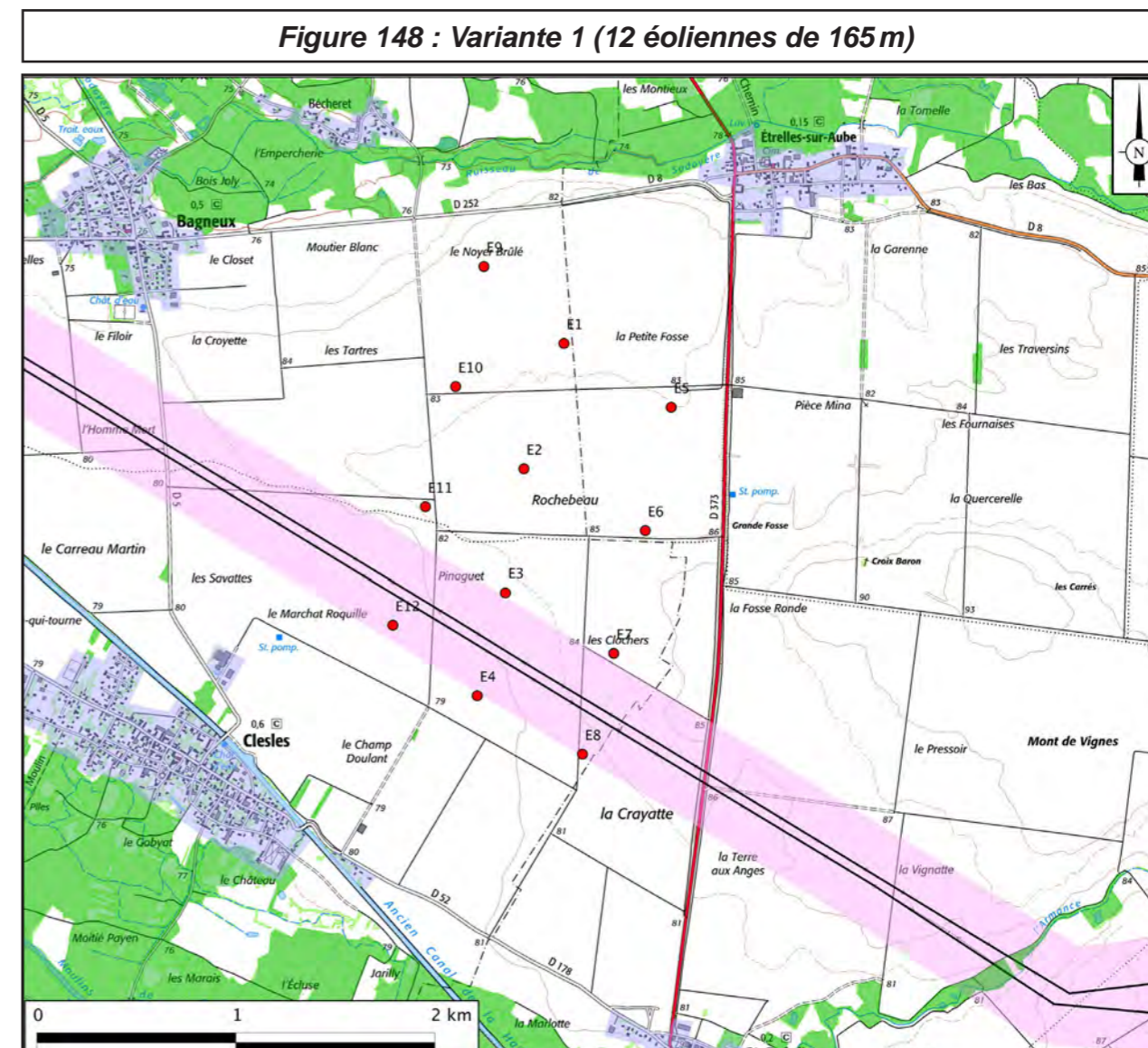
Un autre élément déterminant dans le choix de l'emplacement des machines a été la proximité des chemins agricoles existants afin d'éviter la création de nouveaux chemins (seuls 25 ml de chemins seront en effet à créer). Le choix a également été guidé par des critères techniques tels que l'inter-distance minimale à respecter entre les machines pour garantir une exploitation économique du site viable pour la société d'exploitation.

Néanmoins, suite aux recommandations de RTE, certaines éoliennes sont situées à moins de 230 m de la ligne très haute tension et à moins de 205m de la ligne haute tension (cf. Figure 148).

De plus, cette implantation présente un déséquilibre avec les deux lignes existantes du parc de Seine Rive Gauche Nord situé plus au Sud.

Le contexte local a donc conduit à l'élaboration d'un deuxième schéma présenté ci-après.

Figure 148 : Variante 1 (12 éoliennes de 165 m)



D.2.1.1.2 - Variante 2 orientation nord-sud

Une nouvelle proposition d'implantation a été proposée, consistant en la construction de 8 éoliennes réparties sur deux lignes orientées Nord-Sud (cf. Figure 149).

De la même manière que la première proposition, les éoliennes du projet sont implantées sur un territoire agricole, éloigné de plusieurs centaines de mètres de toute zone de contrainte environnementale majeure (Zone Natura 2000, APB, PNR,...) et de tout élément boisé (au minimum 150 m pour l'éolienne E4 de l'alignement d'arbre qui borde la RD373).

La zone d'implantation potentielle a été définie de manière à être éloignée au maximum de l'ensemble des zones habitées (800 m au minimum) afin de limiter les nuisances sur l'habitat tout en conservant une organisation du parc qui ne soit pas désagréable d'un point de vue paysager, d'autant plus avec la présence des Vallées de l'Aube et de la Seine.

Cette seconde proposition d'implantation permet de s'affranchir des contraintes liées à RTE puisque les éoliennes concernées sont situées en dehors de la zone de protection des lignes haute et très haute tension. De même, cette proposition est plus cohérente en matière d'aspects paysagers grâce à l'implantation du projet suivant deux lignes d'éoliennes, permettant de s'aligner sur le parc de Seine Rive Gauche Nord (cf. Figure 149).

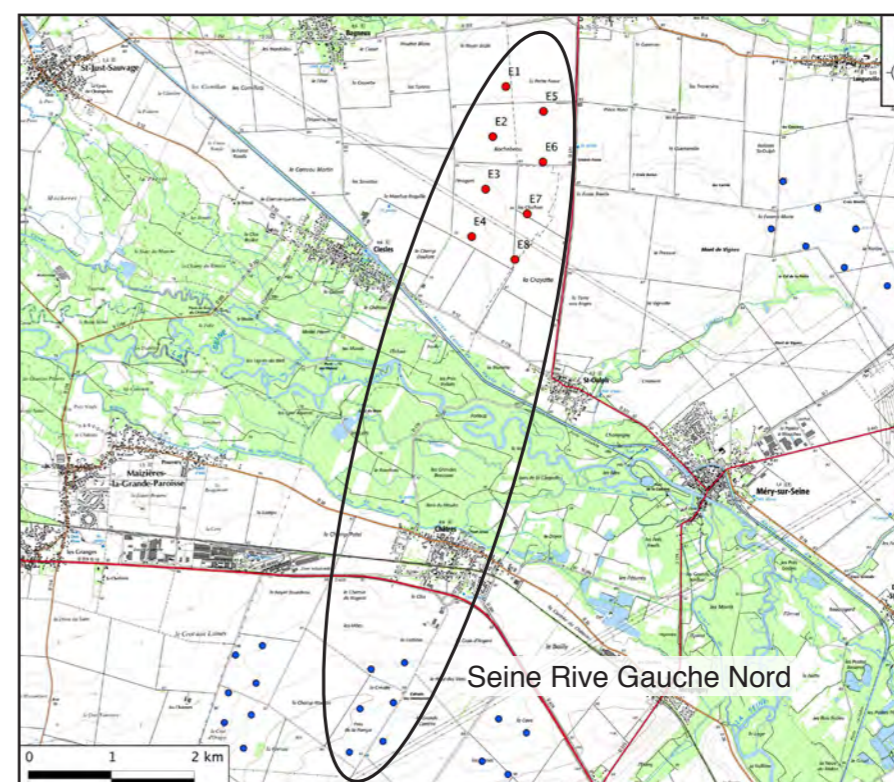
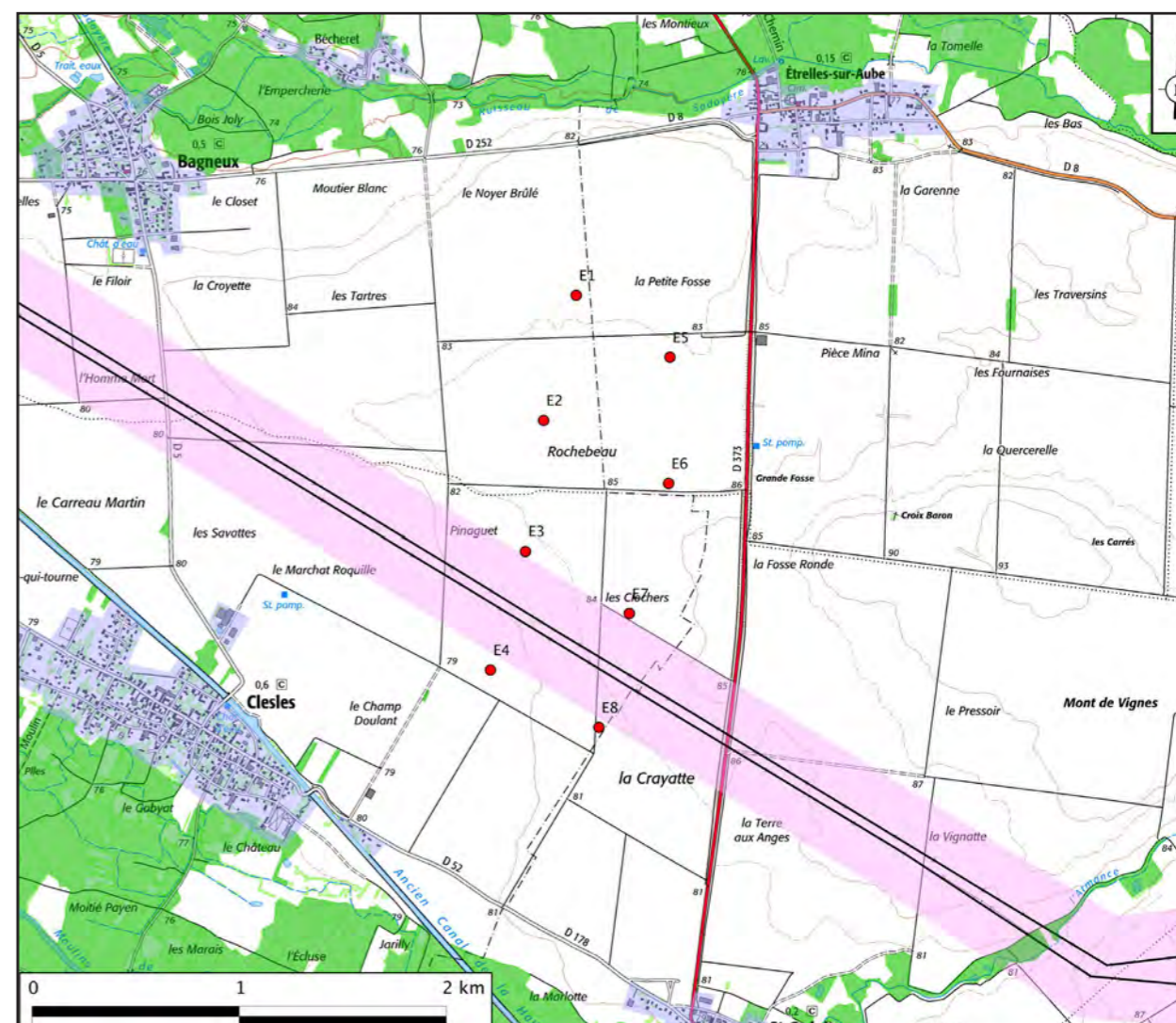
Néanmoins, cette solution engendre des impacts. La position des éoliennes au cœur des parcelles agricoles engendre une consommation d'espace plus importante, puisqu'il sera nécessaire de créer de nouveaux chemins pour acheminer le matériel.

La création de ces chemins engendre une durée d'intervention plus longue pour la mise en service du projet, ce qui risque de perturber et empêcher certaines étapes du cycle biologique des espèces avifaunistiques présentes sur le site (nidification, migration, halte migratoire...).

De manière plus globale, le trafic et le nombre de kilomètres parcourus par les engins de construction et de transport (convois exceptionnels) seront plus importants, ce qui augmentera les émissions de gaz à effet de serre en lien avec le réchauffement climatique.

Par conséquent, une nouvelle variante permettant de s'affranchir de ces contraintes a été proposée.

Figure 149 : Variante 2 orientation nord-sud (8 éoliennes de 165 m)



D.2.1.1.3 - Variante 2 orientation est-ouest

Suite à l'avis de la préfecture de la Marne émis le 17 avril 2020, il a été demandé d'étudier une variante orientée est-ouest.

Le site d'implantation est donc éloigné de toute zone de contrainte environnementale majeure (Zone Natura 2000, APB, PNR,...) de toutes zones habitées (800m minimum), mais également de tout élément boisée (l'éolienne E4 étant éloignée au minimum de 380m de l'alignement d'arbres qui longe la route départementale 373), afin de limiter les nuisances sur l'habitat tout en conservant une organisation du parc qui ne soit pas désagréable d'un point de vue paysager, d'autant plus avec la présence des vallées de l'Aube et de la Seine.

Cette proposition permet de s'affranchir des principales contraintes mises en évidence dans les deux premières variantes (éloignement des vallées de la Seine et de l'Aube notamment).

En revanche, cette variante présente l'inconvénient de se situer à moins de 230m des lignes électriques. De même la position de certaines éoliennes conduit à la réalisation d'environ 1 km linéaire de nouveau chemin synonyme de consommation de terres agricoles.

Au vu de la comparaison de cette variante avec la variante n°3 sur les photosimulations n°66 à 70 à partir de la page 425, cette variante n'a pas été retenue.

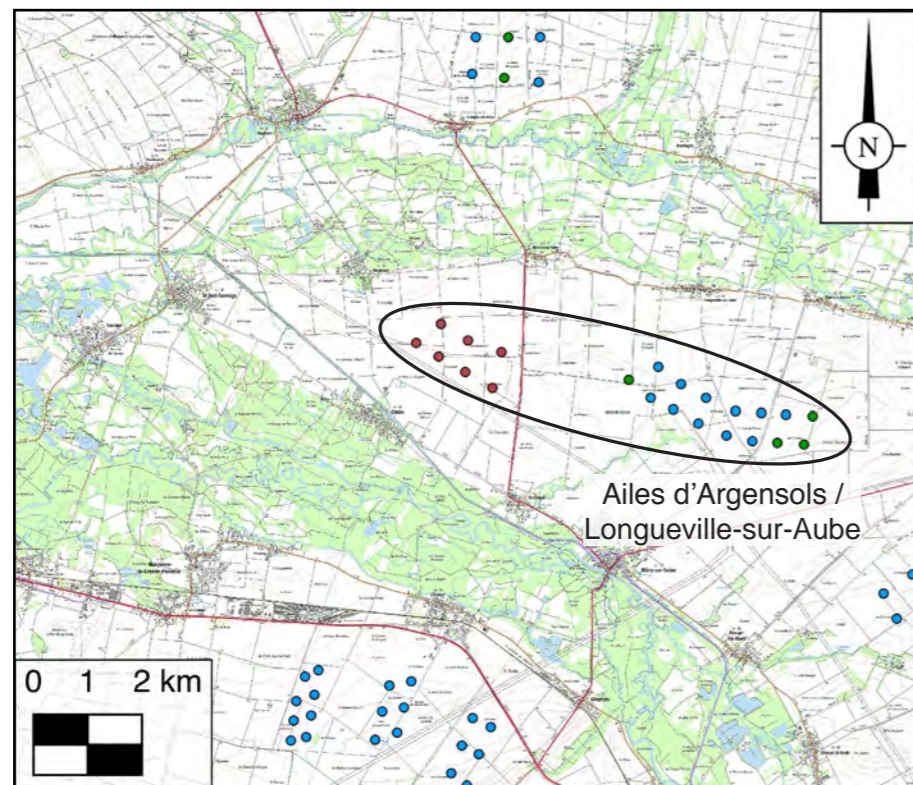
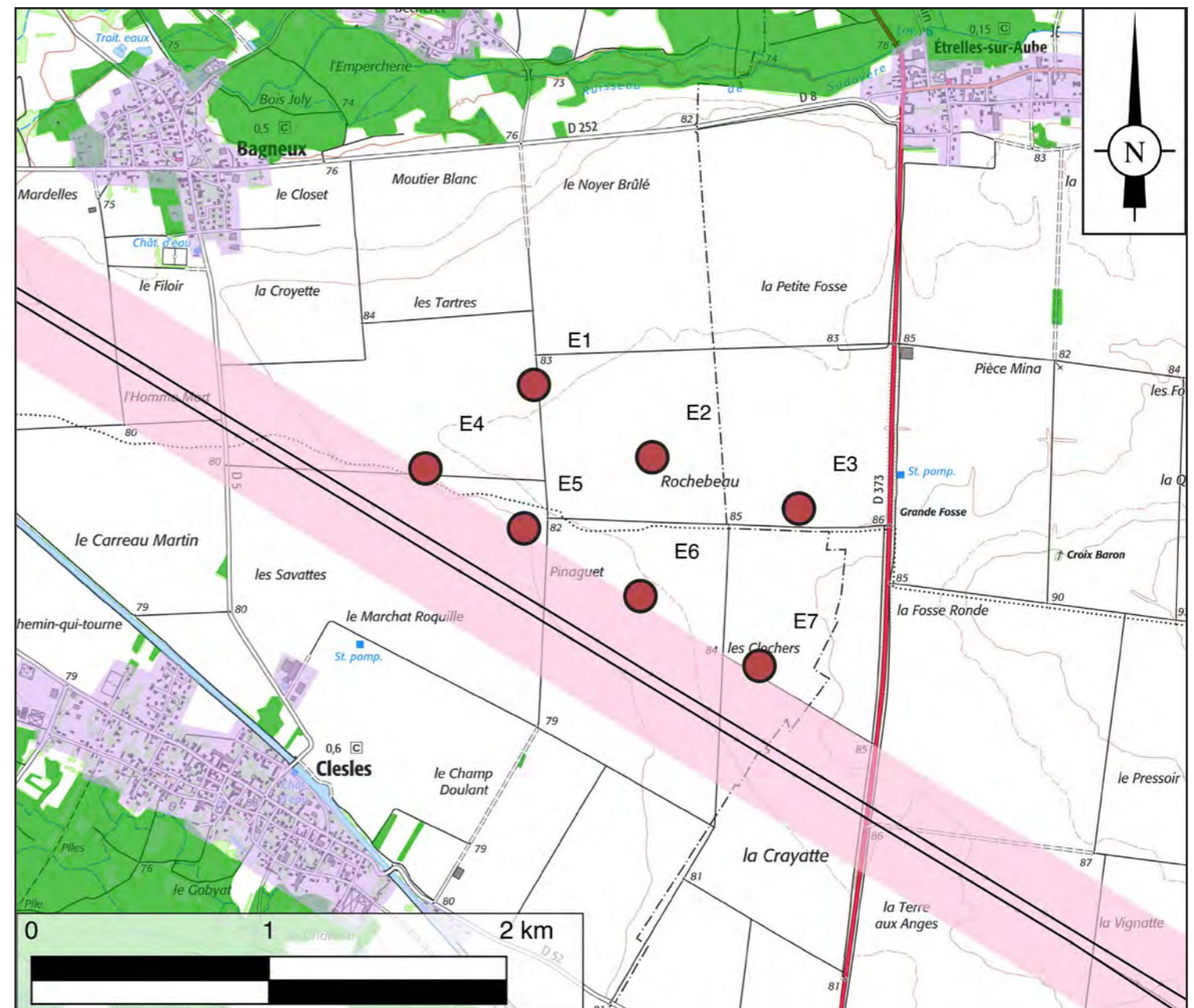


Figure 150 : Variante 3 (7 éoliennes de 165 m)



D.2.1.1.4 - Variante 3

Cette nouvelle variante consiste en l'implantation de 7 éoliennes (cf. Figure 151) localisées sur la même zone agricole que celle présentée pour les deux premiers schémas.

Le site d'implantation est donc éloigné de toute zone de contrainte environnementale majeure (Zone Natura 2000, APB, PNR,...) de toutes zones habitées (800 m minimum), mais également de tout élément boisée (l'éolienne E4 étant éloignée au minimum de 150m de l'alignement d'arbres qui longe la route départementale 373), afin de limiter les nuisances sur l'habitat tout en conservant une organisation du parc qui ne soit pas désagréable d'un point de vue paysager, d'autant plus avec la présence des Vallées de l'Aube et de la Seine.

Cette proposition permet de s'affranchir des principales contraintes mises en évidence dans les deux premières variantes (aspects paysagers, prise en compte des contraintes de RTE, consommation d'espaces agricoles).

En effet, ces éoliennes sont implantées en deux lignes de façon cohérente avec le parc de Seine Rive Gauche Nord, elles se situent en dehors des zones de contraintes identifiées par RTE et sont proches de chemins agricoles existants. Seuls 25 ml de chemin seront à créer, engendrant une très faible consommation d'espace.

Au vu de la comparaison de cette variante avec la variante n°2 bis sur les photosimulations n°66 à 70 à partir de la page 425, cette variante n'a pas été retenue.

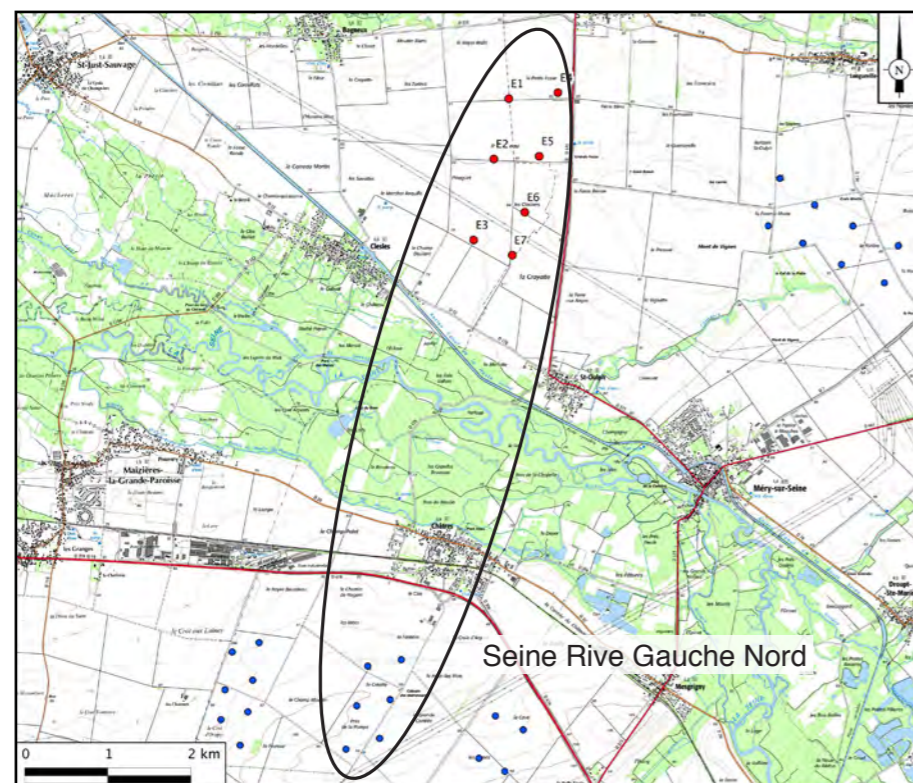
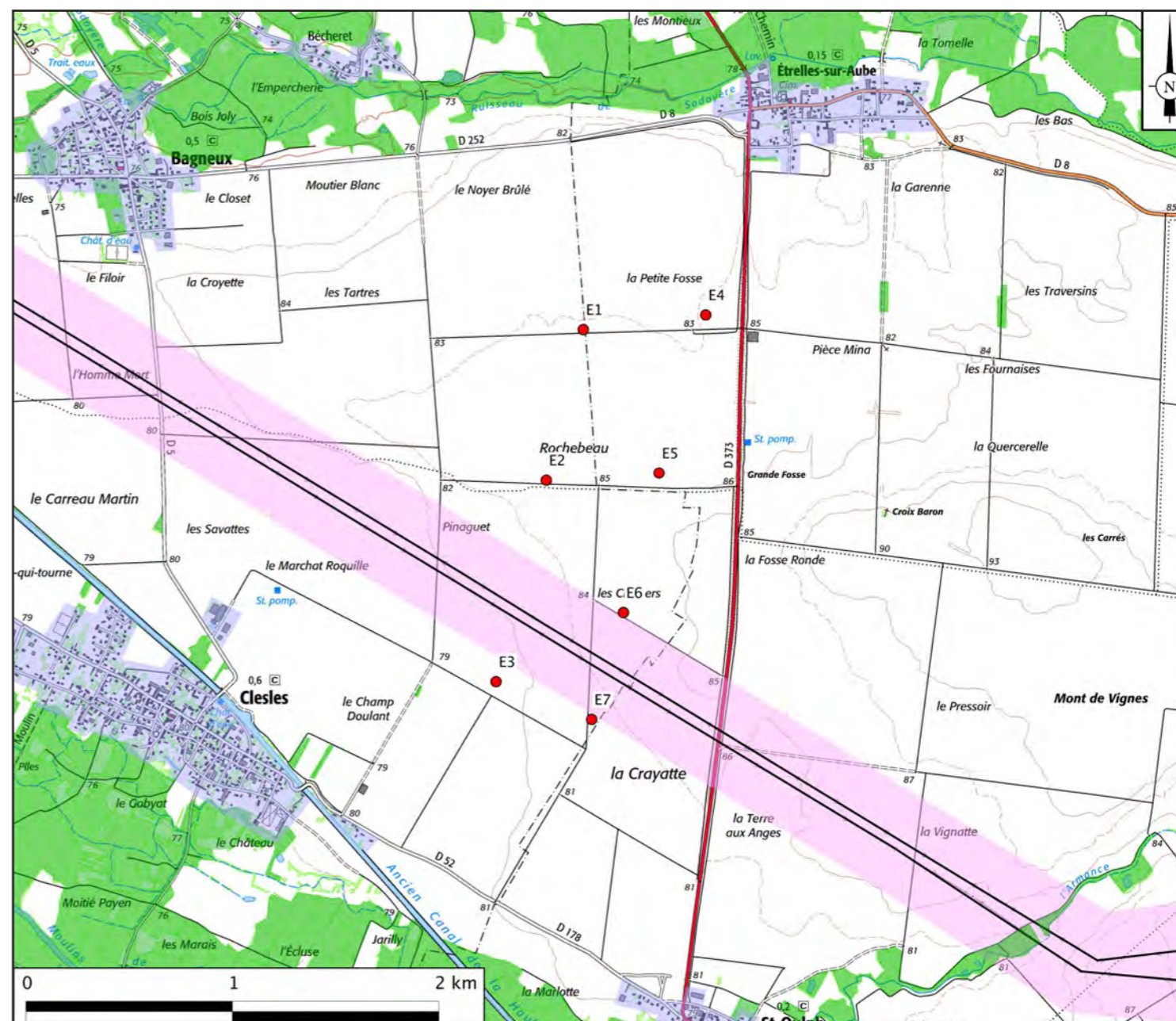


Figure 151 : Variante 3 (7 éoliennes de 165 m)



• Photosimulation 66 : Depuis la sortie nord de Méry-sur-Seine (Projet à 2 690 m)

Les deux variantes présentent globalement la même structuration, bien que la variante orientée Nord-Sud présente un étalement plus important.

Néanmoins, la variante 3 est moins visible, phénomène de masquage plus important que sur la variante 2 Est-Ouest.

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



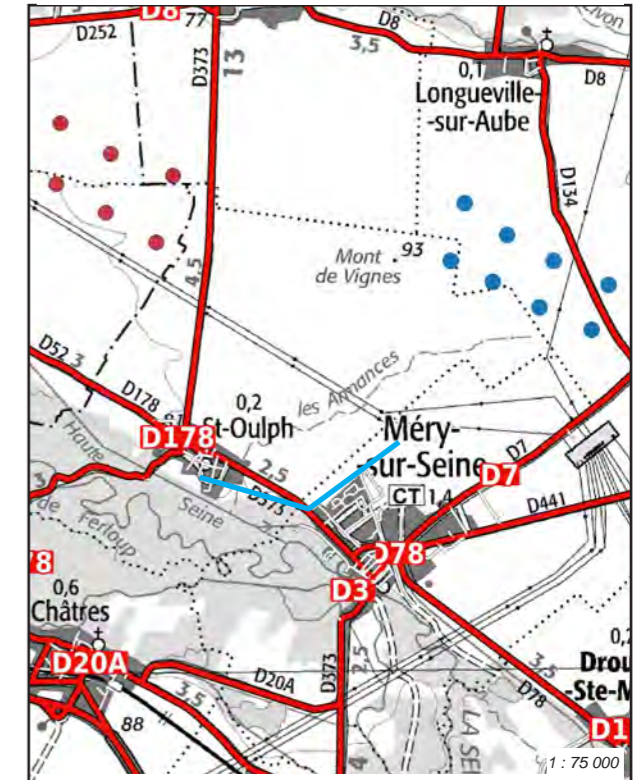
Simulation avec le projet : vue large, en perception réelle (à regarder avec une distance de 40 cm entre l'oeil et la photo)



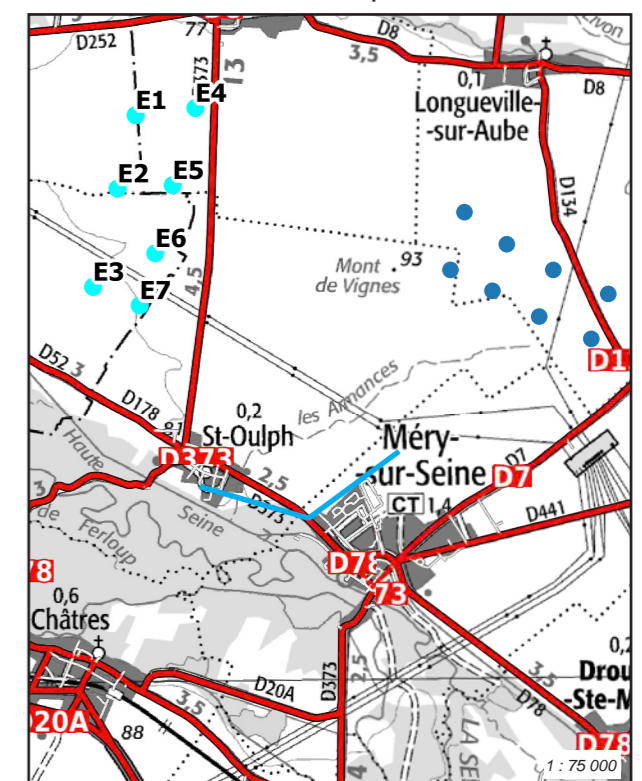
Angle de perception humaine : $\pm 40^\circ$



Localisation de la prise de vue



Localisation de la prise de vue



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

• Photosimulation 67 : Depuis la Rd 441 en direction de Méry-sur-Seine (Projet à 6 940 m)

Depuis ce point de vue, on remarque une nette différence de structuration entre les deux variantes.

La variante 2 Est-Ouest présente deux lignes d'éoliennes bien distinctes. Contrairement à la variante 3, les éoliennes sont moins « étalées » depuis ce point de vue.

La variante 3 présente, elle un étalement des lignes d'éoliennes plus important que la variante 2 Est-Ouest.

Néanmoins, depuis ce point de vue, les deux variantes sont bien visible dans le paysage.

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



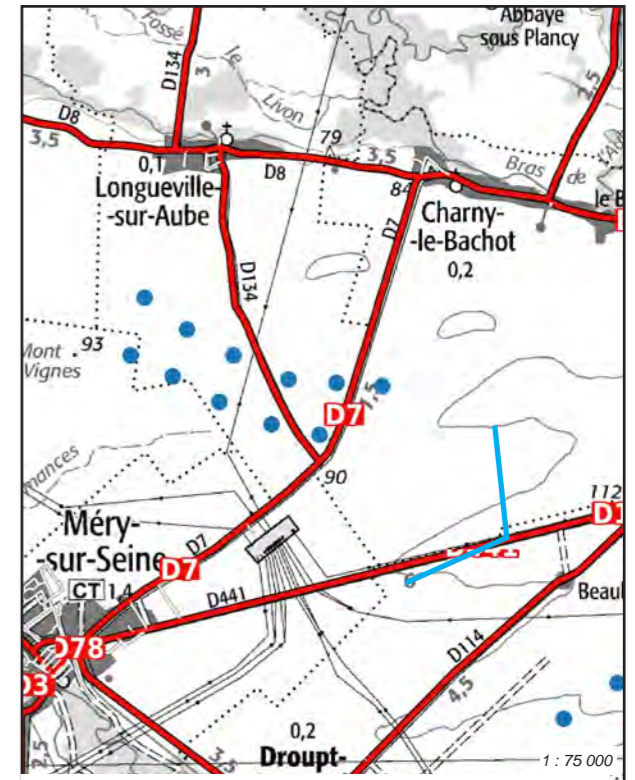
Simulation avec le projet : vue large, en perception réelle (à regarder avec une distance de 40 cm entre l'oeil et la photo)



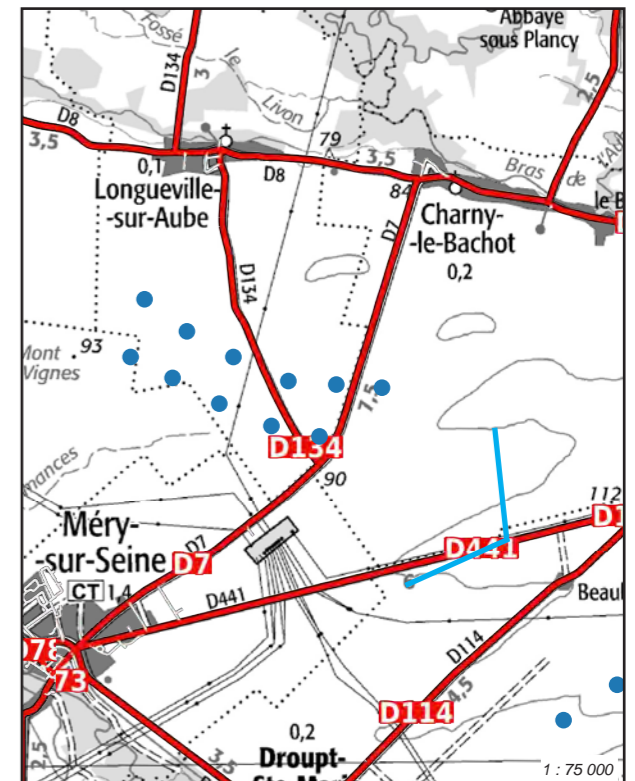
Angle de perception
humaine : $\pm 40^\circ$



Localisation de la prise de vue



Localisation de la prise de vue



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

• Photosimulation 68 : Depuis la sortie est de St-Just-Sauvage (Projet à 4 860 m)

Depuis la sortie de Saint-Just Sauvage, la variante 2 Est-Ouest domine plus le paysage par rapport à la variante 3. En effet la variante 3 étant plus éloignée du point de vue, les éoliennes marquent moins le paysage dans une configuration Nord-Sud.

Toujours depuis ce point de vue, la configuration de deux lignes d'éoliennes orientées Est-Ouest ne paraît pas évidente.

À l'inverse la configuration de deux lignes d'éoliennes orientées Nord-Sud de la variante 3 paraît plus évidente, même si dans cette configuration le projet occupe plus de place par rapport à la variante 2 Est-Ouest.

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



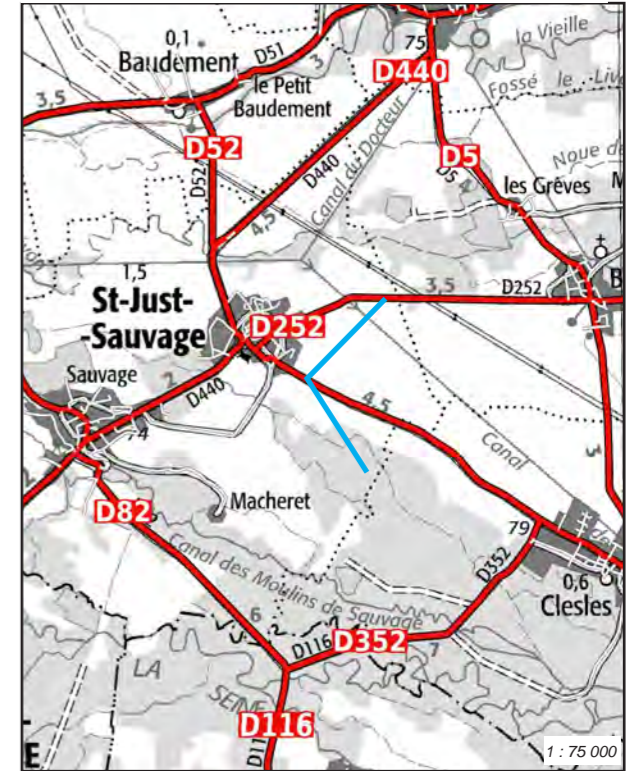
Simulation avec le projet : vue large, en perception réelle (à regarder avec une distance de 40 cm entre l'oeil et la photo)



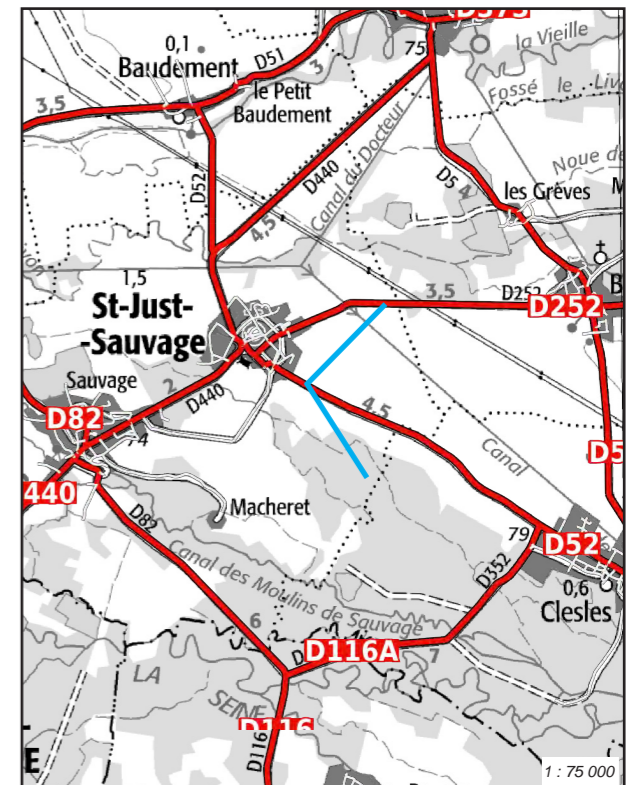
Angle de perception humaine : $\pm 40^\circ$



Localisation de la prise de vue



Localisation de la prise de vue



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

• Photosimulation 69 : Depuis la sortie sud de Bagnaux (Projet à 2 140 m)

Depuis la sortie Sud de Bagnaux, la variante 2 Est-Ouest est beaucoup plus proche du village et donc plus prégnante. Le recule de la variante 3 par rapport au village est significatif.

La variante 2 Est-Ouest occupe moins d'espace dans le champs de vision mais l'alignement avec les parcs éoliens en arrière n'est pas évident à apercevoir.

À contrario, la variante 3, bien qu'occupant plus le champs de vision semble mieux s'intégrer au parcs existants en arrière plan.

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



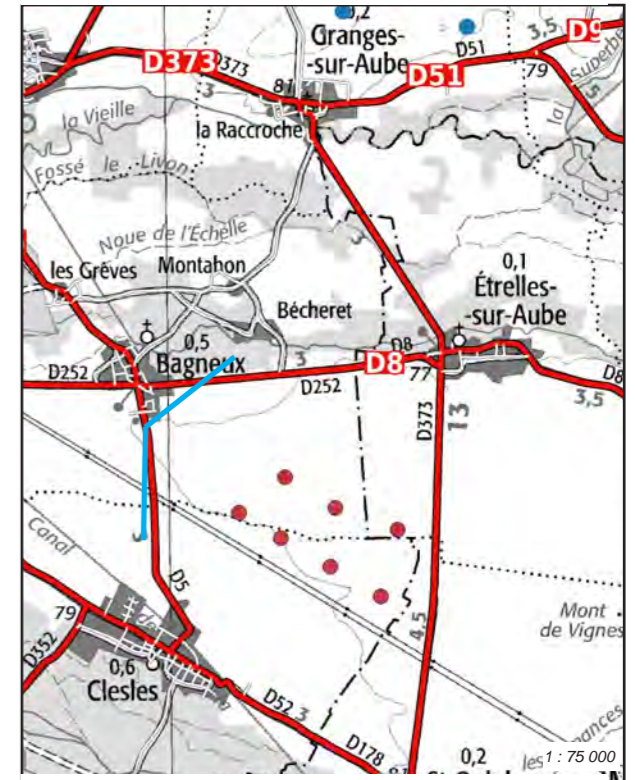
Simulation avec le projet : vue large, en perception réelle (à regarder avec une distance de 40 cm entre l'oeil et la photo)



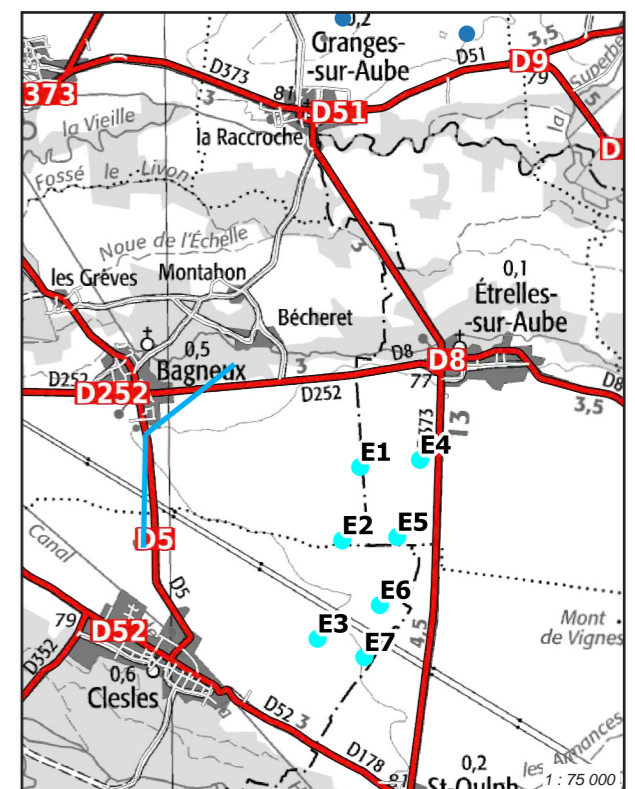
Angle de perception humaine : $\pm 40^\circ$



Localisation de la prise de vue



Localisation de la prise de vue



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

• Photosimulation 70 : Depuis la sortie de Charny-le- Bachot (Projet à 5 385 m)

Depuis la sortie de Charny-le-Bachot les deux variantes, variante 2 Est-Ouest et variante 3 sont peut perceptible dans le paysage. Elles sont en parties masquées par la topographie et la végétation.

De plus elles semblent toutes les deux s'intégrer aux parcs éoliens à proximité.

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



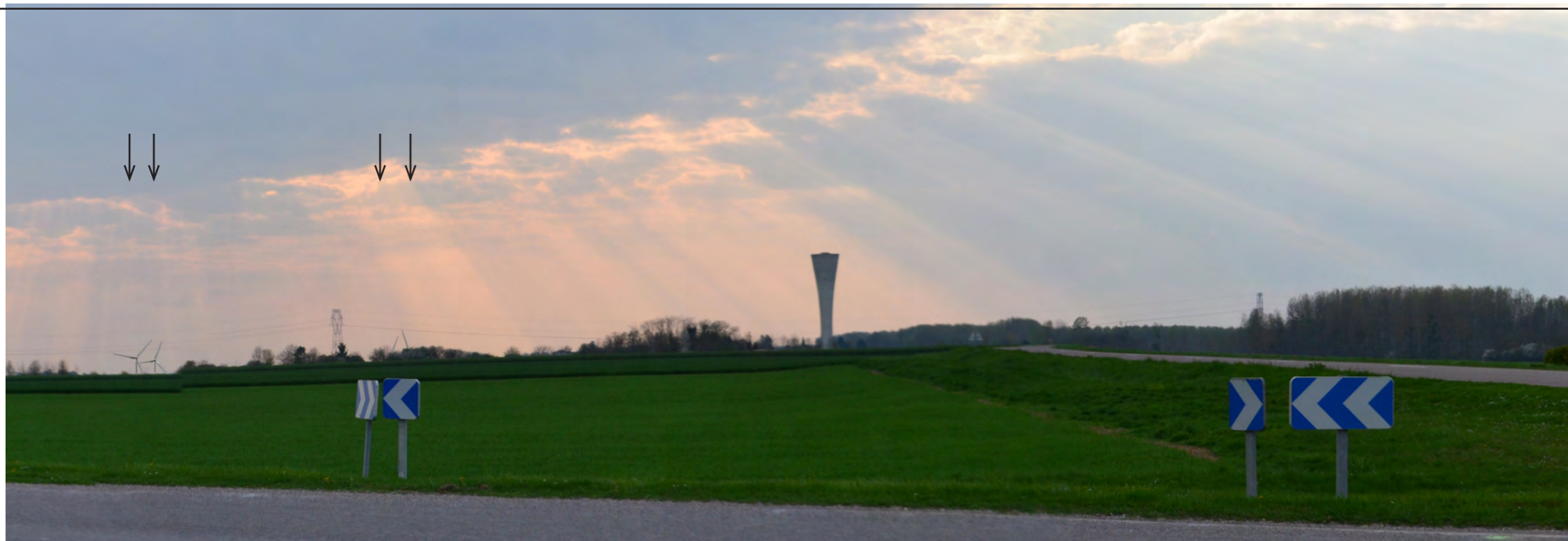
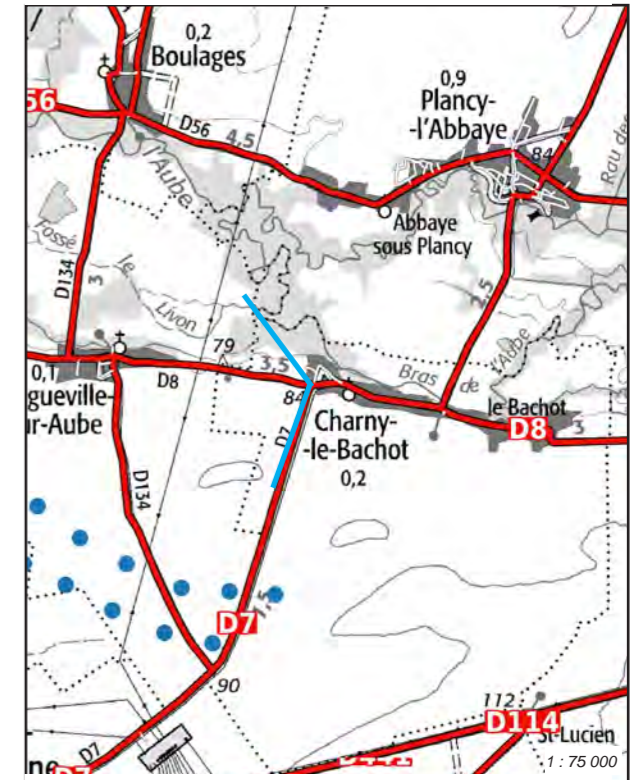
Simulation avec le projet : vue large, en perception réelle (à regarder avec une distance de 40 cm entre l'oeil et la photo)



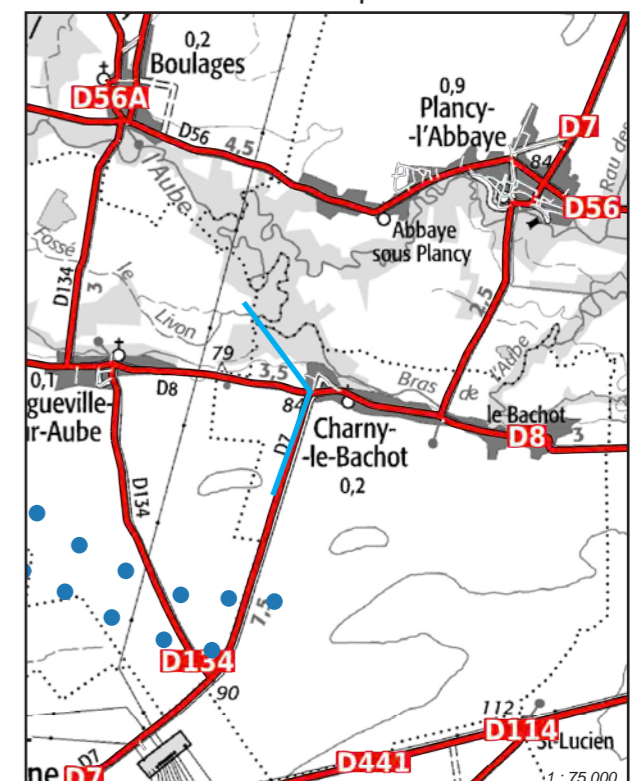
Angle de perception humaine : $\pm 40^\circ$



Localisation de la prise de vue



Localisation de la prise de vue



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

D.2.1.2 - Type et taille des éoliennes

Pour l'ensemble des variantes étudiées, la demande d'autorisation environnementale unique du présent projet porte sur un gabarit unique de machine, correspondant aux aérogénérateurs les plus efficaces pour le site d'implantation.

En effet, le modèle Nordex N 131, d'une puissance nominale de 3 MW et d'une hauteur de 165 m en bout de pale, correspond aujourd'hui au gabarit retenue.

La hauteur des éoliennes du projet de Rochebeau sera légèrement supérieure à celles du parc existant le plus proche de Longueville-sur-Aube.

Toutefois, le projet sera implanté dans un ensemble d'éoliennes, ce qui limitera son influence paysagère (photosimulations 45 et 49). De plus, même si la taille des machines du projet est plus importante que celle des éoliennes du parc le plus proche, celle-ci reste relativement faible par rapport aux machines qui sont actuellement commercialisées (plus de 200 m de hauteur). De plus, cette différence n'apparaît pas perceptible dans le paysage dans la mesure où aucune machine de taille différente n'est proche ni en alignement sur la même ligne d'horizon, par exemple.

La solution de choisir des machines avec une tour plus haute, mieux adaptée au type de rotor n'a pas été retenue, pour limiter les perceptions depuis les villages proches et depuis les monuments historiques.

Le choix de ce modèle d'éoliennes est donc approprié aux enjeux environnementaux et paysager du territoire (Vallée de la Seine et Vallée de l'Aube), mais également aux enjeux liés aux monuments historiques (le plus proche étant à 4 km), puisque la perception du projet depuis ces sites est limitée voire absente.

Par conséquent, les caractéristiques des Nordex N 131 permettent de tirer pleinement profit des conditions d'exploitations locales qui seront retenues in fine après autorisation, tout en respectant le paysage, le cadre de vie et l'environnement.

D.2.1.3 - Synthèse

Afin de proposer un projet respectueux du paysage, du cadre de vie et de l'environnement du territoire, quatre schémas d'implantation ont été élaborés dans le but de choisir la proposition la plus cohérente au contexte local.

Les trois premières variantes présentant des contraintes, notamment liées à RTE (implantation d'éoliennes dans la zone de protection des lignes haute et très haute tension), liées à la cohérence paysagère du projet avec les parcs existants (notamment le parc de Seine Rive Gauche Nord), et liées à la consommation de l'espace agricole (création de chemins supplémentaires), c'est finalement la quatrième proposition qui a été retenue pour l'élaboration du projet (variante 3).

L'ensemble des points positifs et négatifs des 4 variantes sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

	Variante 1	Variante 2	Variante 2 Est-Ouest	Variante 3
Points positifs	<ul style="list-style-type: none"> - Éloignement des éléments boisés, - Éloignement au minimum de 800 m des zones habitées, - Proximité des chemins agricoles. 	<ul style="list-style-type: none"> - Éloignement des éléments boisés, - Éloignement au minimum de 800 m des zones habitées, - Éloignement des lignes électriques haute et très haute tension (respect des préconisations de RTE), - Meilleure insertion du projet par rapport au parc de Seine Rive Gauche Nord (2 lignes). 	<ul style="list-style-type: none"> - Éloignement des éléments boisés, - Éloignement au minimum de 800 m des zones habitées, - Meilleure insertion du projet par rapport au parc des Ailes d'Argensol. 	<ul style="list-style-type: none"> - Éloignement des éléments boisés, - Éloignement au minimum de 800 m des zones habitées, - Éloignement des lignes électriques haute et très haute tension (respect des préconisations de RTE), - Meilleure insertion du projet par rapport au parc de Seine Rive Gauche Nord (2 lignes), - Proximité des chemins agricoles.
Points négatifs	<ul style="list-style-type: none"> - Emprise relativement importante (3 lignes d'éoliennes), - Éoliennes proches des lignes électriques haute et très haute tension (E8 et E12) et non respect des préconisations de RTE, - Problèmes de cohérence paysagère avec le parc de Seine Rive Gauche Nord (3 lignes pour le projet et 2 lignes pour l'existant). 	<ul style="list-style-type: none"> - Éloignement des chemins agricoles existants (nécessité de créer de nouveaux chemins, consommation d'espaces agricoles), - Augmentation du temps des travaux, - Impact potentiel sur l'avifaune, - Augmentation du trafic. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ligne de 4 éoliennes (E4 à E7) proche des lignes électriques haute et très haute tension et non respect des préconisations de RTE, - Problèmes de cohérence paysagère avec les parcs de Seine Rive Gauche Nord au Sud et Moulin des Champs au Nord, - Éloignement des chemins agricoles existants (E3, E5 et E6) (nécessité de créer de nouveaux chemins, consommation d'espaces agricoles). 	<ul style="list-style-type: none"> - Problème de cohérence paysagère avec le parc des Ailes d'Argensol.
Conclusion	Variante non retenue	Variante non retenue	Variante non retenue	Variante retenue

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

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

La mise en place de mesures concerne les problématiques pour lesquelles tout risque d'impact n'a pas été écarté (cf. «B - Effets potentiels sur l'environnement», page 195), notamment la gestion hydraulique des plate-formes des éoliennes, le risque de mortalité par collision avifaunistique et chiroptérologique, de même que l'influence paysagère potentiel du projet.

E.1 - DÉFINITIONS

Après avoir caractérisé les impacts, dont une partie aléatoire (collisions), il est nécessaire de revenir à l'application de la démarche **Eviter-Réduire-Compenser**.

Cette séquence, conçue avec un groupe de travail réunissant des représentants de l'État, d'établissements publics, d'entreprises et d'associations, repose sur une doctrine nationale et des fiches de recommandations méthodologiques (CGDD/DEB 2013).

Bien que non normative, elle s'applique à tous les projets et concerne l'ensemble des thématiques de l'environnement, notamment les milieux naturels.

Dès la conception et la mise en œuvre de son projet, le maître d'ouvrage doit définir les mesures adaptées pour éviter, réduire et lorsque cela est nécessaire et possible, compenser leurs impacts négatifs significatifs sur l'environnement.

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 (chantier) et permanente (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**.

Dans le cadre du parc de Rochebeau, cette démarche a permis au cours de la conception du projet de prendre en compte l'environnement le plus en amont possible. En effet, la plus grande partie des mesures prises dans le cadre de ce projet sont des mesures d'évitement.

E.2 - MESURES EN FAVEUR DE L'HYDRAULIQUE ET DE L'HYDROGRAPHIE

E.2.1 - MESURES D'ÉVITEMENT

Les mesures d'évitement ont consisté essentiellement à ne pas implanter d'éoliennes dans des zones vulnérables.

E.2.2 - MESURES DE RÉDUCTION

E.2.2.1 - **Mesure de réduction liées à l'hydrogéologie**

Il convient de rappeler qu'une étude géotechnique sera réalisée préalablement aux travaux, afin d'étudier les caractéristiques du sous-sol et le risque avéré de remontée de nappe. En cas de nappe proche de la surface, le type de fondation sera adapté.

E.2.2.2 - Mesures de réduction liées à l'hydraulique

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

Le site d'implantation ne connaît pas de problèmes hydrauliques particuliers.

Toutefois, afin de réduire tout risque de ruissellement sur le secteur lié à l'implantation des éoliennes et la construction des chemins et plates-formes associées, une surveillance du chantier sera assurée.

Le secteur n'est pas sujet à des risques de ruissellement et d'érosion et aucune éolienne est située à proximité d'un talweg. Aucun ouvrage hydraulique ne sera donc nécessaire.

Notons qu'en cas de pollution par les engins de chantier notamment (huile,...), les terres souillées seront ôtées pour traitement ou élimination en fonction de la pollution et remplacées par des terres de caractéristiques équivalentes. L'intervention visant à retirer ces terres devra être effectuée dans un délai raisonnable de manière à limiter le volume de terres souillées à enlever et par une société compétente en la matière.

E.2.2.3 - Mesures de réduction liées à l'hydrographie

Rappelons que les effets sur le ruissellement naturel des eaux de surface sont limités. Le risque de contamination des eaux superficielles en cas de pollution sur le site du projet est donc également limité, d'autant plus que celui-ci est éloigné de tout cours d'eau.

E.3 - MESURES EN FAVEUR DE LA FAUNE

E.3.1 - DÉFINITION DES MESURES

La démarche Eviter-Réduire-Compenser définit que l'élaboration de projets doit d'abord s'attacher à éviter les impacts sur l'environnement, y compris au niveau des choix fondamentaux liés au projet (nature du projet, localisation, voire opportunité).

Après ce préalable, les autres actions consistent à réduire les impacts environnementaux des projets, c'est à dire à réduire au maximum ces impacts et en dernier lieu, si besoin, à compenser les impacts résiduels après évitement et réduction dans la mesure du possible.

Il faut donc :

- Concevoir le projet de moindre impact sur l'environnement en donnant la priorité à l'évitement puis à la réduction,
- Pérenniser les effets de mesures de réduction et de compensation aussi longtemps que les risques d'impacts sont présents.

E.3.2 - MESURES D'ÉVITEMENT

Des mesures d'évitement générales ont été mises en œuvre en amont du projet, afin de limiter au maximum les risques de collisions avec les oiseaux et les chauves-souris, espèces les plus sensibles. Cela passe notamment par le choix du site d'implantation.

Ces mesures ont été de plusieurs ordres, notamment :

- éloigner les éoliennes des sites Natura 2000 et des ZNIEFF de type I et II,
- éloigner les éoliennes des bois, haies, ripisylves,
- éloigner les éoliennes de toutes zones de chasse privilégiées des chauves-souris (bois, haies).

D'autres mesures d'évitement, adaptées au projet et au contexte environnemental, seront mises en place :

- Toutes les éoliennes du projet sont situées à plus de 319m de toute haie arbustive ou bosquet et à plus de 800m de tout élément boisé plus important, l'ensemble de ces éléments étant identifiés comme :
 - secteur à enjeu moyen vis-à-vis des chiroptères.
 - secteur à enjeu important pour la nidification de l'avifaune.

Nous considérons que ces distances aux lisières sont suffisantes.

En effet, des études allemandes détaillées (Brinkmann *et al.*, 2011), assez fines sur la mortalité ont montré que la distance des installations aux bois et bosquets a une influence significative sur l'activité des animaux. Selon ces observations, l'activité des chauves-souris diminue à mesure que la distance aux bois ou bosquets augmente.

Une autre étude allemande plus récente (Detlev H. Kelm, Johannes Lenski, Volker Kelm, Ulf Toelch et Frank Dziock, 2014), a démontré qu'une baisse très importante de l'activité des chauves-souris intervient à environ 50m des haies et que leur activité est concentrée dans une zone de 50m autour de ces éléments boisés.

Ainsi, étant donné la distance entre les éoliennes (extrémité des pales) et les éléments boisés, supérieure à 200m, aucune mesure spécifique telle qu'un protocole de bridage n'est nécessaire. Toutefois, le suivi environnemental du parc, permettra de vérifier l'absence de mortalité, et si nécessaire, de mettre en place des mesures, comme le bridage des machines.

• Calendrier des travaux

D'après l'analyse des impacts, plusieurs espèces remarquables, sensibles au dérangement en période de nidification, nichant dans les openfields et à proximité de la zone d'implantation potentielle, ont été mises en évidence. Ainsi, deux espèces à enjeu patrimonial soit l'Œdicnème criard et l'Alouette des champs nichent de façon certaine ou probable dans les zones de cultures. Notons également, pour information, que le Busard cendré (*Circus pygargus*) et le Busard Saint-Martin (*Circus cyaneus*) nichent probablement à quelques kilomètres de la zone du projet.

Globalement, la période sensible au dérangement de la nidification, décrite dans le tableau ci-contre, s'étale de début avril à fin juillet. Dans ce cadre, afin d'éviter cette période lors de l'implantation des éoliennes, il a été établi que les travaux de terrassement du chantier ne devaient pas démarrer au cours de cette période. Il a donc été conclu que les travaux de terrassement ne doivent pas débuter au cours de la période s'étalant du 1^{er} mars au 31 août.

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 (10 jours peuvent 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 du secteur (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>)												
	Œdicnème criard (<i>Burhinus oedicanus</i>)												
Haies	Bruant jaune (<i>Emberiza citrinella</i>)												
	Chardonneret élégant (<i>Carduelis carduelis</i>)												
	Linotte mélodieuse (<i>Lineria cannabina</i>)												

Rappelons que la principale mesure en faveur de la faune locale consiste à organiser les phases du chantier de manière à respecter la quiétude des couples nicheurs du site et de ses abords directs. Toutefois, si pour des raisons justifiées, la période d'évitement ne pouvait pas être respectée (avril à août inclus), l'exploitant s'engage à effectuer une étude préliminaire visant à identifier les couples d'oiseaux nicheurs sur le site susceptibles d'être dérangés et de localiser, le cas échéant, les sites de reproduction des espèces les plus sensibles.

Ainsi, dans l'éventualité de travaux lourds réalisés en période de reproduction, un expert écologue indépendant sera missionné en amont, afin rechercher et de localiser d'éventuelles nichées ou couples installés. Cette étude devra être effectuée au moins une quinzaine de jours avant le démarrage prévu des travaux. Des points d'écoute et d'observation seront réalisés au niveau des installations prévues (chemins à créer, plateformes, etc), de façon à couvrir l'ensemble des espaces concernés par les travaux. Si des nichées sont repérées, au moins une autre prospection sera réalisée en fin de période de reproduction (à adapter selon la ou les espèces concernées), afin de s'assurer que le risque de dérangement est levé (jeunes émancipés et volants, espèces migratrice ayant quitté le territoire, etc). Un rapport sera réalisé et transmis à l'inspecteur ICPE pour validation avant le démarrage des travaux.

En cas de nidification, l'étude indiquera si les travaux peuvent néanmoins se dérouler, moyennant des mesures comme une réorganisation du chantier pour commencer par les secteurs dépourvus de nidification. Il s'agira alors d'organiser les travaux afin de ne pas perturber les sites de nidification. Le chantier pourra ainsi être adapté, privilégiant les interventions légères et/ou suffisamment éloignées des nichées localisées. Certaines interventions pourront également être décalées dans le temps, jusqu'à un second passage de l'écologue permettant de confirmer que les risques d'impacts sur la reproduction sont écartés (jeunes émancipés et volants par exemple).

Dans le cas où un nid d'une espèce à enjeu moyen ou fort, par exemple le Busard Saint-Martin en zone de culture, serait identifié à proximité d'une éolienne (à moins de 150 m), le plan de circulation lié au chantier sera adapté, le chantier sera décalé sur les éoliennes suivantes. Si elles sont également concernées par la présence de nids, le chantier pourra être arrêté jusqu'à la fin de la période de nidification. Par ailleurs, pour certaines espèces patrimoniales comme les busards, la localisation du nid pourra être communiquée aux associations locales afin de mettre en place les mesures de protection adéquates (cages,...).

La distance de fuite de l'avifaune au cours des travaux dépend, entre autre, de l'espèce concernée ou encore de la période de l'année. Or, la mesure d'encadrement des travaux a été préconisée en raison de la reproduction avérée ou supposée, au sein même des espaces de grandes cultures concernés par l'implantation des machines, de quelques espèces de plaine présentant un statut de rareté, de menace et/ou de protection particulier. Il s'agit essentiellement de petits passereaux typiques des espaces agricoles ouverts (Alouette des champs, Linotte mélodieuse, Bruant jaune, Bruant proyer...), ayant des domaines vitaux peu étendus et présentant, de surcroît, une sensibilité à l'effarouchement relativement limitée. C'est pourquoi les recherches d'indices témoignant de la présence d'individus nicheurs à proximité du chantier pourront se limiter à l'emprise des travaux (plateformes, voies d'accès, poste de livraison, raccordements électriques...) et à leurs abords directs, soit dans un rayon d'environ 150m autour des installations.

Concernant les busards, rappelons qu'aucune nichée n'a été décelée au sein de la zone d'implantation potentielle. En outre, d'après un suivi de la LPO Hérault (Pierre Gitenet, 2013), un certain nombre de nids de Busards cendrés, espèce particulièrement sensible à l'éolien, ont été trouvés à proximité d'un chantier de parc éolien (entre 131 et 195 m) où les nidifications ont été menées à bien jusqu'à l'envol des jeunes. Cette distance étant reconnue pour des espèces sensibles telles que le Busard cendré, elle peut donc être appliquée pour d'autres espèces sensibles (autres rapaces) et moins sensibles. Cette distance de 150m a donc été retenue afin de prendre en compte l'ensemble de ces sensibilités.

Une exception demeure concernant l'Œdicnème criard, dont la reproduction est probable sur le site du projet. Cette espèce s'avère relativement sensible au dérangement à proximité de la nichée. Le volet avifaune du Schéma Régional Éolien de Champagne-Ardenne indique que « *le domaine vital de ce limicole n'est pas très étendu, toutefois, les meurs de l'espèce sont mal connus* ». En tout état de cause, le territoire de l'Œdicnème criard s'étend au-delà de celui des petits passereaux évoqués précédemment. C'est la raison pour laquelle la présence d'individus nicheurs devra être recherchée dans un rayon d'au moins 500m autour des installations.

Notons pour finir que les recherches d'indices de reproduction, réalisées sur la base des données recueillies lors de l'étude d'impact, pourront être modifiées et ajustées, notamment si elles permettent de mettre en évidence d'éventuels nouveaux enjeux de reproduction non décelés jusqu'alors. Toute espèce dont une nichée serait susceptible de subir un dérangement lié aux travaux, sera prise en compte dans la mise en œuvre des mesures pour pallier le risque d'impact.

E.3.3 - MESURES DE RÉDUCTION DES IMPACTS

Les mesures d'évitement décrites permettent de limiter de manière relativement importante les risques d'impacts sur les oiseaux et les chiroptères. Toutefois, des risques étant toujours présents, des mesures de réduction sont prescrites.

E.3.3.1 - Mesures applicables à l'avifaune et aux chiroptères - entretien des abords des plates-formes

Il conviendra d'éviter de rendre les abords des plates-formes attractifs pour les oiseaux, en particulier pour les rapaces et les chiroptères : 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 l'entomofaune et les micromammifères, espèces caractéristiques du régime alimentaire des rapaces et des chauves-souris.

En effet, les friches constituent des refuges favorables à un grand nombre d'espèces animales: insectes, oiseaux, rongeurs, ... qui y trouvent nourriture et souvent un lieu de reproduction (Agence de Développement du Val de Lorraine, 2012 ; Centre d'Études et d'expertises sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement, 2014). Ainsi, elles forment des zones potentielles de chasse pour l'avifaune et les chiroptères et se trouvent être particulièrement attractives pour les rapaces, notamment pour les Milans (Mammen *et al*, 2010)¹.

Ces milieux attractifs, dangereux pour ces espèces, sont susceptibles d'aggraver le risque de collision, et par conséquent augmentent les taux de mortalité chiroptérologique et avifaunistique, liés au secteur éolien.

À ce titre, le développement d'une friche sur cette zone est donc à proscrire. On privilégiera les zones stabilisées/sablées avec un entretien annuel entre le mât et la culture.

Aucun traitement chimique ne sera réalisé sur les plates-formes, puisque les effets néfastes des traitements chimiques et des produits phytosanitaires sur la biodiversité, mais également sur la santé humaine, ne sont plus à démontrer.

¹ : Mammen, U., Mammen, N, Heinrichs, A. Resertaritz (2010) : Rotmilan und windkraftanlagen. Aktuelle Ergebnisse zur Konfliktminimierung. Abschlussauftrag des Projektes «Greifvögel und Windkraftanlagen : problemanalyse und Lösungsvorschläge» am 08.10.2010 in Berlin

E.3.3.2 - Mesures applicables aux chiroptères

E.3.3.2.1 - Limiter les risques de collisions

Bien qu'aucune éolienne ne s'implante en zone de sensibilité moyenne ou forte vis-à-vis des chiroptères, en l'absence de suivi de l'activité des chiroptères en altitude, en continu et sans aucun échantillonnage de durée sur l'ensemble de la période d'activité des chauves-souris, il est difficile d'appréhender finement les modalités de fréquentation du site par les espèces.

En conséquence, nous proposons un plan de bridage des éoliennes en fonction des conditions météorologiques et des périodes à risques pour les chiroptères, selon les modalités suivantes, recommandées par la DREAL Grand-Est :

- du 01/04 au 31/10,
- du crépuscule (1h avant le coucher du soleil) à l'aube (1h après le lever du soleil),
- lorsque la température est supérieure à 10°C,
- pour des vitesses du vent inférieures à 6 m/s.

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

Notons que les paramètres du bridage pourront être affinés en fonction des résultats de ces suivis.

E.3.3.2.2 - Limiter l'intrusion des chiroptères

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

- 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.

La gestion des lumières du parc éolien lors de la phase d'exploitation constitue une première mesure de réduction des impacts. L'éclairage mis en place ne doit pas attirer les insectes, et donc les chauves-souris. Son utilisation au pied des machines est néanmoins obligatoire et imposé par le code du travail pour des raisons de sécurité. Le système d'éclairage sera donc équipé d'un programmateur qui empêche l'allumage après 20h répondant ainsi à ces deux problématiques de la manière suivante :

- Un technicien intervenant à 18h en hiver sera en sécurité grâce à l'allumage des lumières mais aucun chiroptère ne sera présent à cette période.
- Les horaires des techniciens font qu'ils ne peuvent pas intervenir après 20h.
- À 20h en été, il fait jour, il n'y a donc ni allumage des lumières ni chiroptères

- Suppression des milieux attractifs aux abords des éoliennes

Comme pour l'avifaune, il est nécessaire d'entretenir les plate-formes afin d'éviter la création d'un habitat attractif pour les chiroptères. Aucun traitement chimique ne sera réalisé sur les plate-formes (les effets néfastes des traitements phytosanitaires sur la biodiversité ne sont plus à démontrer (cf. «E.3.3.1 - Mesures applicables à l'avifaune et aux chiroptères - entretien des abords des plates-formes», page 438).

De même, compte tenu de l'attractivité chiroptérologique de la zone du projet, il conviendra de signaler aux agriculteurs et exploitants de ne pas entreposer de dépôts de fumiers à proximité immédiate des machines (ceux-ci peuvent attirer les insectes et donc aussi les chiroptères).

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

E.3.4 - MESURES D'ACCOMPAGNEMENT

En dépit des mesures d'évitement et de réduction proposées précédemment, des impacts résiduels peuvent toujours exister, notamment vis-à-vis du Vanneau huppé, en halte migratoire sur le site. C'est pourquoi des mesures dites d'accompagnement sont proposées. Nous estimons, après mise en œuvre des mesures d'évitement, qu'il n'existe pas d'impacts prévisibles sur les espèces, si ce n'est la perte de zones de halte et des collisions aléatoires accidentelles.

L'ensemble de ces incidences ne remettant pas en cause les cycles biologiques des espèces.

E.3.4.1 - Mesure d'accompagnement concernant l'avifaune

- Campagne de protection et de 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'intermédiaire d'associations agréées pour la protection des oiseaux (LPO, Fédération départementale pour la chasse et la protection de la faune sauvage...) ou par des entreprises privées (bureau d'études...).

Cette mesure consistera à réaliser un suivi spécifique de l'ensemble des espèces de Busards présentes aux abords et sur le site d'implantation (notamment les Busards cendré, Busards Saint-Martin, Busards des roseaux), pour lesquels nous détectons la présence éventuelle de nids dans les zones de grandes cultures, selon une méthodologie rigoureuse, scientifique et approprié au suivi des espèces concernées.

Les nids seront repérés et balisés pour favoriser leur sauvegarde lors des travaux de terrassement du chantier. Une phase de concertation/pédagogie aura également lieu auprès des exploitants agricoles

Cette mesure sera réalisée tous les ans pendant au moins 3 ans, puis prolongée dans le temps si l'on constate un fort taux de mortalité lié à l'implantation des éoliennes, ou pas d'amélioration de la situation.

E.3.4.1.1 - Suivi de reproduction et campagne de protection des busards

Le secteur est favorable à la nidification des Busards Saint-Martin (*Circus cyaneus*) et cendrés (*Circus pygargus*), espèces menacées.

Même si l'impact du projet n'est pas avéré lors de la phase d'exploitation du parc, nous proposons réalisation d'une campagne de suivi de reproduction et de protection des nichées de busards. Les nichées de ces espèces sont en effet souvent détruites au moment des moissons.

L'opération consiste en une action de préservation et de suivi des nichées de Busards sur le territoire du projet et ses abords en épaulant les surveillants bénévoles des associations naturalistes (associations locales, LPO...). L'action consiste à repérer les couples dans les cultures, à en informer les agriculteurs et, avec leur accord, à localiser les nids à l'intérieur des champs pour mettre en place une mesure de protection adaptée en fonction des besoins. Si un nid est localisé dans une parcelle, et pour connaître l'exploitant de la parcelle concernée, une consultation auprès de la mairie ou du cadastre sera réalisée.

Ces espèces peuvent nicher dans les blés, le seigle, l'orge, les escourgeons, le colza et la luzerne (outre les zones naturelles ou en herbe). La détection des nids est délicate, car d'une part les busards sont assez discrets et d'autre part la végétation haute ne permet pas de distinguer un nid à plus d'un ou deux mètres.

Le plus souvent, les cultures sont récoltées avant l'émancipation des jeunes, entraînant la destruction de la nichée et parfois des adultes. Il faut donc repérer les nids avant les récoltes et prendre les mesures de protection adaptées : déplacement du nid et engagement pour la protection contre les prédateurs avec une mise en défend, maintien d'un îlot de culture autour du nid...(cf. photos ci-dessous).

La transmission des données issues de la sauvegarde des nids de Busards permet une surveillance de l'état des populations et améliorer en conséquence les actions de protection.

La détection des nids est réalisée en deux temps :

➔ Première phase : prospections en période de parade nuptiale

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

La prospection débute au moment des parades nuptiales des Busards (début avril).

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

Nous proposons un suivi de Busard dans un rayon de 5 km autour de la zone du projet, avec en moyenne 4 jours de surveillance par couple, sans limite de couples. 4 jours sont dédiés au repérage des couples et des territoires utilisés, en avril/mai. Si des couples sont localisés, 3 jours de recherches pour le nid sont réalisés en mai/juin. 2 personnes sont nécessaires pour une localisation précise du nid. Le nombre de jour dédié au repérage des couples est affiné selon les résultats obtenus lors des premières sorties sur le terrain (il faut compter 4 jours de terrain/couple, sauf si les territoires des couples identifiés sont proches les uns des autres). Au contraire, si aucun couple n'est détecté lors des premières sorties, les sorties suivantes seront annulés.

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



Source : <http://rapaces.lpo.fr/busards/suivi-et-conservation>



Source : <http://rapaces.lpo.fr/busards/suivi-et-conservation>



Source : <http://rapaces.lpo.fr/busards/suivi-et-conservation>

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

Fin mai-début juin, le mâle va ravitailler en nourriture la femelle et les jeunes, se rendant visible par ses allers-retours plus nombreux et permettant la localisation du nid. Néanmoins, l'activité des Busards restant peu dense (peu d'allers et retours) et discrète, il est nécessaire de réaliser des observations fixes, sur des durées importantes (2 h par point).

On répartit donc des points d'observation sur toute la zone, en les resserrant sur les zones pré-repérées en période nuptiale (néanmoins l'ensemble de la zone doit être à minima prospectée, car des déplacements de nichée peuvent avoir lieu après la période nuptiale). Le repérage précis d'un nid, caché dans des cultures hautes est difficile. Il est préférable de recourir à deux personnes, d'une part pour trianguler l'observation à partir de deux points (une fois que la zone est pré-localisée), puis ensuite pour guider l'une des personnes vers la zone (un observateur à l'extérieur guide une seconde personne qui progresse vers la zone du nid).

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

Globalement, le calendrier de cette mesure est le suivant :

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Prospections												
Localisation des nids												
Intervention												

Le suivi concernant la sauvegarde des nichées de busards est prévu pour s'étendre sur 3 années, puis une fois au bout de 10 ans.

E.3.4.1.2 - Suivi comportemental en période de migration

Afin de vérifier l'impact du projet sur les déplacements migratoires et l'utilisation des zones de haltes, un suivi comportemental sera réalisé sur les périodes pré-nuptiales et post-nuptiales, suivant la mise en service du parc.

Les prospections seront menées à l'échelle de l'aire d'étude rapprochée, et consisteront en des points d'observation longue durée offrant une visibilité lointaine, complétés par un parcours d'observation comprenant de nombreux points mobiles largement répartis sur l'ensemble de l'aire d'étude rapprochée.

Les périodes d'inventaires s'étendront entre le 15 août et le 15 novembre, pour la période postnuptiale, et entre le 15 février et le 15 mai, pour la période pré-nuptiale.

E.3.4.2 - 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 :

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

Selon le protocole du guide de suivi environnemental des parcs éoliens terrestres de 2018, le suivi du parc doit débuter dans les 12 mois qui suivent la mise en service du parc éolien. Un suivi sera donc réalisé dès la première année d'exploitation du parc

Celui-ci 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 ».

E.3.4.2.1 - 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 cas présent), 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 que le suivi en hauteur n'a été que ponctuel 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 mi-mai à fin octobre (semaine 20 à 43).

E.3.4.2.2 - 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 pour contrer cet effet négatif. Ces mesures peuvent consister à l'arrêt des machines pendant les périodes à risque, notamment pour les chiroptères, 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

A 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, compte tenu du fait que le suivi en hauteur n'a été que ponctuel lors de l'étude d'impact de notre projet, 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.

E.3.4.2.3 - Méthodologie

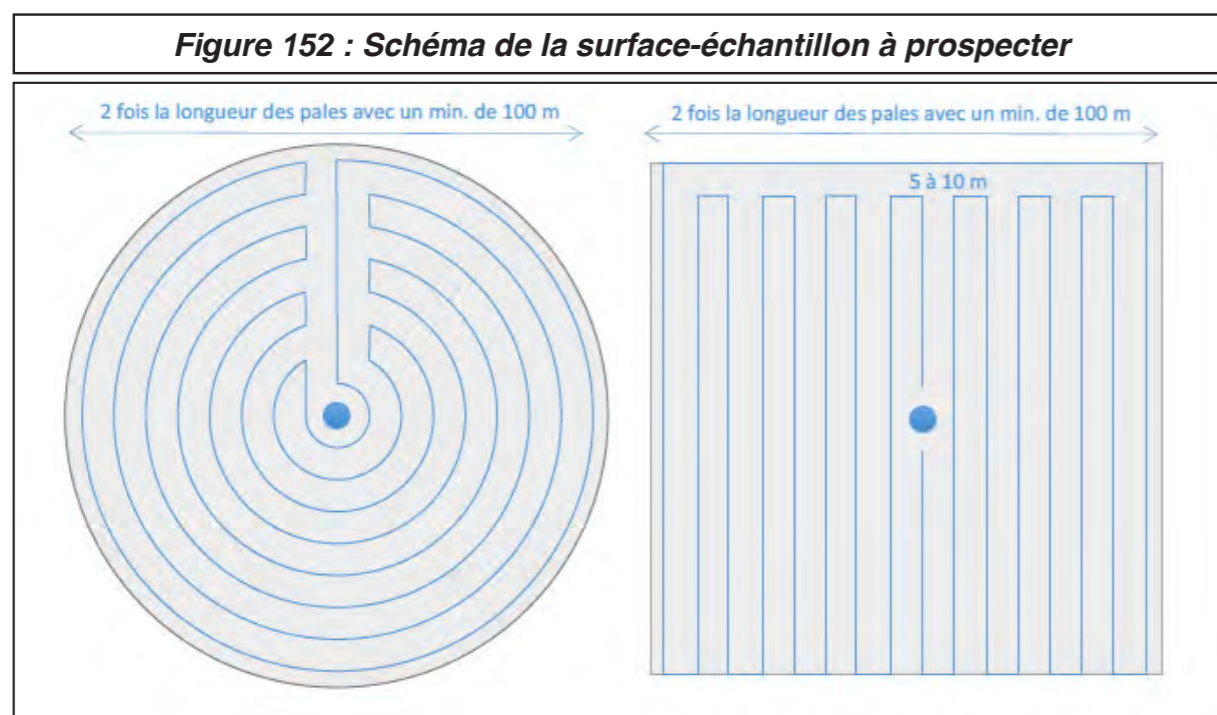
- Nombre d'éoliennes à suivre :

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

Donc pour notre projet, les 7 éoliennes seront à prospecter.

- Surface et méthodologie de prospection :

La surface à prospecter doit être un carré de 100m de coté (ou deux fois la longueur des pales pour les éoliennes présentant des pales de longueur supérieur à 50m (cf. Figure 152). Les pales des éoliennes de notre projet mesurent 64,7 m (Nordex N131).



Donc pour notre projet la zone à parcourir sera un carré de 129,4 m de coté, minimum, ou un disque de 129,4 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 10m 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 (cf. Figure 153, page 444).

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.

- 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 où 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 période distinctes) afin d'analyser la persistance des cadavres, qui peuvent être embarquer par des prédateurs ou disparaître dans les cultures par exemple.

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

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

Figure 153 : Fiche de suivi de mortalité (Planète Verte)

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.			
Distance en mètres : 60 50 40 30 20 10			
Cause présumée de la mort ou blessure :			
<input type="checkbox"/> collision avec pale <input type="checkbox"/> collision avec tour <input type="checkbox"/> baromatisme <input type="checkbox"/> indéterminable <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"/> betterave <input type="checkbox"/> herbage <input type="checkbox"/> pomme de terre <input type="checkbox"/> labour <input type="checkbox"/> chaume <input type="checkbox"/> autre : _____			
Hauteur de la végétation : _____ cm			
Commentaire :			

E.3.4.3 - Interprétation et analyse des risques

L'objectif est de définir quelles sont les modifications apportés par le projet et si elles sont conformes à ce qui avait été évalué (étude d'impact). Pour cela, des comparaisons avec les relevés réalisés en amont de l'implantation des éoliennes seront menées (cf. Figure 154).

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

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

L'analyse portera sur :

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

Compte tenu du risque d'impact, jugé non significatif, sur les chiroptères, aucun plan de bridage n'est nécessaire. Toutefois, si le suivi chiroptérologique met en évidence une mortalité significative chez les populations de chiroptères, un bridage sera mis en place sur les éoliennes potentiellement concernées. Le principe de cette mesure part du constat que les chiroptères ne volent, dans la plupart des cas, que dans certaines conditions :

- températures supérieures à 10°C,
- temps calme (peu de vent, pas de pluie),
- du printemps à l'automne.

Les conditions de vent sont particulièrement importantes. En effet, dès que le vent force, les chiroptères ne volent plus. Au contraire, pour bien fonctionner, les éoliennes ont besoin de vent. 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 (cf. Figure 155).

Il est donc possible de programmer l'éolienne pour l'empêcher de démarrer en dessous d'une certaine vitesse de vent, pendant les périodes critiques, ce qui permet de diminuer fortement voire supprimer le risque de collision.

Notons que les paramètres du bridage pourront être affinés en fonction des résultats de suivi :

- période de mortalité élevée,
- conditions météorologiques, notamment vitesse du vent, lors de la période de mortalité élevée

Figure 154 : Principe de suivi chiroptère

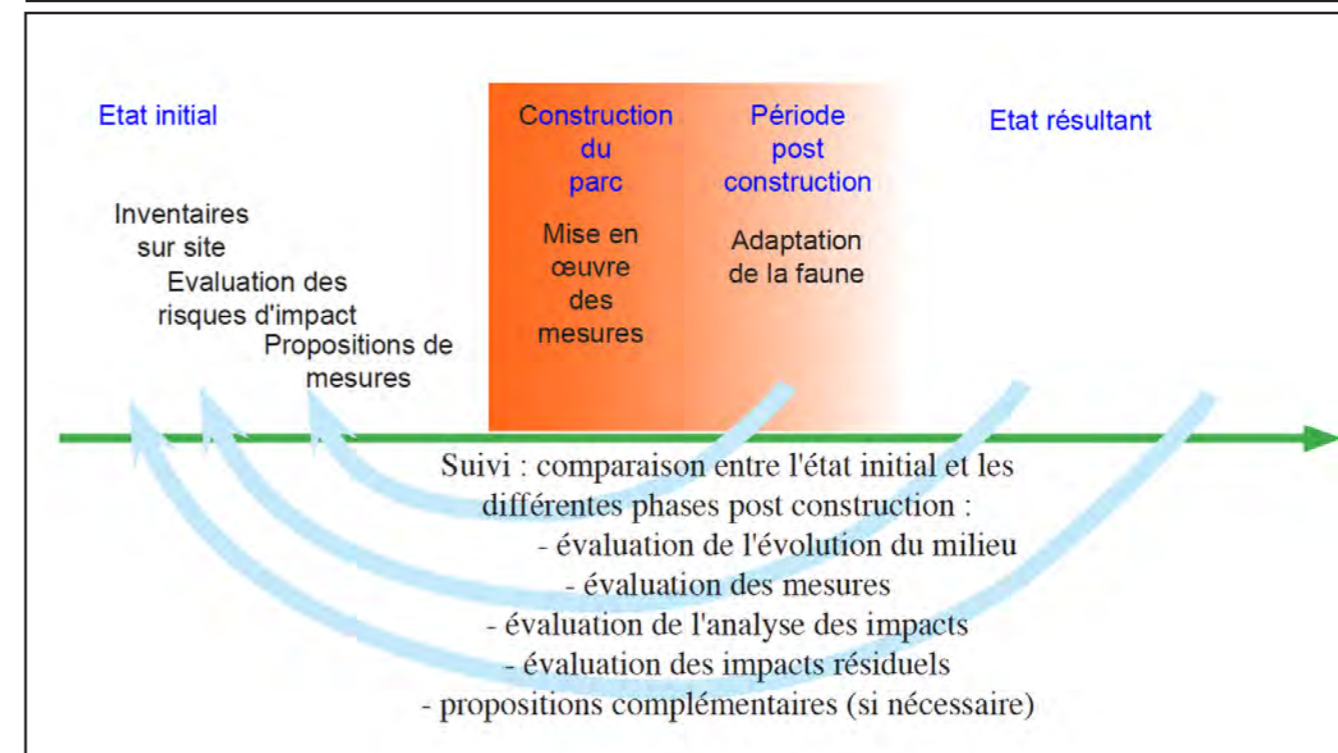
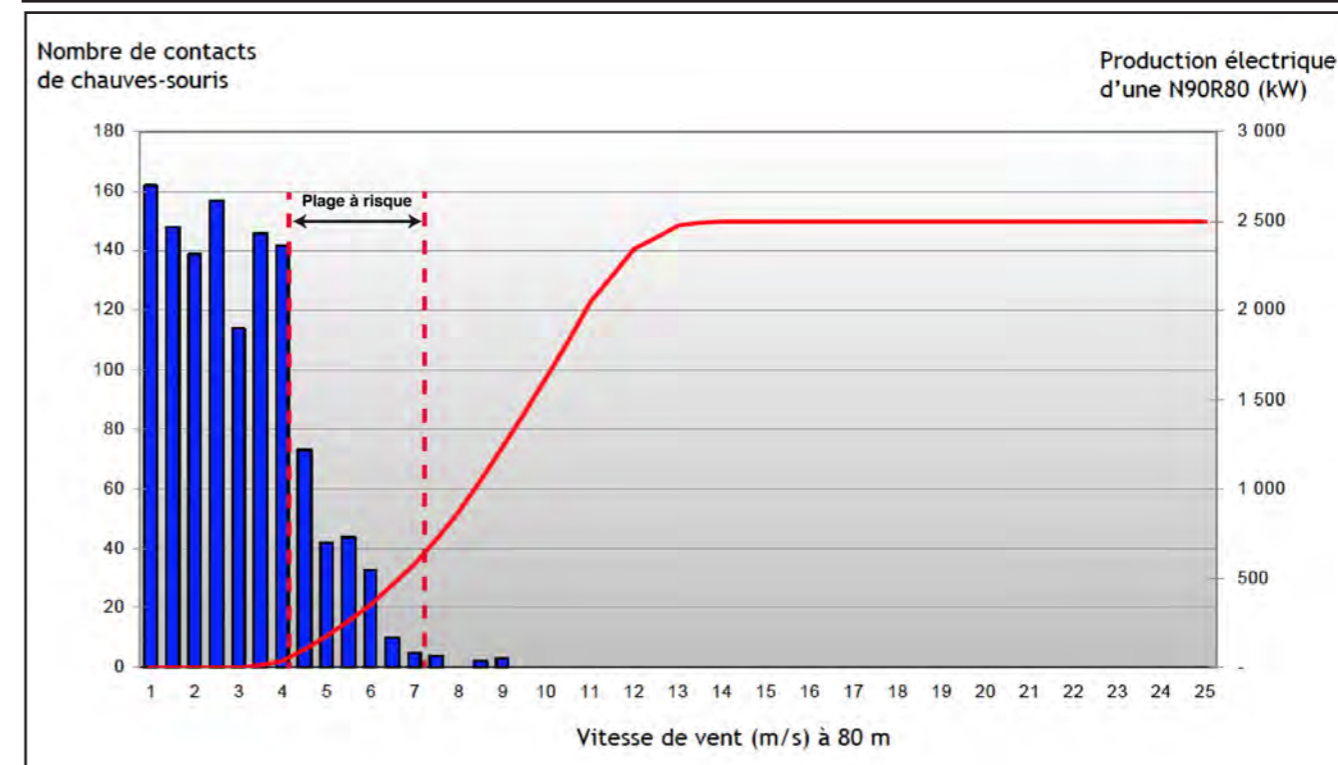


Figure 155 : Fréquentation des chiroptères / production électrique en fonction de la vitesse du vent



E.3.5 - SYNTHÈSE DES MESURES POUR LE MILIEU NATUREL

Le tableau ci-dessous synthétise par espèce patrimoniale présentant un risque vis à vis de l'implantation du parc à l'issue de l'analyse des impacts (cf. «B.2.2.5.4 - Synthèse des risques d'impacts sur l'avifaune», page 220), les différents aspects abordés¹ :

	Impacts (sans mesures)	Mesures d'évitement	Mesures de réduction	Impact résiduel	Mesures d'accompagnement
Habitat	Négligeable	-	-	Non significatif	Suivi du milieu naturel et suivi de la plantation
Flore	Négligeable	-	-	Non significatif	Suivi du milieu naturel et suivi de la plantation
AVIFAUNE MIGRATRICE					
Linotte mélodieuse	Très faible	- localisation du site sur une plaine agricole où les zones de halte potentielle sont abondantes	- ne pas rendre les abords des plates-formes attractifs	Non significatif (importantes surfaces disponibles pour la halte, possibilités de contournements légers)	Suivi ornithologique : - en période de migration , Suivi mortalité sur les machines du parc de la semaine 20 à 43.
Pluvier doré	Très faible				
Busard Saint-Martin	Assez faible (accoutumance et faible hauteur de vol en chasse)				
Alouette des champs	Assez faible				
Pipit farlouse	Faible				
Vanneau huppé	Assez faible (réduction des surfaces pour la halte, contournements envisageables)				
AVIFAUNE LOCALE					
Busard cendré Busard Saint-Martin	Modéré (si dérangement en période de travaux, collision) Faible à négligeable par ailleurs	- éloignement des bois, bosquets et cours d'eau - travaux de terrassement en dehors de la période avril-juillet ou →	- ne pas rendre les abords des plates-formes attractifs - mise en œuvre de mesures de précaution consistant notamment en une localisation préliminaire des sites de reproduction des espèces les plus sensibles	Non significatif Le risque d'impact lié au dérangement des nicheurs en phase de travaux (Œdicnème criard, Busards Saint-Martin et cendré et Alouette des champs) sera rendu nul ou non significatif grâce aux mesures d'évitement et de réduction. Réduction des risques de collision au maximum (subsiste uniquement le risque de collision à caractère aléatoire non contrôlable)	Suivi ornithologique : Suivi mortalité sur les machines du parc de la semaine 20 à 43. Campagne de protection et de sauvegarde des nids de Busards
Busard des roseaux	Très faible (catégorie de risque 3, non nicheur, 1 seul individu contacté)				
Œdicnème criard	Fort (si dérangement en phase travaux) Faible à négligeable par ailleurs				
Alouette des champs	Modéré (si dérangement en phase travaux) Faible à négligeable par ailleurs				
Faucon crécerelle	Modéré (collision) Faible à négligeable par ailleurs				
Effraie des clochers	Très faible				
Chiroptères	Faible à très faible (risque de collisions)	- mise en place de grilles sur les interstices des nacelles et des tours - ne pas rendre les abords des plates-formes attractifs - éloignement des bois, bosquets et cours d'eau	- ne pas rendre les abords des plates-formes attractifs	Non significatif Réduction des risques de collision au maximum (subsiste uniquement le risque de collision à caractère aléatoire non contrôlable)	Suivi chiroptérologique comportemental par le biais d'enregistreurs en continu en altitude sur les machines E1 et E3 et suivi de mortalité sur les 5 machines du parc de la semaine 20 à 43
Autres groupes faunistiques	Négligeable	-	-	Non significatif	Suivi du milieu naturel et suivi de la plantation

¹ Malgré l'ensemble des mesures prises pour réduire au maximum les risques de collision, il reste toujours un risque aléatoire (pour l'avifaune et les chiroptères) qui concerne surtout les pipistrelles et les noctules chez qui des cas de mortalité existent. C'est pour mieux connaître ce phénomène qu'un suivi de la mortalité est ainsi obligatoire. Du fait de risque aléatoire, nous ne pouvons pas conclure à un impact nul. En revanche, nous pouvons considérer pour ces deux taxons, compte tenu de toutes les mesures qui ont été prises, à un impact négligeable.

Nous pouvons rappeler que parmi les autres espèces avifaunistiques patrimoniales identifiées au cours des prospections, soit :

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| - le Bruant des roseaux, | - le Milan noir, |
| - le Bruant jaune, | - la Mouette mélanocéphale, |
| - le Chardonneret élégant, | - le Pic noir, |
| - le Martin pêcheur d'Europe, | - le Faucon hobereau, |
| - le Milan royal, | - la Grive litorne, |
| - la Tourterelle des bois, | - l'Hirondelle de fenêtres, |
| - le Cygne de Bewick, | - l'Hirondelle rustique, |
| - le Faucon émerillon, | - la Mouette rieuse |
| - le Faucon pèlerin, | - le Traquet motteux, |

L'analyse des impacts avait conclu à un risque global négligeable (non significatif) pour ces espèces.

Ainsi, aucune demande de dérogation à la réglementation relative aux espèces protégées n'est donc nécessaire.

E.4 - MESURES EN FAVEUR DU PATRIMOINE

De nouveaux sites archéologiques sont susceptibles d'être découverts pendant les travaux.

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

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

E.5.1 - MESURES DE RÉDUCTION CONTRE LES PERTURBATIONS HERTZIENNES

Comme il a été précisé dans le chapitre relatif aux impacts concernant les faisceaux hertziens, aucun impact ne sera à recenser sur les antennes-relais de téléphonie mobile, ainsi que sur les communications téléphoniques via un mobile.

Toutefois, il est possible que le parc éolien engendre des perturbations sur les récepteurs TV du secteur.

Des solutions techniques existent. La Ferme Éolienne de Rochebeau s'engage, conformément à la loi, à les mettre en œuvre avec l'ANFR (Agence National des Fréquences).

E.6 - MESURES EN FAVEUR DU PAYSAGE

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

Des mesures «amont» ont donc été prises, au préalable, pour éviter ou réduire un certain nombre d'impacts (l'éloignement des haies et éléments boisés, prise en compte des monuments inscrits, classés.....).

De plus, l'analyse paysagère réalisée a démontré que les vues les plus marquantes seraient limitées au périmètre proche. En ce qui concerne les lieux de vie, le parc éolien sera essentiellement visible depuis les abords immédiats.

E.6.1 - MESURES D'ÉVITEMENT CONCERNANT LES ÉOLIENNES

E.6.1.1 - Cohérence d'ensemble

La hauteur des machines du projet (165 m) sera légèrement supérieure à celle du parc de Longueville-sur-Aube et des parcs existants environnants. Toutefois, comme démontré dans les photomontages, elle ne modifiera pas la perception globale du paysage. En effet, cette différence ne pourrait être perceptible qu'en cas d'éoliennes très proches (sur une même ligne, par exemple).

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

E.6.1.2 - 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.

Les mesures suivantes seront prises et donc intégrées au cahier des charges fourni au constructeur :

- éviter la couleur blanc pur au profit de nuances claires permettant de conserver une bonne sécurité vis à vis de l'aviation civile, tout en réduisant l'impact paysager,
- mater dès le départ la couleur appliquée, en évitant ainsi toute brillance.

E.6.1.3 - Dimensions et volumes

Les éoliennes possèdent des caractéristiques qui ne peuvent pas subir de modifications. Ces dernières 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 prescriptions paysagères particulières quant aux caractéristiques physiques et volumétriques des machines.

E.6.1.4 - Publicité

Suite à l'expérience résultant d'autres sites éoliens, il est indispensable qu'aucune publicité, ni sigle quelconque de fabricant ne soit apposé sur les pales et encore moins sur la nacelle.

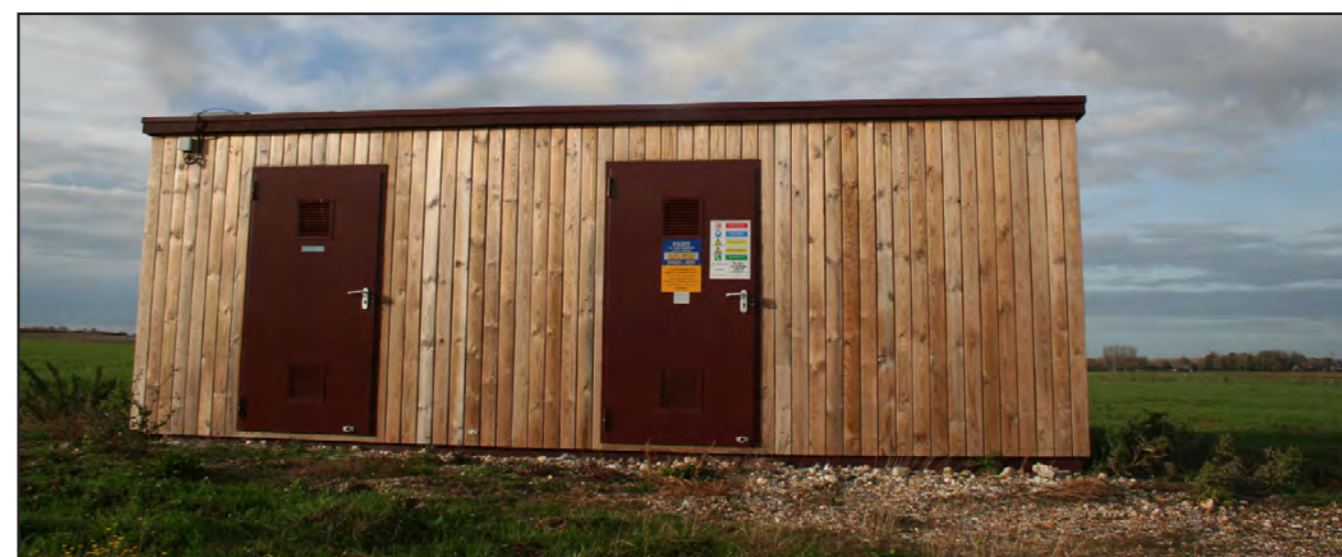
E.6.2 - MESURES DE RÉDUCTION

E.6.2.1 - Mesures concernant le poste de livraison

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

Les postes de livraison, implantés près de l'éolienne E1 et de l'éolienne E4, n'auront 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.



Poste de livraison type

E.6.2.2 - Mesures concernant le raccordement électrique

Pour éviter tout impact paysager lié à la présence de nouvelles lignes électriques aériennes, la Ferme Éolienne de Rochebeau 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.

E.6.3 - MESURE D'ACCOMPAGNEMENT : AMÉLIORATION DU CADRE DE VIE

Suite aux modifications de perception du paysage engendrées par le projet, au niveau notamment des entrées et sorties des villages de Bagneux, Clesles, Étrelles-sur-Aube et Saint-Oulph, la mesure suivante peut être proposée :

- **Plantations de haie ayant une fonction d'écran visuel** sur les terrains des riverains qui le souhaitent et pour lequel un tel aménagement est possible. La mise en œuvre de cette mesure est conditionnée à la volonté des riverains et à la faisabilité d'implanter une haie sur leur propriété.

Dans les deux mois qui suivront la mise en service du parc, les habitants seront informés de la mise en place de cette mesure de plantation, par courrier, tracts ou encore affichage en mairie. S'ils sont effectivement concernés par une vue directe sur les éoliennes du parc et s'ils souhaitent bénéficier de cette mesure, ils devront déposer une demande auprès des services concernés.

L'exploitant se chargera ensuite de traiter les demandes (étude de faisabilité), et de mettre œuvre la mesure.

Le coût de la mise en œuvre de la mesure sera fonction des souhaits des riverains. Il est estimé à un maximum de 10 000 euros.

- **Amélioration des entrées et sorties de villages : à réaliser en concertation avec les élus.**

Cette amélioration peut consister en des aménagements paysagers (plantations d'arbres, fleurissements,...) en entrée et sortie de village, au niveau des lieux de vie (place, aire de jeux,...) ou bords de routes. Un travail de coordination / concertation est indispensable et sera mené avec les élus pour définir les aménagements à réaliser. Les actions devront toutefois être en lien avec les énergies renouvelables, le cadre de vie et le paysage.

Dans les six mois qui suivront la mise en service du parc, l'exploitant du parc éolien s'engage à organiser une réunion avec les élus de la commune et éventuellement d'autres acteurs qui pourraient être concernés (associations) pour définir les axes de réflexions sur les aménagements à prévoir. Un calendrier prévisionnel sera alors fixé au cours de cette réunion, ainsi que la mise en place d'un comité de pilotage qui permettra de suivre la réalisation des mesures, en lien avec l'exploitant.

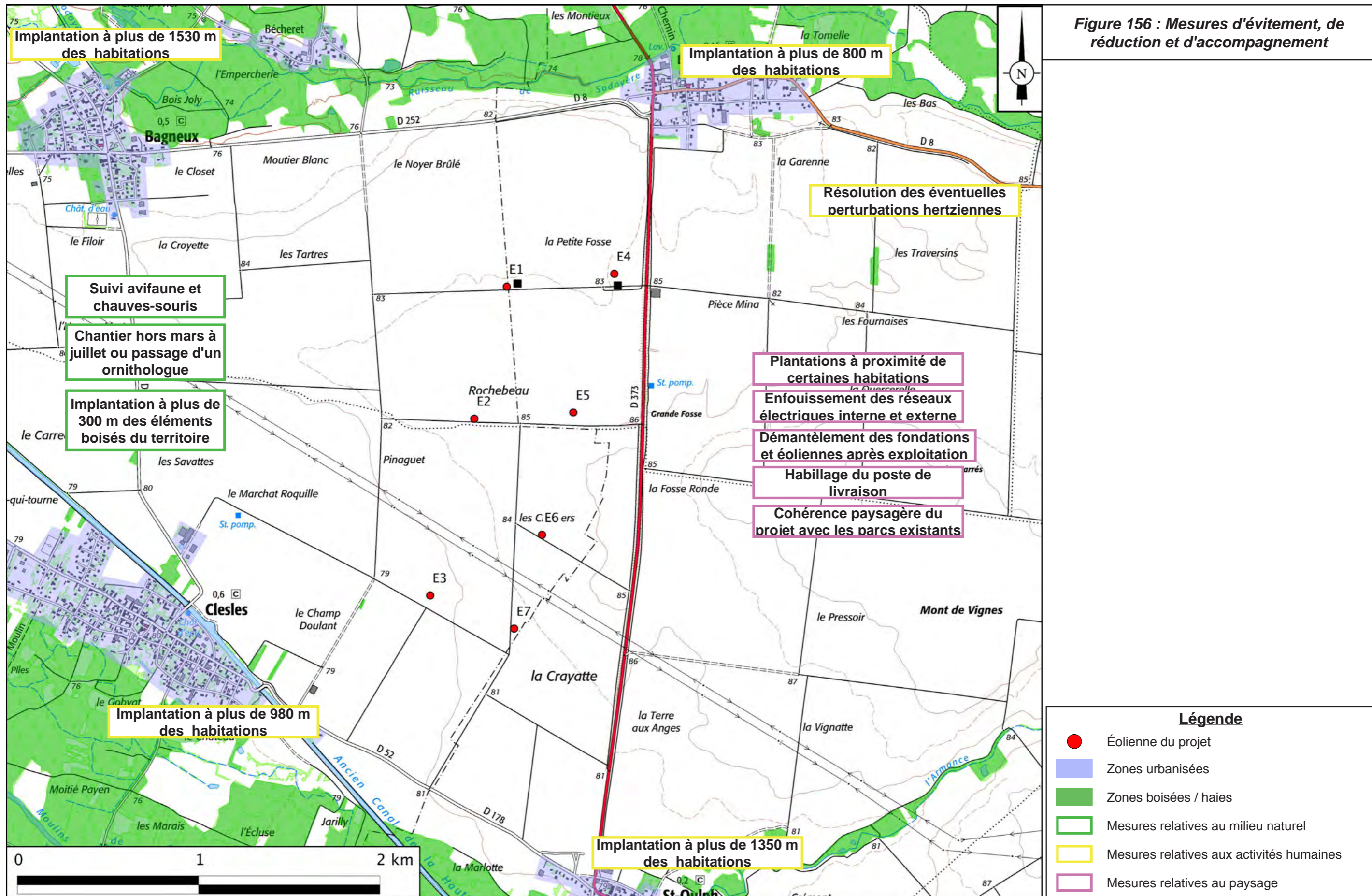
Un budget de 8 000 euros est prévu par éolienne, alloué à chaque commune, soit un total de 56 000 euros pour cette mesure.

E.7 - ESTIMATION DU COÛT DES MESURES D'ÉVITEMENT, DE RÉDUCTION ET D'ACCOMPAGNEMENT

L'ensemble des principales mesures réductrices, compensatoires et d'accompagnement est listé dans le tableau ci-dessous et sur la carte en page suivante (cf. Figure 156). Les mesures représentant un surcoût par rapport à un aménagement classique font l'objet d'un chiffrage dans ce tableau. Il est difficile, voire impossible, de faire un estimatif de toutes les mesures du fait que certaines ont été prises très en amont 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).

MESURES	Type de mesure			COÛT (EN €)	MISE EN Œuvre DE LA MESURE
	Évitement	Réduction	Accompagnement		
Mesures pour le milieu naturel (en vert sur la carte)					
Réalisation des travaux de terrassement en dehors de la période mars-juillet	X			Intégré dans le coût du projet	-
Étude préliminaire relative aux couples nicheurs sur le site et localisation éventuelle des sites de reproduction des espèces les plus sensibles	X			Entre 2 000 et 5 000€	Avant le démarrage du chantier
Éloignement des zones boisées et haies	X			-	-
Suivis avifaune : - Mortalité sur l'ensemble du parc - suivi ornithologique en période de migration - Campagne de protection et de sauvegarde des nids de Busard			X	Entre 16 000€ et 20 000€	Une fois au cours des 3 premières années suivant la mise en service puis une fois tous les 10 ans
Suivis chauves souris : - Comportement (sur un cycle annuel complet) et mortalité sur l'ensemble du parc			X	60 000€	Après la mise en service pour tous les 10 ans
- Suivi protocole 2018 (écoute en hauteur et mortalité, sur la base de 3 suivis)			X	60 000€	Après la mise en service pour tous les 10 ans
Entretien des abords d'éoliennes afin d'éviter de les rendre attractifs pour la faune	X			2 000 €/an, soit 40 000€ en 20 ans	Chaque année dès la mise en service
Mesures contre les nuisances (en jaune sur la carte)					
Éloignement des habitations et des zones urbanisables	X			-	-
Résolution perturbations hertziennes (éventuellement)		X		Non défini	Après la mise en service
Mesures pour le paysage / patrimoine (en rose sur la carte)					
Enfouissement raccordement interne et externe	X			Intégré dans le coût du projet	Au cours du chantier
Habillage des postes de livraison		X		3 000€	Au cours du chantier
Cohérence paysagère des parcs		X		-	-
Aménagements paysagers au niveau des habitations proches (au cas par cas) et amélioration du cadre de vie			X	66 000€	Dans les six mois suivant la mise en service
TOTAL	127 000 € au minimum en 20 ans				

Notons enfin qu'à ces coûts s'ajoute le montant de la garantie financière d'un montant de 50 000 € par éolienne, soit 350 000 € au total pour le Parc Éolien de Rochebeau (7 machines).



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

F.1 - GÉNÉRALITÉS

Dans le cadre d'un projet éolien, le dossier d'étude d'impact doit présenter, si nécessaire, l'articulation du projet avec les plans, schémas et programmes directement concernés par le projet, c'est-à-dire :

1. Schéma régional de raccordement au réseau des énergies renouvelables prévu par l'article L. 321-7 du code de l'énergie ;
2. Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux prévu par les articles L. 212-1 et L. 212-2 du code de l'environnement ;
3. Schéma d'aménagement et de gestion des eaux prévu par les articles L. 212-3 à L. 212-6 du code de l'environnement ;
4. Schéma régional du climat, de l'air et de l'énergie prévu par l'article L. 222-1 du code de l'environnement ;
5. Plan national de prévention des déchets prévu par l'article L. 541-11 du code de l'environnement ;
6. Plan national de prévention et de gestion de certaines catégories de déchets prévu par l'article L. 541-11-1 du code de l'environnement ;
7. Plan régional ou inter-régional de prévention et de gestion des déchets dangereux prévu par l'article L. 541-13 du code de l'environnement ;
8. Plan départemental ou interdépartemental de prévention et de gestion des déchets non dangereux prévu par l'article L. 541-14 du code de l'environnement ;
9. Plan départemental ou interdépartemental de prévention et de gestion des déchets issus de chantiers du bâtiment et des travaux publics prévu par l'article L. 541-14-1 du code de l'environnement ;
10. décret n° 83-228 du 22 mars 1983 fixant le régime de l'autorisation des exploitations de cultures marines.

Le projet n'intercepte ni zone Natura 2000, ni forêts domaniales ou forêts privées.

Dans le cas présent, et compte tenu du contexte local, l'articulation porte sur les éléments suivants :

- Le Règlement National d'Urbanisme pour Bagnaux, Clesles et Étrelles-sur-Aube,
- Le Schéma Régional de Raccordement au Réseau des Énergies Renouvelables (S3EnR) de la région Champagne-Ardenne,

- Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) Seine Normandie,
- Le Plan Climat Air Énergie Régional (PCAER) de Champagne-Ardenne, valant Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie (SRCAE) et le Schéma Régional Éolien de Champagne-Ardenne,
- Plans de gestion des déchets régional et départementaux.

F.2 - ARTICULATION AVEC LES DOCUMENTS D'URBANISME

Les communes **de Bagnaux, Clesles et Étrelles-sur-Aube** ne disposent pas de document d'urbanisme et seul le Règlement National d'Urbanisme s'applique.

D'après ce règlement, en l'absence de documents d'urbanisme tels qu'une carte communale, plan d'occupation des sols ou plan local d'urbanisme, seuls sont autorisés, en dehors des zones actuellement urbanisées du territoire concerné :

• 1° *L'adaptation, le changement de destination, la réfection, l'extension des constructions existantes ou la construction de bâtiments nouveaux à usage d'habitation à l'intérieur du périmètre regroupant les bâtiments d'une ancienne exploitation agricole, dans le respect des traditions architecturales locales ;*

• 2° *Les constructions et installations nécessaires à l'exploitation agricole, à des équipements collectifs dès lors qu'elles ne sont pas incompatibles avec l'exercice d'une activité agricole, pastorale ou forestière sur le terrain sur lequel elles sont implantées, à la réalisation d'aires d'accueil ou de terrains de passage des gens du voyage, à la mise en valeur des ressources naturelles et à la réalisation d'opérations d'intérêt national.*

Les projets de constructions, aménagements, installations et travaux ayant pour conséquence une réduction des surfaces situées dans les espaces autres qu'urbanisés et sur lesquelles est exercée une activité agricole ou qui sont à vocation agricole doivent être préalablement soumis pour avis par le représentant de l'État dans le département à la commission départementale de la consommation des espaces agricoles prévue à l'article L. 112-1-1 du code rural et de la pêche maritime. Cet avis est réputé favorable s'il n'est pas intervenu dans un délai d'un mois à compter de la saisine de la commission ;

• 3° *Les constructions et installations incompatibles avec le voisinage des zones habitées et l'extension mesurée des constructions et installations existantes.*

• 4° Les constructions ou installations, sur délibération motivée du conseil municipal, si celui-ci considère que l'intérêt de la commune, en particulier pour éviter une diminution de la population communale, le justifie, dès lors qu'elles ne portent pas atteinte à la sauvegarde des espaces naturels et des paysages, à la salubrité et à la sécurité publique, qu'elles n'entraînent pas un surcroît important de dépenses publiques et que le projet n'est pas contraire aux objectifs visés à l'article L.110 et aux dispositions des chapitres V et VI du titre IV du livre 1^{er} ou aux directives territoriales d'aménagement précisant leurs modalités d'application."

Le projet répond aux points 2 et 3 et est donc compatible avec le RNU.

Ces documents ne présentent donc aucune incompatibilité vis-à-vis de la construction d'éoliennes.

F.3 - PRISE EN COMPTE DU SCHÉMA RÉGIONAL DE RACCORDEMENT AU RÉSEAU DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

Ce schéma a été révisé et approuvé en décembre 2015.

Le Plan Climat Air Énergie de Champagne-Ardenne, valant Schéma Régional Climat Air Énergie a défini initialement une ambition de 3120 MW de capacité en énergies renouvelable d'ici 2020.

Compte tenu de la proportion importante de projets en attente et des incertitudes pouvant peser sur certains de ces projets, le Préfet de Région a demandé formellement à RTE de porter la somme des capacités réservées à 871 MW au lieu de 636 MW afin de garantir la réalisation de l'ambition régionale.

Le S3REnR approuvé en 2012 considérait ainsi un gisement global de 871 MW. Le bilan technique élaboré en 2014 a permis de constater une forte dynamique de développement des énergies renouvelables, notamment en 2013 et 2014, avec une capacité utilisée s'élevant fin 2014 à 434 MW sur les 871 réservés dans ce premier schéma.

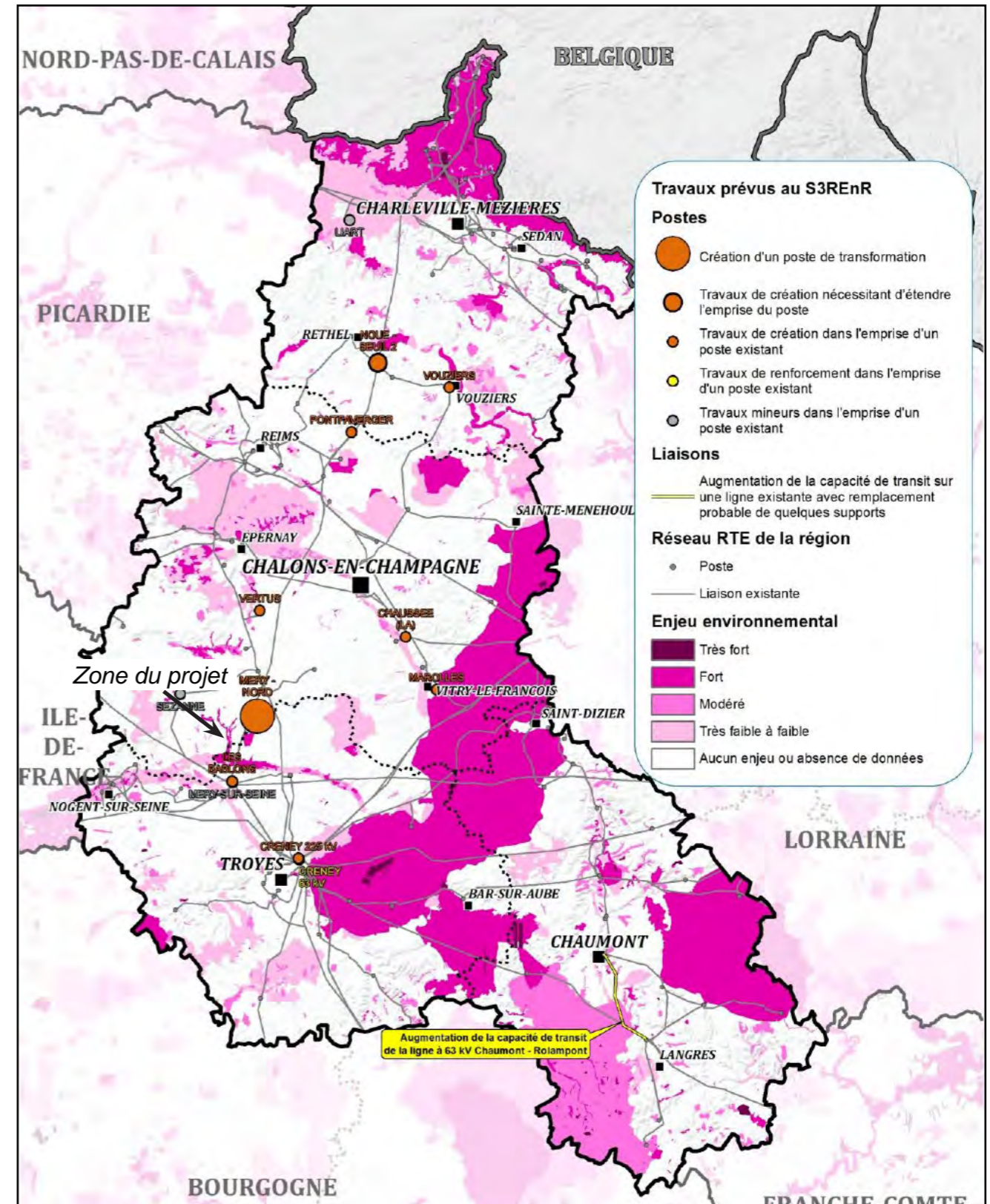
Une révision du schéma a donc été engagée fin 2014 afin d'identifier notamment les potentiels de développement des énergies renouvelables et de mener les études de réseaux adéquates (cf. Figure 157). **Ce nouveau schéma, approuvé en décembre 2015 considère un gisement de 1 338 MW.**

Le raccordement envisagé pour le présent projet est pressenti au niveau du poste source de Méry Nord, à créer, qui présentera une capacité d'accueil réservée aux énergies renouvelables de 392 MW, dont 279 restant à affecter.

Ce poste dispose donc des capacités nécessaires au raccordement du parc de Rochebeau. Le projet est donc conforme à ce schéma.

Figure 157 : Couverture théorique du territoire

(Source : S3REnR Champagne-Ardenne 2015)



F.4 - ARTICULATION AVEC LE SDAGE SEINE-NORMANDIE

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

Il définit également le périmètre des sous-bassins pour l'élaboration des Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE).

Le SDAGE Seine Normandie 2016-2021 a été arrêté le 1er décembre 2015. Il décline 8 défis en 44 orientations et 191 dispositions. Toutefois, Celui-ci a été annulé au tribunal administratif de Paris en décembre 2018 (y compris son programme de mesures). Aussi, selon le jugement d'annulation, c'est le SDAGE précédent, le SDAGE 2010-2015 qui redevient applicable

Par conséquent, le SDAGE Seine-Normandie 2010-2015 a été arrêté par le Préfet Coordinateur du bassin Seine-Normandie le 29 octobre 2009. Le SDAGE décline 8 défis et 2 leviers en 43 orientations et 188 dispositions :

Défi 1 : Diminuer les pollutions ponctuelles des milieux par les polluants classiques	Défi 5 : Protéger les captages d'eau pour l'alimentation en eau potable actuelle et future
Défi 2 : Diminuer les pollutions diffuses des milieux aquatiques	Défi 6 : Protéger et restaurer les milieux aquatiques et humides
Défi 3 : Réduire les pollutions des milieux aquatiques par les substances dangereuses	Défi 7 : Gestion de la rareté de la ressource en eau
Défi 4 : Réduire les pollutions microbiologiques des milieux	Défi 8 : Limiter et prévenir le risque d'inondation.

Les 43 orientations fondamentales sont regroupées en 4 enjeux majeurs :

- Protéger la santé et l'environnement - améliorer la qualité de l'eau et des milieux aquatiques
- Anticiper les situations de crise, inondation et sécheresse
- Renforcer, développer et pérenniser les politiques de gestion locale,
- favoriser un financement ambitieux et équilibré.

Les orientations du SDAGE sont listées en page suivante. Celles qui concernent en particulier le projet sont surlignées en orange.

Le projet du parc de la ferme éolienne de Rochebeau ne s'oppose aucunement aux différentes orientations du SDAGE Seine-Normandie.

Il ne détruit aucune zone humide, ne favorise pas les risques d'inondation ou de ruissellement et n'engendre aucun impact notable sur les nappes et masses d'eau du territoire et ne se situe pas en zone inondable

Le projet est donc compatible avec le SDAGE Seine-Normandie 2010-2015.

A titre informatif, le projet Rochebeau était également compatible avec le SDAGE Seine-Normandie 2016-2021 qui a récemment été annulé.

Enjeu 1 : Protéger la santé et l'environnement - améliorer la qualité de l'eau et des milieux aquatiques	
Défi 1 : Diminuer les pollutions ponctuelles des milieux par les polluants classiques	
Orientation 1	Continuer la réduction des apports ponctuels de matières polluantes classiques dans les milieux
Orientation 2	Maîtriser les rejets par temps de pluie en milieu urbain par des voies préventives (règles d'urbanisme notamment pour les constructions nouvelles) et palliatives (maîtrise de la collecte et des rejets)
Défi 2 : Diminuer les pollutions diffuses des milieux aquatiques	
Orientation 3	Diminuer la pression polluante par les fertilisants (nitrates et phosphore) en élevant le niveau d'application des bonnes pratiques agricoles
Orientation 4	Adopter une gestion des sols et de l'espace agricole permettant de réduire les risques de ruissellement, d'érosion et de transfert des polluants vers les milieux aquatiques
Orientation 5	Maîtriser les pollutions diffuses d'origine domestique
Défi 3 : Réduire les pollutions des milieux aquatiques par les substances dangereuses	
Orientation 6	Identifier les sources et parts respectives des émetteurs et améliorer la connaissance des substances dangereuses
Orientation 7	Adapter les mesures administratives pour mettre en œuvre des moyens permettant d'atteindre les objectifs de suppression et de réduction des substances dangereuses
Orientation 8	Promouvoir les actions à la source de réduction ou de suppression des rejets de substances dangereuses
Orientation 9	Substances dangereuses : soutenir les actions palliatives de réduction, en cas d'impossibilité d'action à la source
Défi 4 : Réduire les pollutions microbiologiques des milieux	
Orientation 10	Définir la vulnérabilité des milieux en zone littorale
Orientation 11	Limiter les risques microbiologiques d'origine domestique et industrielle
Orientation 12	Limiter les risques microbiologiques d'origine agricole
Défi 5 : Protéger les captages d'eau pour l'alimentation en eau potable actuelle et future	
Orientation 13	Protéger les aires d'alimentation de captage d'eau souterraine destinée à la consommation humaine contre les pollutions diffuses
Orientation 14	Protéger les aires d'alimentation de captage d'eau de surface destinées à la consommation humaine contre les pollutions
Défi 6 : Protéger et restaurer les milieux aquatiques et humides	
Orientation 15	Préserver et restaurer la fonctionnalité des milieux aquatiques continentaux et littoraux ainsi que la biodiversité
Orientation 16	Assurer la continuité écologique pour atteindre les objectifs environnementaux des masses d'eau
Orientation 17	Concilier la lutte contre les émissions de gaz à effet de serre et le bon état
Orientation 18	Gérer les ressources vivantes en assurant la sauvegarde des espèces au sein de leur milieu
Orientation 19	Mettre fin à la disparition et à la dégradation des zones humides et préserver, maintenir et protéger leurs fonctionnalités
Orientation 20	Lutter contre la faune et la flore invasives et exotiques

Orientation 21	Réduire l'incidence de l'extraction des granulats sur l'eau et les milieux aquatiques
Orientation 22	Limiter la création de nouveaux plans d'eau et encadrer la gestion des plans d'eau existants
Enjeu 2 : Anticiper les situations de crise, inondation et sécheresse	
Défi 7 : Gestion de la rareté de la ressource en eau	
Orientation 23	Anticiper et prévenir les surexploitations globales ou locales des ressources en eau souterraine
Orientation 24	Assurer une gestion spécifique par masse d'eau ou partie de masses d'eau souterraines
Orientation 25	Protéger les nappes à réserver pour l'alimentation en eau potable future
Orientation 26	Anticiper et prévenir les situations de pénuries chroniques des cours d'eau
Orientation 27	Améliorer la gestion de crise lors d'étiage sévères
Orientation 28	Inciter au bon usage de l'eau
Défi 8 : Limiter et prévenir le risque d'inondation	
Orientation 29	Améliorer la sensibilisation, l'information préventive et les connaissances sur le risque d'inondation
Orientation 30	Réduire la vulnérabilité des personnes et des biens exposés au risque d'inondation
Orientation 31	Préserver et reconquérir les zones naturelles d'expansion des crues
Orientation 32	Limiter les impacts des ouvrages de protection contre les inondations qui ne doivent pas accroître le risque à l'aval
Orientation 33	Limiter le ruissellement en zones urbaines et en zones rurales pour réduire les risques d'inondation
Orientation transversales : Connaissance, Enjeu 3 : "Renforcer, développer et pérenniser les politiques de gestion locale" et Enjeu 4 : "Favoriser un financement ambitieux et équilibré"	
Levier 1 : Acquérir et partager les connaissances pour relever les défis	
Orientation 34	Améliorer la connaissance sur les substances dangereuses
Orientation 35	Améliorer la connaissance sur les milieux aquatiques, les zones humides et les granulats
Orientation 36	Améliorer les connaissances et les systèmes d'évaluation des actions
Levier 2, enjeu 3 : Développer la gouvernance et l'analyse économique pour relever les défis	
Orientation 37	Favoriser une meilleure organisation des acteurs du domaine de l'eau
Orientation 38	Renforcer et faciliter la mise en œuvre des SAGE
Orientation 39	Promouvoir la contractualisation entre les acteurs
Orientation 40	Sensibiliser, former et informer tous les publics à la gestion de l'eau
Levier 2, enjeu 4 : Développer la gouvernance et l'analyse économique pour relever les défis	
Orientation 41	Améliorer et promouvoir la transparence
Orientation 42	Renforcer le principe pollueur-payeur par la tarification de l'eau et les redevances
Orientation 43	Rationaliser le choix des actions et assurer une gestion durable

F.5 - ARTICULATION AVEC LE PLAN CLIMAT AIR ÉNERGIE RÉGIONAL DE CHAMPAGNE-ARDENNE (PCAER), VALANT SRCAE ET DU SCHÉMA RÉGIONAL ÉOLIEN

Les **Schémas Régionaux Climat Air Énergie**, lancés par les Lois Grenelle I et II ont pour objectif de répondre aux enjeux environnementaux, socio-économiques et sanitaires, liés au changement climatique et aux pollutions, de manière globale et cohérente à l'échelon local, en définissant les orientations et objectifs en matière de demande énergétique, de lutte contre la pollution atmosphérique, de développement des énergies renouvelables, de réduction des émissions de gaz à effet de serre et d'adaptation aux effets probables du changement climatique.

Les principales orientations du PCAER de Champagne-Ardenne, validé en mai 2012, sont organisées et déclinées en fonction des thèmes suivants, afin de favoriser l'amélioration de la qualité de l'air et l'adaptation au changement climatique :

- Aménagement du territoire et urbanisme,
- Déplacements de personnes et transport de marchandises,
- Agriculture et sylviculture,
- Eau,
- Bâtiments,
- Énergies renouvelables et de récupération,
- Risques naturels, technologiques et sanitaires,
- Entreprises et établissements publics du secteur tertiaire, Industries
- Collectivités et territoires de projets,
- Observatoire régional,
- Orientations transversales,
- Gouvernance et mise en œuvre du PCAER.

Plus particulièrement en ce qui concerne le thème «Énergies renouvelables», les orientations de ce document, concernant l'éolien, visent à développer la production d'électricité éolienne dans le respect de la population et des enjeux environnementaux, de développer et d'améliorer la communication et la mobilisation des acteurs sur les énergies renouvelables.

Du fait de sa nature, le projet de création du parc éolien de Rochebeau permet une augmentation de la part des énergies renouvelables au niveau régional.

Il permet également de préserver les ressources naturelles que sont les sources d'énergie fossile (pétrole, gaz) et d'améliorer la qualité de l'air, puisque le projet ne rejette aucun gaz polluant pour la production d'énergie.

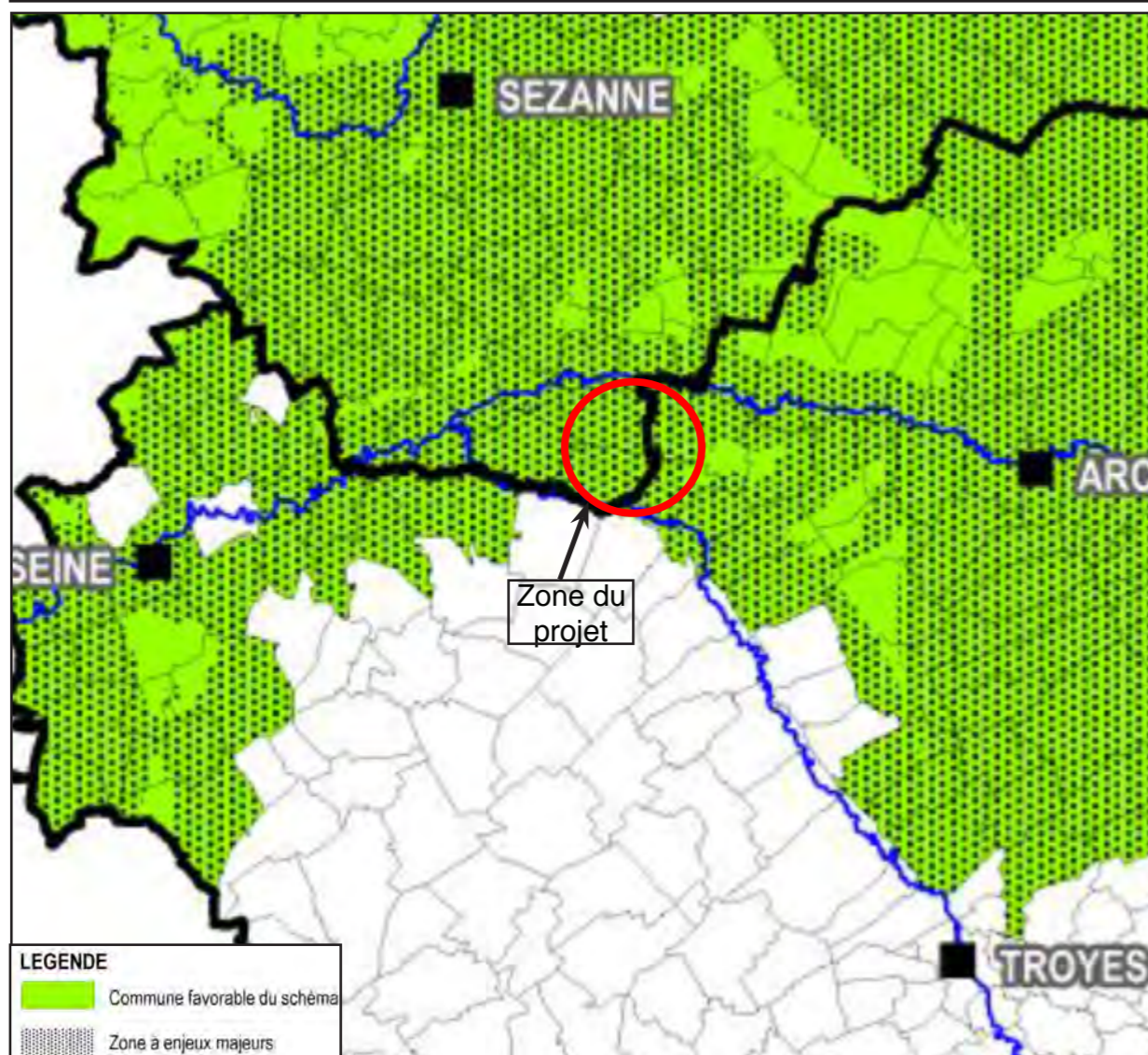
Le **Schéma Régional Éolien**, constitue une annexe du PCAER de Champagne-Ardenne et permet de prendre en compte les objectifs liés à l'énergie, au climat et à un développement maîtrisé de l'énergie éolienne.

Le SRE « identifie les parties du territoire régional favorables au développement de l'énergie éolienne. Il établit la liste des communes dans lesquelles sont situées les zones favorables. Les territoires de ces communes constituent les délimitations territoriales du schéma régional éolien au sens de l'article L 314-9 du Code de l'Énergie. Il peut comporter des documents cartographiques, dont la valeur est indicative, établis à l'échelle du 1/500 000^{ème} ». Notons que même si les communes de Bagneux, Clesles et Étrelles-sur-Aube sont localisées en parties dans une secteur paysager d'intérêt, ces trois communes sont inscrites sur la liste des communes favorables au développement de l'éolien (cf. Figure 158).

Les communes de Bagneux, Clesles et Étrelles-sur-Aube sont donc inscrites sur la liste des communes favorables au développement de l'énergie éolienne.

Au cours de l'élaboration du projet, il a été tenu compte des enjeux identifiés dans le SRE, notamment en ce qui concerne les servitudes (radioélectriques,...), les sensibilités relatives à l'avifaune et aux chiroptères (faune locale et migratrice),...

Figure 158 : Carte des zones favorables et contraintes identifiées dans le SRE



F.6 - ARTICULATION AVEC LES PLANS DE GESTION DES DÉCHETS

Ces plans permettent de fixer les principales grandes orientations de la gestion des déchets de la région pour les années à venir, notamment :

- réduction des déchets à la source à travers le compostage notamment,
- développement de la collecte séparative (mise en place de collecte sélectives, schéma de déchèterie, ...)
- gestion des boues,
- traitement, notamment réalisation d'un centre de stockage des matériaux inertes),
- maîtrise des coûts à travers une gestion inter-communale
- gestion des déchets d'activités (déchets verts, déchets inertes).

Les déchets, qu'ils soient issus des opérations de montage (remblais) ou des opérations de maintenance (huile de vidange) sont réduits au maximum et traités suivant les meilleures filières technico-économiquement acceptables. On notera également que les éoliennes sont constituées de matériaux essentiellement recyclable. Ainsi, même leur démantèlement répondra aux exigences de ces divers plans de gestion des déchets.

G - IDENTIFICATION ET CARACTÉRISATION DES POTENTIELS DE DANGERS

G.1 - MÉTHODES D'ANALYSE UTILISÉES POUR IDENTIFIER ET CARACTÉRISER LES POTENTIELS DE DANGERS

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.

G.2 - POTENTIELS DE DANGERS LIÉS AUX PRODUITS

La production d'énergie électrique par les éoliennes ne consomme pas de matière première.

Le bon fonctionnement des éoliennes impose la présence d'huiles de lubrification dans les machines et l'utilisation d'autres produits chimiques lors de la maintenance.

On notera parmi les principaux éléments chimiques présents :

- le liquide de refroidissement (eau glycolée),
- les huiles de lubrification pour la boîte de vitesse
- les huiles pour le système hydraulique,
- les graisses pour la lubrification des roulements.

Les huiles, les graisses et l'eau glycolée ne sont pas des produits inflammables. Ce sont néanmoins des produits combustibles qui sous l'effet d'une flamme ou d'un point chaud intense peuvent développer et entretenir un incendie. Ces produits sont ainsi impliqués dans les incendies d'éoliennes.

Les huiles et graisses, même si elles ne sont pas classées comme dangereuses pour l'environnement, peuvent en cas de déversement au sol ou dans les eaux entraîner une pollution du milieu.

D'autres produits chimiques présentant une certaine toxicité sont utilisés lors des diverses opérations de maintenance, comme :

- de la peinture et des solvants pour l'entretien des pales ou de la tour,
- de la résine d'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 anti-corrosion.

Certains de ces produits de maintenance peuvent être inflammables. Mais conformément à l'Art. 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 le poste de livraison, ils ne sont amenés dans l'éolienne que pour les interventions et le surplus est repris en fin d'opération.

Le tableau qui suit synthétise les dangers liés aux produits présents dans une éolienne avec boîte de vitesse à partir de la Fiche de Données de Sécurité (FDS)¹ de chacun d'entre eux, car les quantités de produits présents sont plus élevées dans ce type de modèle.

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).

Appellation du produit	Fonction	Quantité	Principaux dangers	Indications particulières	Point éclair (°C)	N° rubrique (déchets)
Hexafluorure de soufre (SF₆)	Gaz utilisé comme milieu isolant pour les cellules de protection électrique	Varie entre 1,5kg et 2,15kg selon le nombre de caissons composant la cellule	-	Le SF ₆ possède un potentiel de réchauffement global (gaz à effet de serre) très important, mais les quantités présentes sont très limitées (seulement 1 à 2 kg de gaz dans les cellules de protection)		
Antigel contenant des substances dangereuses (Eau glycolée Havoline XLC)	Système de refroidissement	120L	Nocif (Xn)	R 22 : nocif en cas d'ingestion, S 2 : conserver hors de la portée des enfants, S 46 : en cas d'ingestion, consulter immédiatement un médecin et lui montrer l'emballage ou l'étiquette, S 36/37 : porter un vêtement de protection et des gants appropriés		16 01 14
Huiles hydrauliques non chlorées à base minérale (Huile hydraulique Texaco Rando WM32)	Circuit haute pression	315L	Non classé	R 10 : inflammable, R 65 : nocif (peut provoquer une atteinte des poumons en cas d'ingestion) R 66 : l'exposition répétée peut provoquer le dessèchement ou des gerçures de la peau	150	13 01 10
Huile moteur, de boîte de vitesse et de lubrification synthétiques (Huile Mobil Gear SHCXMP 320)	Lubrification du multiplicateur	Environ 300 à 400L	Non classé		205	13 02 06
Déchets de cires et graisse (Graisse SKF LGWM1)	Lubrification : - vérins des pales, - roulements principaux, - boulons du rotor	5g / vérin 1200g / 1 304 cm ³ 2 x 25g	Non classé	S 24/25 : éviter le contact avec la peau et les yeux		12 01 12
(Graisse Shell Rhodina BBZ)	Lubrification des roulement des pales	1 600g / 1 814 cm ³	Nocif (Xn)			
(Graisse Klüberplex BEM 41 - 123)	Lubrification du générateur	450g	Non classé		250	
(Graisse Mobilgear 630)	Lubrification du palan interne	Faible (non défini précisément)	Non classé		255	
(Graisse White Oil Farmaceutical 240, 29 934)	Lubrification de la chaîne du palan interne	Faible (non défini précisément)	Non classé			
Huiles moteur, de boîte de vitesses et de lubrification non chlorées à base minérale (Huile Shell Tivela S 320)	Huile du moeur d'orientation de la nacelle	Faible (non défini précisément)	Non classé		286	13 02 05
Déchets de cires et graisse (Graisse Klüberplex AG11-462)	Lubrification du système de rotation de la nacelle	100g	Non classé			12 01 12
(Graisse Shelle Stamina HDS 2)	Lubrification du système d'orientation de la cellule	200g	Non classé	R 52/53 : nocif pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme sur l'environnement aquatiques	> 200	

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

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

• Risque de feu de flaque / feu de nappe

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

G.3 - POTENTIELS DE DANGERS LIÉS AUX PROCÉDÉS

Les tableaux ci-après 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...).

G.3.1 - IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS LIÉS AUX CONDITIONS D'EXPLOITATIONS

Équipement / Installation	Phase opératoire	Principaux phénomènes dangereux associés
Mât :	Éolienne en fonctionnement	Chute du mât
- Tour	Éolienne en phase d'arrêt	Pliage du mât
- Équipements électriques situés dans le mât	Éolienne à l'arrêt	Incendie en pied de mât
Nacelle :	Éolienne en fonctionnement	Chute de la nacelle
- Présence d'huiles et graisses	Éolienne en phase d'arrêt	Incendie de la nacelle - Risque de dévissage
- Équipements électriques et mécaniques	Éolienne à l'arrêt	
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

En ce qui concerne les équipements électriques liés à l'exploitation du parc, le tableau suivant synthétise les tensions présentes dans les différentes parties de l'installation.

Nous pouvons noter que les installations seront conformes aux normes en vigueur (IEC 61400-1, NFC15-100 relatives aux installations électriques à basse tension, NFC 13-100 relative aux postes de livraison et NFC 13-200 relative aux installations électriques à haute tension).

Installation	Tension
Pales / rotor	-
Génératrice (sortie)	Entre 400 V et 1000 V (en fonction de la machine)
Transformateur (sortie)	20 000 V
Câbles enterrés	20 000 V
Cellules et poste de livraison	20 000 V

G.3.2 - 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 (APR).

Utilité	Fonction	Type de défaillance	Événement redouté	Commentaires
Électricité	Alimentation des équipements d'exploitation	Perte totale de l'alimentation électrique	Perte d'exploitation	Les scénarios d'accident associés sont décrits dans l'APR.
	Alimentation des équipements de sécurité	Perte totale de l'alimentation électrique	Perte des fonctions de sécurité	Les scénarios d'accident associés sont décrits dans l'APR.
Systèmes informatiques		Perte des systèmes informatiques	Non-fonctionnement d'équipements d'exploitation	Les scénarios d'accident associés sont décrits dans l'APR.
			Dysfonctionnements latents d'équipements de sécurité	
		Perte du système SCADA (Supervisory control data and acquisition)	Perte du transfert des informations et défauts	Les scénarios d'accident associés sont décrits dans l'APR.

G.4 - POTENTIELS DE DANGERS LIÉS AUX ÉVÉNEMENTS EXTERNES AUX PROCÉDÉS

Potentiel de dangers		Description des dangers
Conditions climatiques exceptionnelles	Température	<p>Les températures peuvent altérer, de façon temporaire ou définitive, le fonctionnement du matériel en modifiant les propriétés physiques ou les dimensions des matériaux qui le composent. L'environnement est généralement soumis à des cycles de température. Ils accroissent souvent les effets des variations de température et peuvent conduire à une fatigue mécanique précoce. L'application rapide de contraintes, de chocs thermiques, risque de rendre cassants certains matériaux et de provoquer une rupture pour une contrainte de fatigue nettement inférieure à celle qui serait nécessaire dans les conditions stables.</p> <p>Les défauts de fonctionnement, le plus fréquemment, rencontrés sur les installations sont les dysfonctionnements de composants électroniques dus à des décompositions et des ruptures de diélectriques, provoquées par de trop hautes températures.</p> <p>La combinaison de températures froides avec un taux d'humidité élevé peut conduire à la formation de 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>
	Pluie	<p>Les précipitations sont l'une des sources d'humidité qui constituent un facteur essentiel dans la plupart des types de corrosion. L'impact des gouttes de pluie risque d'engendrer une érosion de nombreux matériaux et de revêtements de protection.</p> <p>À l'extérieur, les pales du rotor sont protégées des intempéries par un revêtement de surface. Ce revêtement à base de polyuréthane est robuste et très résistant. De fortes précipitations peuvent conduire à une inondation ayant pour conséquence la dégradation des installations et une éventuelle chute du mât des éoliennes.</p>
	Neige et glace	<p>La neige est une précipitation de cristaux de glace. Son accumulation sur des surfaces horizontales occasionne des charges importantes. Les défauts les plus souvent rencontrés sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> • rupture des structures, due à une charge trop importante, • courts-circuits par dépôts de neige, • perte de visibilité des pales. <p style="text-align: center;">Le risque d'accumulation de neige est limité.</p>
	Vents violents	<p>Les vents violents peuvent être la cause de détériorations de structures, de chute/pliage de mât, de survitesse des pales et de projection de pales.</p> <p>Les vents violents sont pris en compte dans le dimensionnement des éoliennes. Les cas de charge sont décrits dans la norme IEC 61400. Cette dernière intitulée "Exigence pour la conception des aérogénérateurs" fixe les prescriptions propres à fournir "un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie" de l'éolienne.</p>
	Foudre	<p>La foudre est un phénomène électrique de très courte durée, véhiculant des courants de forte intensité, 20 kA en moyenne avec des maxima de l'ordre de 100 Hz, 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>De par leur taille, les éoliennes sont particulièrement vulnérables au risque foudre.</p> <p>L'éolienne est équipée d'un système parafoudre fiable afin d'éviter que l'éolienne ne subisse de dégâts.</p> <p>Les éoliennes doivent également répondre aux exigences de l'arrêté du 15 janvier 2008 relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 style="text-align: center;">Les départements de l'Aube et de la Marne présentent une exposition faible au risque de foudre.</p>

Potentiel de dangers		Description des dangers
Mouvements de terrain	Séisme	<p>Les séismes sont caractérisés par deux grandeurs : la magnitude et l'intensité.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La magnitude est une mesure logarithmique de la puissance du séisme (énergie dégagée sous forme d'ondes élastiques au sol). Cette notion a été définie par Richter en 1935. C'est une grandeur continue. L'énergie est multipliée par 30 quand la magnitude croît de 1. La magnitude seule ne permet pas de caractériser les dégâts causés à la surface du séisme. En effet, ceux-ci dépendent aussi de la nature et des mouvements du sol, du contenu fréquentiel et de la durée du phénomène. • L'intensité macrosismique permet de caractériser les effets destructeurs observés des séismes. C'est une quantité empirique, basée sur des observations. C'est la seule quantité qui puisse être utilisée pour décrire l'importance des séismes historiques qui ont eu lieu avant l'ère instrumentale, c'est-à-dire avant les premiers réseaux d'observation sismologique du début du siècle. <p>La prévention du risque sismique est notamment régie par :</p> <ul style="list-style-type: none"> • le Code de l'Environnement, au travers des articles R563-1 à R563-8 relatifs à la prévention du risque sismique, • l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite "à risque normal", • le décret n° 2010-1255 du 22/10/10 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français • le décret n° 2010-1254 du 22/10/10 relatif à la prévention du risque sismique • la circulaire n° 2000-77 du 31/10/00 relative au contrôle technique des constructions pour la prévention du risque sismique • l'arrêté du 10 mai 1993 fixant les règles parasismiques applicables aux installations soumises à la législation sur les installations classées • la circulaire DPPR/SEI du 27 mai 1994 relative à l'arrêté du 10 mai 1993 fixant les règles parasismiques applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement. <p>Les articles R563-1 à D563-8-1 du Code de l'Environnement définissent (depuis le 1^{er} mai 2011):</p> <ul style="list-style-type: none"> • le risque « normal », • le risque « spécial », • les Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles, • Pour l'application des mesures de prévention du risque sismique aux bâtiments, équipements et installations de la classe dite «à risque normal», le territoire national est divisé en cinq zones de sismicité croissante : <ul style="list-style-type: none"> - Zone de sismicité 1 (très faible), - Zone de sismicité 2 (faible), - Zone de sismicité 3 (modérée), - Zone de sismicité 4 (moyenne), - Zone de sismicité 5 (forte). <p>La présence d'une grande partie de la masse en haut de la tour rend les éoliennes particulièrement vulnérables aux séismes. Un séisme pourrait conduire à la chute du mât. Les éoliennes doivent être dimensionnées conformément à la réglementation française en vigueur. La Ferme éolienne de Rochebeau est localisée dans la zone de sismicité 1 (très faible) et ne nécessite donc pas de mesure spécifique.</p>
	Mouvement de terrain hors séisme	<p>Un mouvement de terrain pourrait être à l'origine d'une chute d'éolienne.</p> <p>Le risque de mouvement de terrain hors séisme doit faire l'objet d'une étude géotechnique. Son but est de garantir un bon dimensionnement des installations à la vue de la géologie du site d'implantation, ceci afin d'écartier le risque de mouvement de terrain hors séisme.</p>

Potentiel de dangers		Description des dangers
Proximité de la mer le projet est situé à plus de 380 km de la mer la plus proche	Atmosphère saline	L'atmosphère en bordure de mer peut conduire à une détérioration accélérée d'équipements ou d'ouvrages à cause des phénomènes de corrosion, accentués par le taux de salinité de l'air qui est souvent plus élevé qu'à l'intérieur des terres. Cette source de dangers est prise en compte dans la conception des éoliennes, principalement par un choix de matériaux adaptés à l'environnement dans lequel ils se trouveront. Le parc du projet n'est pas concerné car il est situé loin de la mer.
	Marées, vagues	Des marées ou des vagues de forte amplitude présentent un risque de submersion des installations. Les dangers liés à ces événements de nature exceptionnelle sont l'endommagement des installations et la chute d'éolienne. Le parc du projet n'est pas concerné car il est situé loin de la mer.
	Tsunami	Un tsunami est une onde provoquée par un mouvement rapide d'un grand volume d'eau. Ce mouvement est en général dû à un séisme, une éruption volcanique sous-marine de type explosive ou bien un glissement sous-marin de grande ampleur. L'onde générée se propage ensuite : ce phénomène ondulatoire est caractérisé par une grande longueur d'onde (plusieurs centaines de kilomètres) et une grande période (de l'ordre de plusieurs dizaines de minutes). L'onde associée au tsunami est en général à peine perceptible en haute-mer en raison de sa faible amplitude (généralement inférieure à 1 m). En revanche, lorsque l'onde parvient à des zones de hauts fonds, son amplitude augmente : les vagues résultantes peuvent ainsi atteindre plusieurs mètres et pénétrer à l'intérieur des terres. La partie du littoral français principalement concernée par le risque de tsunamis est la côte méditerranéenne : l'activité tectonique méditerranéenne est en effet la plus susceptible de générer des tsunamis. Ainsi, les études menées par les autorités françaises sur le risque de tsunamis concernent essentiellement le littoral méditerranéen. Le parc du projet n'est pas concerné car il est situé loin de la mer.
Incendie de végétation		Un incendie de la végétation présente dans le site et aux alentours serait susceptible de se propager aux installations. Rappelons que les éoliennes sont situées dans les champs, ce qui constitue une zone de faible risque incendie.
Dangers externes d'origine non naturelle	Activités industrielles voisines	Un accident sur les installations industrielles voisines (incendie, explosion, projection) pourrait être à l'origine de dégradations des éoliennes. Des projections ou des 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. L'installation classée la plus proche hors éolien est la société du Paradis (EARL) qui est un élevage de porc situé sur la commune de Clesles, à 650 de la zone d'implantation potentielle.
	Activités humaines	Parachute, parapente, ... Un choc sur les pales des éoliennes pourrait causer un endommagement de ces dernières.
	Réseau de canalisations de gaz / autres produits	Un accident sur les canalisations de transport de fluides inflammables peut conduire à des phénomènes dangereux de type explosion, incendie (feu torche, feu de nappe). Par effet domino, les éoliennes peuvent être significativement endommagées. Aucune canalisation de gaz n'est située à proximité des éoliennes.
	Voies de communication Voies ferroviaires, routières et transport maritime	Un accident routier / ferroviaire / maritime peut aggraver les installations en raison d'un impact/choc de véhicule sur le mât d'une éolienne et d'un accident sur des camions / wagons de matières dangereuses (incendie, explosion, ...). Toutes les éoliennes du projet sont situées à proximité (en bordure) de routes départementales dont le trafic est inférieur à 2000 véh/j (RD 23 et RD 980), de voies communales et de chemins ruraux peu fréquentés. 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). Par conséquent, selon l'annexe IV de l'arrêté du 10 mai 2000 relatif à la prévention des accidents majeurs, l'événement initiateur « chute d'aéronef » n'a pas à être pris en compte dans l'analyse des risques.
	Réseau électrique	Une perte du réseau électrique est étudiée au chapitre « Analyse préliminaire des risques ».
Malveillance	Les installations peuvent faire l'objet de tentatives éventuelles d'intrusions ou d'actes de malveillance (vols (cuivre), sabotage, etc..) pouvant provoquer des incidents mineurs sur les installations (porte dégradée, ...) et des risques d'électrocution. Conformément à l'annexe IV de l'arrêté du 10 mai 2000 relatif à la prévention des accidents majeurs, les actes de malveillance ne seront pas considérés comme événements initiateurs potentiels dans l'analyse des risques présentée au chapitre « Analyse préliminaire des risques ».	
Maintenance et extension du parc éolien		Les activités d'extension du parc éolien ou de maintenance lourde peuvent être à l'origine de dommages sur les installations existantes en raison notamment de la présence de grues et de véhicules de maintenance. Ces activités sont considérées comme des événements initiateurs potentiels dans l'analyse des risques présentée au chapitre « Analyse préliminaire des risques ».

G.5 - RÉDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS

G.5.1 - OBJECTIFS

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

- suppression des procédés et des produits dangereux, c'est à dire des éléments porteurs de dangers,
- ou bien de remplacement de ceux-ci par des procédés et des produits présentant un danger moindre,
- ou encore de réduction des quantités de produits dangereux mises en œuvre sur le site.

G.5.2 - RÉDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS PAR LE CHOIX D'IMPLANTATION

Lors du choix de l'emplacement des éoliennes, plusieurs enjeux ont été pris en compte afin de limiter les risques :

- respect d'une distance minimale de 500m par rapport aux zones urbanisées et urbanisables,
- éloignement des canalisations de gaz,
- éloignement de plus de 200m des lignes électriques aériennes haute tension.

G.5.3 - SUPPRESSION ET RÉDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS LIÉS AUX PRODUITS

Les produits présents dans l'éolienne ne peuvent pas être supprimés car ils sont nécessaires au bon fonctionnement du procédé (lubrification). De plus, ils ne présentent pas de caractère dangereux marqué et les quantités mises en œuvre sont adaptées aux volumes des équipements. Les produits de maintenance (peinture, mastic...) signalés comme « dangereux » sont utilisés beaucoup plus ponctuellement que les graisses et huiles, ils ne peuvent pas non plus être éliminés.

Les éoliennes sont équipées de nombreux détecteurs de niveau d'huile (boîte de vitesse, système hydraulique, générateur...) permettant de détecter les éventuelles fuites d'huile et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence.

Les éoliennes ENERCON par exemple ne possèdent pas de système d'engrenage principal : le rotor est directement couplé à un générateur annulaire. La vitesse de rotation n'a pas besoin d'être échelonnée. Par conséquent, la quantité d'huile d'engrenage habituellement disponible sur les éoliennes classiques (>200 litres) n'est pas nécessaire.

Pour les éoliennes NORDEX, les opérations de vidange de la boîte de vitesse sont effectuées de manière rigoureuse et font l'objet de procédures spécifiques.

Plusieurs situations de vidange peuvent se présenter allant d'une vidange simple sans rinçage de la boîte de vitesse (remplacement d'huile par une huile identique) à la vidange impliquant un nettoyage de la boîte de vitesse (remplacement d'une huile par une autre huile incompatible).

Dans tous les cas, le transfert des huiles s'effectue de manière sécurisée via un système de tuyauterie et de pompes directement entre la boîte de vitesse et le camion de vidange.

En cas de fuite, les véhicules de maintenance sont équipés de kits de dépollution composés de grandes feuilles absorbantes.

Ces kits d'intervention d'urgence permettent :

- de contenir et arrêter la propagation de la pollution,
- d'absorber jusqu'à 20 litres de déversements accidentels de liquides (huile, eau, alcools...) et produits chimiques (acides, bases, solvants...),
- de récupérer les déchets absorbés.

Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, le maintenancier se charge de faire intervenir une société spécialisée qui récupérera et traitera la terre souillée via les filières adéquates.

Il n'existe pas à ce jour de Meilleures Techniques Disponibles (MTD) publiées pour les éoliennes, en revanche une norme internationale existe, CEI 61400-1. Ces prescriptions concernent la conception, la fabrication, l'installation et la maintenance.

G.6 - ANALYSE DE L'ACCIDENTOLOGIE

Il n'existe actuellement aucune base de données officielle recensant l'accidentologie dans la filière éolienne. Néanmoins, il a été possible d'analyser les informations collectées en France et dans le monde par plusieurs organismes divers (associations, organisations professionnelles, littérature spécialisée...).

Ces bases de données sont cependant très différentes tant en termes de structuration des données qu'en termes de détail de l'information. Rappelons que l'objectif de l'analyse de l'accidentologie n'est pas de dresser une liste exhaustive de tous les accidents ou incidents survenus, ni d'en tirer des données statistiques. Il s'agit, avant tout, de rechercher les types de sinistres les plus fréquents, leurs causes et leurs effets, ainsi que les mesures prises pour limiter leur occurrence ou leurs conséquences.

G.6.1 - INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS EN FRANCE

G.6.1.1 - Bases de données consultées

Plusieurs sources ont été utilisées pour effectuer le recensement des accidents et incidents au niveau français (INERIS - Guide pour l'élaboration de l'étude de dangers des parcs éoliens). Il s'agit à la fois de sources officielles, d'articles de la presse locale ou de bases de données mises en place par des associations :

- rapport du Conseil Général des Mines (juillet 2004),
- base de données ARIA du Ministère du Développement Durable¹,
- communiqués de presse du SER-FEE et/ou des exploitants éoliens,
- site Internet de l'association « Vent de Colère »,
- site Internet de l'association « Fédération Environnement Durable »,
- articles de presse divers,
- données diverses fournies par les exploitants de parcs éoliens en France.

Dans le cadre de ce recensement, il n'a pas été réalisé d'enquête exhaustive directe auprès des exploitants de parcs éoliens français. Cette démarche pourrait augmenter le nombre d'incidents recensés, mais cela concernerait essentiellement les incidents les moins graves.

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.

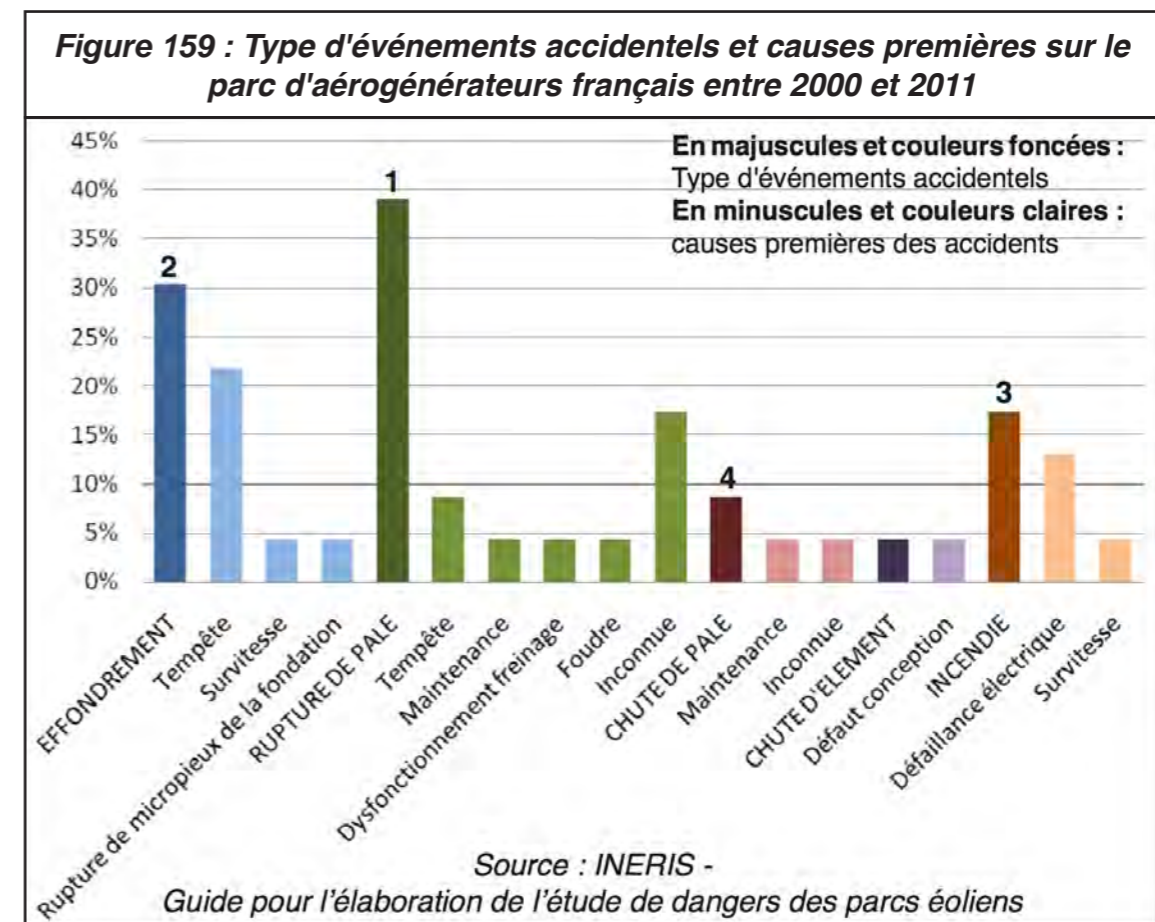
Le groupe de travail composé du Syndicat des énergies renouvelables et de l'INERIS a élaboré une base de données qui apparaît aujourd'hui comme représentative des incidents majeurs ayant affecté le parc éolien français depuis l'année 2000. L'ensemble de ces sources permet d'arriver à un inventaire aussi complet que possible des incidents survenus en France.

G.6.1.2 - Inventaire des accidents/incidents en France

Sur la période 2000 - fin 2018, un total de 75 incidents a pu être recensé. Il apparaît dans ce recensement que les aérogénérateurs accidentés sont principalement des modèles anciens ne bénéficiant généralement pas des dernières avancées technologiques.

Le graphique suivant (cf. Figure 159) 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. Par ordre d'importance, les accidents les plus recensés sont les ruptures (projection) de pale,



les effondrements, les incendies, les chutes de pale ou les chutes des autres éléments de l'éolienne. Les principales causes de ces accidents sont les tempêtes.

Le détail des événements répertoriés en France est présenté dans le tableau ci-après.

Date et lieu	Référence	Détail de l'accident	Projection / chute de pales	Chute / pliage du mât	Chute nacelle / rotor	Incendie	Projection de glace	Dégât sur les pales	Autre	Cause(s)
11/2000 11 -PORT LA NOUVELLE	SER - FEE	Le mât d'une éolienne (Vestas V39) s'est plié lors d'une tempête suite à la perte d'une pale (coupure courant prolongée pendant 4 jours suite à la tempête)		x						Tempête avec foudre répétée
2001 11 – SALLELES LIMOUSIS	SER - FEE	Bris de pales en bois (avec inserts) (Windmaster WM43/750)	x							Non connues
01/02/2002 59 -WORMHOUT	SER - FEE	Bris d'hélice et mât plié (Turbowinds T400-34)	x							Tempête
01/07/2002 11 -PORT LA NOUVELLE	SER - FEE	Grave électrisation avec brûlures d'un technicien (éolienne : Gamesa G47)							x	Lors de mesures pour caractériser la partie haute d'un transformateur 690V/20kV en tension, le mètre utilisé par la victime, déroulé sur 1,46 m, s'est soudainement plié et est entré dans la zone du transformateur, créant un arc électrique.
28/12/2002 11 – NEVIAN GRANDE GARRIGUE	SER - FEE	Effondrement d'une éolienne suite au dysfonctionnement du système de freinage	x							Tempête + dysfonctionnement du système de freinage
25/02/2002 11 –SALLELES LIMOUSIS	SER - FEE	Bris de pale en bois (avec inserts) sur une éolienne bipale (Windmaster WM43/750)	x							Tempête
05/11/2003 11 – SALLELES LIMOUSIS	SER - FEE	Bris de pales en bois (avec inserts) sur trois éoliennes (Windmaster WM43/750). Morceaux de pales disséminés sur 100 m.	x							Dysfonctionnement du système de freinage
01/01/2004 62 - LE PORTEL	BARPI N°26119	Une éolienne, parmi les 4 aérogénératrices hautes de 60 m de la ferme éolienne du Portel inaugurée en mai 2002, se brise durant la nuit en entraînant la chute de sa génératrice et des pales du rotor. Les aérogénératrices représentent chacune une puissance de 3 mégawatts. Le projet a coûté 3 millions d'euros. Les 3 hélices de 25 m sont retrouvées sur la plage. Un défaut de serrage des boulons servant à relier 2 tronçons du mât (défaillance d'entretien) est sans doute à l'origine de l'incident. Selon le concepteur et gérant de cette ferme éolienne, le montant des dommages s'élèverait à plus de 450 000 euros.	x	x	x					Défaut de serrage des boulons servant à relier 2 tronçons du mât (défaillance d'entretien) et tempête
20/03/2004 59 - DUNKERQUE	BARPI N°29388	Le vent abat une des 9 éoliennes en service (Windmaster 300 kW) suite à l'arrachement de la fondation.		x						Rupture de 3 des 4 micro-pieux de la fondation, erreur de calcul (facteur de 10)
22/06/2004 et 08/07/2004 29 - PLEYBER CHRIST Site du Télégraphe	SER - FEE	Survitesse puis éjection de bouts de pales de 1,5 et 2,5 m à 50 m, mat intact (Windmaster WM28/300)	x							Tempête + problème d'allongement des pales et retrait de sécurité (débridage)
2004 11 – ESCALES CONILHAC	SER - FEE	Bris de trois pales (Jeumont J48/750)								Non connues
22/12/2004 26 - MONTJOYER	BARPI N°29385	Bris des trois pales et début d'incendie sur une éolienne (Jeumont J48/750 - survitesse de plus de 60 tr/min).	x							Survitesse due à une maintenance en cours, problème de régulation, et dysfonctionnement du dispositif de freinage
		A la suite d'un dysfonctionnement du dispositif de freinage d'une éolienne, de la fumée et un bruit inhabituel sont perceptibles. Les pompiers envoient 2 fourgons pompes sur les lieux et installent un périmètre de sécurité. Ils constatent que les 3 pales de l'éolienne se sont brisées, 2 sont tombées au sol désintégrées et la 3ème qui est cassée pend. La mise en sécurité est effective après l'arrêt de toutes les éoliennes par l'exploitant ; il n'y a aucune victime sur les lieux. En matière de sécurité une règle locale prévoit de respecter une distance de sécurité entre les voies de circulation et les installations d'éoliennes. Chaque éolienne développe 750 kW et est connectée au réseau 20 000 V.								

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)
2005 59 - WORMHOUT	SER - FEE	Bris de pale (Turbowinds T400-34)	x							Non connues
08/10/2006 29 - PLEYBER CHRIST Site du Télégraphe	SER - FEE	Chute d'une pale de 20 m pesant 3 tonnes (Windmaster WM28/300)	x							Allongement des pales et retrait de sécurité (débridage), pas de retour d'expérience suite aux précédents accidents sur le même parc
18/11/2006 11 - ROQUETAILLADE	SER - FEE	Acte de malveillance: explosion de bonbonne de gaz au pied de 2 éoliennes (Gamesa G47). L'une d'entre elles a mis le feu en pieds de mat qui s'est propagé jusqu'à la nacelle.				x				Acte de malveillance / incendie criminel
03/12/2006 59 - BONDUES	SER - FEE	Sectionnement du mât puis effondrement d'une éolienne dans une zone industrielle (Lagerwey LW80-18)		x						Tempête (vents mesurés à 137 Km/h)
31/12/2006 43- ALLY	SER - FEE	Chute de pale lors d'un chantier de maintenance visant à remplacer les rotors (GE 1.5sl)	x							Accident faisant suite à une opération de maintenance
03/2007 50- CLITOURPS	SER - FEE	Rupture d'un morceau de pale de 4 m et éjection à plus de 200 m de distance dans un champ (Vestas V47/660)	x							Non connues
11/10/2007 29- PLOUVIEN	SER - FEE	Chute d'un élément de la nacelle (trappe de visite de 50 cm de diamètre - Eolienne : Siemens SWT 1.3)			x					Défaut au niveau des charnières de la trappe de visite. Correctif appliqué et retrofit des boulons de charnières effectué sur toutes les machines en exploitation
10/03/2008 29 - DINEAULT	BARPI N°34340	L'une des 4 éoliennes (Windmaster WM28/300) installées depuis les années 2000 sur les hauteurs de Dinéault devient incontrôlable. Des coupures de courant dues à des vents de tempête soufflant à plus 100 km/h ont effectivement endommagé le dispositif d'arrêt automatique des pales prévu en cas de vents trop violents. Un bruit assourdissant est relevé, mais toute intervention humaine se révèle trop risquée tant que la tempête ne s'est pas calmée. En accord avec les services préfectoraux et la gendarmerie, la municipalité prend un arrêté pour établir un large périmètre de sécurité autour de l'installation et interdire les accès piéton et la circulation, aucune habitation n'étant implantée à proximité immédiate de ce site de production d'électricité. Chaque pale mesure 12,50 m, le risque redouté étant que l'une d'entre elles se détache et soit projetée au loin sous les bourrasques de vent. L'une de ces pales avait d'ailleurs commencé à se plier, risquant de frotter contre le mat.						x		Endommagement du dispositif d'arrêt automatique des pales suite à des coupures de courant dues à des vents de tempête
04/2008 29 - PLOUGUIN	SER - FEE	Léger choc entre l'aile d'un bimoteur Beechcraftch (liaison Ouessan-Brest) et une pale d'éolienne à l'arrêt. Perte d'une pièce de protection au bout d'aile. Mise à l'arrêt de la machine pour inspection (Enercon E66/2000).						x		Mauvaise météo, conditions de vol difficiles (sous le plafond des 1000 mètres imposé par 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)	x							Foudre + défaut de pale
28/08/2008 80 – VAUVILLERS	SER - FEE	Incendie de la nacelle (Vestas V80/2000)				x				Problème au niveau d'éléments électroniques
26/12/2008 55 – RAIVAL	SER - FEE	Chute de pale (Gamesa G90)	x							Non connues

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)
26/01/2009 02 - CLASTRES	BARPI N°35814	Deux techniciens sont électrisés vers 19 h lors de la maintenance de compteurs électriques implantés au 1er niveau d'une éolienne (Neg-Micon NM92). Gravement brûlés au 3ème degré et sur plus de 50 % du corps, ils sont transportés à l'hôpital en ambulance escortée par la gendarmerie, l'hélicoptère des secours ne pouvant décoller en raison des conditions météorologiques. Les 2 employés portaient leur harnais de sécurité et les compteurs étaient accessibles par un escalier extérieur. Une enquête est effectuée pour déterminer les conditions de l'accident.							x	Accident électrique (explosion d'un convertisseur)
08/06/2009 84 - BOLLENE	SER - FEE	Bout de pale d'une éolienne ouvert						x		Coup de foudre sur la pale
21/10/2009 85 - FROIDFOND	SER - FEE	Incendie de la nacelle (Gamesa G80/2000)				x				Probablement un court-circuit dans transformateur sec embarqué en nacelle
30/10/2009 07 - FREYSSINET	BARPI N°37601	Un feu se déclare vers 18h20 au sommet du rotor d'une éolienne (Vestas V80/2000) de 70 m de haut, mise en service en 2005. Les secours n'engagent pas de moyens d'extinction mais mettent en place un périmètre de sécurité de 250 m et surveillent l'évolution du sinistre. Le matériel, en fibre de carbone et de verre, fond sous l'effet de la chaleur en dégageant de la fumée et en générant des nuisances olfactives perceptibles dans la vallée de l'Ouvèze. Devant le risque de détachement des pales, le lieu est sécurisé et la circulation interrompue sur la route proche pendant une semaine. Le réseau électrique de l'ensemble du parc éolien (5 aérogénérateurs) est coupé, empêchant le fonctionnement des signaux lumineux préventifs pour les aéronefs. Selon l'exploitant, un court-circuit faisant suite à une opération de maintenance serait à l'origine du sinistre.				x				Probablement un court-circuit faisant suite à une opération de maintenance
20/04/2010 FRANCE 59 - TOUFFLERS	Article de presse (Voix du Nord, 20/04/10)	Décès d'un technicien au cours d'une opération de maintenance (ne concerne pas directement l'étude de dangers).							x	Crise cardiaque.
30/05/2010 11 - PORT LA NOUVELLE	SER - FEE	Effondrement d'une éolienne (Vestas V25)		x						Le rotor avait été endommagé par l'effet d'une survitesse. La dernière pale (entière) a pris le vent créant un balourd. Le sommet de la tour a plié et est venu buter contre la base entraînant la chute de l'ensemble.
19/09/2010 26 - MONTJOYER	SER - FEE	Emballement de deux éoliennes et incendie des nacelles (Jeumont J48/750)				x				Maintenance en cours, problème de régulation, freinage impossible, évacuation du personnel, survitesse d'environ 60 tours par minute.
15/12/2010 44 - POUILLE-LES-COTEAUX	SER - FEE	Chute de 3 m d'un technicien de maintenance à l'intérieur de l'éolienne. Il a été secouru par le GRIMP de Nantes. Aucune fracture et blessure grave (ne concerne pas directement l'étude de dangers).							x	Non connues.
31/05/2011 71 - MESVRES	Article de presse (Le Bien Public, 01/06/11)	Collision entre un train régional et un convoi exceptionnel transportant une pale d'éolienne, sur un passage à niveau. Aucun blessé n'est à déplorer (ne concerne pas directement l'étude de dangers).							x	

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)
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	BARPI N°41578	Alors que le vent souffle en rafales à plus de 100 km/h, les 6 éoliennes d'un parc se mettent en arrêt de sécurité vers 20h50. Sur l'une d'elles, une pale se disloque, percute le mât puis une seconde pale. Des débris sont projetés à 160° jusqu'à 380 m de distance sur une surface de 4,3 ha. La force publique met en place un périmètre de sécurité. La vitesse sur l'autoroute est localement réduite à 90 km/h. Un arrêté préfectoral impose le maintien à l'arrêt des installations dans l'attente d'une réparation et d'essais confirmant leur sécurité. Les pertes matérielles sont estimées à 800 k€. Juste avant l'accident, une perte d'alimentation sur le réseau 20 kV pendant 300 ms a provoqué l'indisponibilité prolongée du poste source alimentant le site. Cette coupure électrique a déclenché la mise en sécurité passive des éoliennes (ouverture des électrovannes commandant le circuit hydraulique de freinage). Selon l'exploitant, les violentes rafales instantanées (150 km/h) enregistrées le 3/01 ont pu endommager la pale en générant des efforts excédant les valeurs admissibles. Les fortes contraintes mécaniques lors de l'arrêt brutal de la rotation auraient alors déclenché sa dislocation. L'éolienne détruite était la seule du parc dépourvue de dispositif de ralentissement aérodynamique en bout de pale actionné par la force centrifuge. Suite à l'accident, la vitesse de bridage des éoliennes est par ailleurs temporairement abaissée de 25 à 19 m/s.	x							Tempête et panne électrique.
06/02/2012 02 - LEHAUCOURT	BARPI N°41628	Vers 11 h 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. Le maire s'est rendu sur place. La gendarmerie et l'inspection du travail effectuent des enquêtes. Les victimes portaient leur EPI lors des faits. Un accident similaire s'était produit en 20009 (ARIA N°35814).							x	
11/04/2012 11 - SIGEAN	BARPI N°43841	Une éolienne se met en arrêt automatique suite à l'apparition d'un défaut à 10 h. Des agents de maintenance la réarment à 12h14. Un défaut de vibration apparaît 11 minutes plus tard. Sur place, les techniciens constatent la présence d'un impact sur le mât et la projection à 20 m d'un débris de pale long de 15 m. Un périmètre de sécurité de 100 m est mis en place et l'éolienne est mise en sécurité (pales en drapeau). Au moment de l'accident, la vitesse du vent était de 10 à 12 m/s. L'expertise d'assurance attribue l'accident à un impact de foudre sur l'éolienne. Un an plus tard, celle-ci est toujours arrêtée.	x							

Date et lieu	Référence	Détail de l'accident	Projection / chute de pales	Chute / piage du mât	Chute nacelle / rotor	Incendie	Projection de glace	Dégât sur les pales	Autre	Cause(s)
18/05/2012 28 - FRESNAY-L'EVEQUE	BARPI N°42919	Dans un parc de 26 éoliennes de 2 MW mis en service en 2008, la détection vers 3 h par le système de supervision d'une oscillation anormale d'un aérogénérateur provoque sa mise à l'arrêt. L'équipe de maintenance d'astreinte constate à 8 h la chute d'une pale (9 tonnes, 46 m) au pied de l'installation et la rupture du roulement qui raccordait la pale au hub. Le pied de mat se situe à 190 m de la D389 et à 400 m de l'A10. L'analyse des relevés des capteurs et des compte-rendus d'entretien ne révèle aucune anomalie ni signe précurseur (contraintes anormales qui auraient pu endommager le roulement, vibration suspecte avant la rupture, différence d'orientation des pales, défaut d'aspect visuel lors des contrôles...). Des traces de corrosion sont détectées dans les trous d'alésages traversant une des bagues du roulement reliant pale et hub. Selon le fabricant, cette corrosion proviendrait des conditions de production et de stockage des pièces constitutives du roulement. L'exploitant met en place une détection visuelle de la corrosion dans les alésages, qu'il prévoit de remplacer à terme par un procédé instrumenté conçu spécifiquement.	X							Corrosion résultante des conditions de production et de stockage des pièces constitutives du roulement
30/05/2012 11 - PORT LA NOUVELLE	BARPI N°43110	Les rafales de vent à 130 km/h observées durant la nuit ont provoqué l'effondrement de la tour en treillis de 30 m de haut. Construit en 1991, l'aérogénérateur de 200 kW faisait partie des premières installations de ce type en France. IL était à l'arrêt pour réparations au moment des faits.		X						Rafales de vent à 130 km/h
01/11/2012 15 - VIEILLESPESE	BARPI N°43120	Un élément de 400 g constitutif d'une pale d'éolienne est projeté à 70 m du mât, à l'intérieur de la parcelle clôturée du parc de 4 aérogénérateur de 2,5 MW mis en service en 2011.	x							
05/11/2012 11 - SIGEAN	BARPI N°43228	Un feu se déclare vers 17 h sur une éolienne de 660 kW au sein d'un parc éolien. Des projections incandescentes enflamment 80 m ² de garrigue environnante. Les pompiers éteignent l'incendie vers 21h30. Le feu s'est déclaré en partie basse de l'éolienne (transformateur ou armoire basse tension). Les flammes ont ensuite atteint la nacelle, sans doute en se propageant le long des câbles électriques (non résistants au feu) à l'intérieur du mât. Un dysfonctionnement du frein de l'éolienne à la suite de la perte des dispositifs de pilotage résultant de l'incendie en pied pourrait avoir agi comme circonstance aggravante. Cet accident met en lumière la nécessaire tenue au feu des câbles, les possibilités de suraccident (propagation de l'incendie à la végétation environnante, chute de pale).				X				Dysfonctionnement transformateur ou armoire basse tension
06/03/2013 11 - CONILHAC DE LA MONTAGNE	BARPI N°43576	A la suite d'un défaut de vibration, une éolienne se met automatiquement à l'arrêt. Sur place le lendemain, des techniciens du constructeur trouvent au sol l'une des 3 pales qui s'est décrochée avant de percuter le mât. L'éolienne est mise en sécurité (2 pales restantes mises en drapeau, blocage du rotor, inspection du moyeu). L'une des pales de cette éolienne avait déjà connu un problème de fixation en novembre 2011. Les fixations de cette pale au moyeu avaient été remplacées et le serrage des vis des deux autres avait été contrôlé en avril 2012. La veille du défaut de vibration, la machine s'était arrêtée après la détection d'un échauffement du frein et d'une vitesse de rotation excessive de la génératrice. Un technicien l'avait remise en service le matin même de l'accident sans avoir constaté de défaut.	x							Défaut de vibration

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)
17/03/2013 51 - EUVY	BARPI N°43630	L'exploitant arrête 7 des 18 aérogénérateur du parc suite au signalement d'un feu dans la nacelle d'une éolienne. Un périmètre de sécurité de 150 m est mis en place. Le sinistre émet une importante fumée. Une des pales tombe au sol, une autre menace de tomber. 450 L d'huile de boîte de vitesse s'écoulent, conduisant l'exploitant à faire réaliser une étude de pollution des sols. Au moment du départ du feu, le vent soufflait à 11 m/s. La puissance de l'éolienne était proche de sa puissance nominale. La gendarmerie évoque une défaillance électrique après avoir écarté la malveillance. Le parc, mis en service en 2011, avait déjà connu un incendie quelques mois plus tôt selon la presse. Les 18 machines sont inspectées. A la suite de l'accident, l'exploitant et la société chargée de la maintenance étudient la possibilité d'installer des détecteurs de fumées dans les éoliennes.	x			x				Possible défaillance technique
01/07/2013 34 - CAMBON ET SALVERGUE	BARPI N°44150	Un opérateur remplissant un réservoir d'azote sous pression dans une éolienne est blessé par la projection d'un équipement. Alors qu'il vient de faire l'appoint en gaz d'un cylindre sous pression faisant parti du dispositif d'arrêt d'urgence des pales d'une éolienne, un technicien de maintenance démonte l'embout d'alimentation vissable. Une partie de la visserie de la vanne de fermeture reste solidaire de l'embout et se dévisse avec lui. L'ensemble démonté est projeté au visage de l'opérateur et lui brise le nez et plusieurs dents. Le jet de gaz affecte ses voies respiratoires. Descendue de la nacelle avec l'assistance de son collègue, la victime est hospitalisée. La gendarmerie place l'accumulateur de gaz sous scellé pour être expertisé. Afin d'éviter de tels accidents, la visserie de la vanne présentait une petite perforation destinée à alerter l'opérateur : un sifflement et une formation de glace lié à la détente du gaz se produisent 4 tours et demi avant le dévissage total. La survenue de l'accident, malgré ce dispositif, amène l'exploitant à repenser la procédure d'alimentation de l'accumulateur de gaz dans la configuration exigüe de la nacelle d'éolienne : 8000 machines sont potentiellement concernées. Dans l'attente des résultats d'expertise, les accumulateurs seront remplis en usine après démontage.							x	
03/08/2013 56 - MOREAC	BARPI N°44197	Une nacelle élévatrice utilisée pour une intervention de maintenance sur un éolienne perd 270 L d'huile hydraulique. Le produit pollue le sol sur 80 m². 25 t de terres polluées sont excavées et envoyées en filière spécialisée.							x	Fuite
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 le 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	Une des éoliennes d'un parc s'arrête automatiquement à 3h09 à la suite d'un défaut vibration. Sur place à 9h30, les techniciens de maintenance (assurée par le fabricant des éoliennes) retrouvent une pale de 20 m au pied du mât, les deux autres pales sont toujours en place. Un périmètre de sécurité de 100 m est établi autour de l'éolienne et surveillé par une société de gardiennage pour éviter l'intrusion d'un tiers. L'ensemble des machines du parc est mis à l'arrêt pour l'inspection puis redémarré, à l'exception de l'éolienne endommagée dont la pale sera remplacée. L'exploitant informe l'inspection des installations classées ainsi que la mairie et déclare le sinistre auprès de ses assureurs dans l'après midi. Le morceau de pale détaché est évacué du site en vue d'une expertise. Lors de l'accident le vent soufflait entre 18 m/s et 22 m/s.	x							

Date et lieu	Référence	Détail de l'accident	Projection / chute de pales	Chute / piage du mât	Chute nacelle / rotor	Incendie	Projection de glace	Dégât sur les pales	Autre	Cause(s)
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 décollage sur les plaques en fibre de verre.						x		Défaillance matérielle
29/01/2015 02 - REMIGNY	BARPI N°46304	<p>A 6h25 un feu se déclare dans une éolienne. Celle-ci est automatiquement mise à l'arrêt sur alarme du détecteur de fumée. Sur place à 7h30, des employés constatent la présence de flammes et de fumée. Ils alertent les pompiers. A cause des fumées, ces derniers ne parviennent pas à approcher de la source de l'incendie. Ils doivent attendre leur dissipation. A 9h20 ils réussissent à progresser dans l'éolienne et éteignent l'incendie.</p> <p>Les dommages matériels sont estimés à 150 k€. Les 1 500 l d'eau utilisés pour le nettoyage sont pompés.</p> <p>Un défaut d'isolation au niveau des connexions des conducteurs de puissance serait à l'origine du sinistre. Le câble mis en cause assure la jonction entre la base et le haut de la tour. Ce défaut aurait provoqué un arc électrique entre 2 phases ce qui aurait initié l'incendie.</p> <p>L'éolienne n'était pas encore en exploitation, mais en phase de test. L'exploitant prévoit de tester la qualité de l'isolation de tous les câbles de puissance avant la mise en service. Il prévoit également de réaliser des mesures thermiques sur tous les câbles de puissance à 80% de leur charge nominale.</p>								Défaut d'isolation au niveau des connexions des conducteurs de puissance
06/02/2015 79 - LUSSERAY	BARPI N°46237	Vers 15h30, un feu se déclare dans une éolienne, au niveau d'une armoire électrique où interviennent 2 techniciens. Ces derniers éteignent l'incendie avec 2 extincteurs. L'éolienne est hors service le temps des réparations.				x				
24/08/2015 28 - SANTILLY	BARPI N°47062	Un feu se déclare vers 13h30 sur le moteur d'une éolienne situé à 90 m de hauteur. La nacelle étant trop haute pour la grande échelle des pompiers, ces derniers décident de laisser brûler le foyer sous surveillance. Les chemins menant à l'éolienne sont interdits à la circulation.				x				
10/11/2015 55 - MENIL LA HORGNE	BARPI N°47377	Vers 22h30, les 3 pales et le rotor d'une éolienne, dont la nacelle se situe à 85 m de haut, chutent au sol. Le transformateur électrique, à son pied, est endommagé. De l'huile s'en écoule mais reste confinée dans la rétention. Le centre de supervision à distance du parc constate la perte de communication avec l'éolienne. Il la découple du réseau. Le lendemain, les agents de maintenance constatent sur place la rupture du rotor. Ils sécurisent la zone. Les 6 autres éoliennes du parc sont mises à l'arrêt. Les débris, disséminés sur 4000 m2 sont ramassés.	x		x					Défaillance de l'arbre lent, qui assure la jonction entre le rotor et la multiplicatrice Défaut de fabrication de la pièce
07/02/2016 11 - CONILHAC-CORBIERES	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

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)
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
28/05/2016 28 - JANVILLE	BARPI N°48264	A 15h15, un employé constate un écoulement d'huile sous la nacelle d'une éolienne. Il arrête celle-ci et contacte l'équipe de maintenance. Arrivés à 17h, les agents mettent en place des absorbants. L'écoulement d'huile est récupéré avant d'avoir atteint le sol. L'installation est réparée 2 jours plus tard. L'exploitant engage une campagne de remplacement des raccords identiques du parc.							x	Fuite. Défaillance d'un raccord sur le circuit de refroidissement de l'huile de la boîte de vitesse
10/08/2016 80 - HESCAMPS	BARPI N°48426	Vers 15 h, un feu se déclare dans la partie haute d'une éolienne, au niveau d'un rotor. Un technicien maîtrise l'incendie avant l'arrivée des pompiers. Il redescend seul les 70 m de l'échelle intérieure de l'éolienne. Il est légèrement intoxiqué par les fumées. Les pompiers contrôlent l'extinction complète et procèdent à la ventilation.				x				Défaillance électrique
18/08/2016 60 - DARGIES	BARPI N°48471	Un technicien de maintenance d'un parc éolien constate vers 9 h qu'une éolienne ne tourne plus. Il découvre que de la fumée s'échappe de la tête de l'éolienne, à 80 m de haut. Des pompiers spécialisés dans les interventions en milieux périlleux effectuent une reconnaissance en partie haute de la machine. Ils ouvrent une trappe de ventilation. Une défaillance électrique serait à l'origine de l'incendie.				x				Défaillance de l'armoire électrique ou du pupitre de commande
14/09/2016 10 - LES GRANDES CHAPELLES	BARPI N°48588	Vers 15 h, un employé est électrisé alors qu'il intervient dans le nez d'une éolienne. Les pompiers spécialisés dans les interventions en hauteur évacuent la victime consciente.							x	
11/01/2017 59 - LE QUESNOY	BARPI N°49413	Une fissure est constatée sur une pale d'éolienne. L'exploitant arrête l'installation dans l'attente de sa réparation.						x		
12/01/2017 11 - TUCHAN	BARPI N°49104	Vers 4 h, au cours d'un épisode de vents violents, les 3 pales d'une éolienne chutent au sol. L'exploitant collecte les morceaux de fibre de carbone répartis autour du mat de 40 m de l'éolienne. Des impacts sur le mat sont visibles. Il met en place des barrières et un gardiennage pour en sécuriser l'accès. L'éolienne, de 600 kW mise en service en 2002, était à l'arrêt pour maintenance suite à la casse totale de son arbre lent quelques jours auparavant. Cette rupture a eu pour conséquence le désaccouplement du rotor avec le multiplicateur, donc de rendre inopérant le frein mécanique. Bien que mise en position de sécurité (parallèle au vent et aérofrein des pales activé), les vents à 25 m/s ont provoqué la rupture des pales à cause d'une vitesse de rotation excessive.	x							Défaillance du système (faiblesse de la structure de l'arbre lent ou rotation de la pièce dans des conditions d'alignement non parfaites)
18/01/2017 80 - NURLU	BARPI N°49151	Un particulier constate qu'une pale d'éolienne est tombée au sol et s'est brisée en plusieurs morceaux. Il informe l'exploitant qui arrête toutes les machines du parc en activité. Des agents arrivent sur site à 11h30. Ils demandent la mise en sécurité de l'éolienne et mettent en place un périmètre de sécurité autour de la zone. Selon la presse, la tempête survenue quelques jours auparavant pourrait être à l'origine de la chute. L'inspection des installations classées se rend sur place le lendemain. Elle constate que les 2/3 de la pale sont brisés mais que son armature est toujours en place. L'essentiel des débris se situe à moins de 90 m du mât. Les débris les plus lourds sont à moins de 27 m.	x							

Date et lieu	Référence	Détail de l'accident	Projection / chute de pales	Chute / piage du mât	Chute nacelle / rotor	Incendie	Projection de glace	Dégât sur les pales	Autre	Cause(s)
27/02/2017 55 - LAVALLEE	BARPI N°49359	Lors d'un orage, la pointe d'une pale d'éolienne se rompt. L'extrémité, de 7 à 10 m, est retrouvée au sol, en 3 morceaux, à 200 m de l'éolienne. L'ensemble du parc éolien, qui compte 4 éoliennes de 2 MW et 80 m de haut, est mis à l'arrêt. Les débris sont ramassés et traités par une société spécialisée, pour expertise. Un orage violent s'est abattu sur la zone de 18 h à 18h30. À 18h07, l'alarme "vent fort" de l'éolienne voisine s'est déclenchée. L'alarme "capteur de vibration" de l'éolienne endommagée s'est déclenchée à la même heure. À 18h10, le réseau électrique a été coupé, provoquant la perte de liaison avec le parc éolien. L'exploitant a découvert la casse le lendemain en se rendant sur place pour remettre le parc en service. Le parc a été mis en service en février 2011.	x							
27/02/2017 79 - TRAYES	BARPI N°49374	Vers 22 h, le système d'exploitation d'un parc éolien émet des alarmes portant sur l'éolienne n°4 : mise à l'arrêt de l'éolienne et incohérence entre les vitesses de rotation du rotor et de l'arbre de la génératrice électrique. Le lendemain matin, l'exploitant constate sur place que les 7 derniers mètres d'une pale de 44 m, se sont désolidarisés. Plusieurs fragments de la pale sont projetés jusqu'à 150 m du mât, haut lui-même de 78 m. L'exploitant place les 5 éoliennes en position de sécurité et initie des expertises. Il collecte les débris et sécurise le site.	x							Causes possibles : défaut au niveau du bord d'attaque de la pale, impact de la foudre, fortes rafales de vent
24/06/2017 62 - CONCHY SUR CANCHE	BARPI N°49902	Vers 23h30, une pale d'une éolienne se brise au niveau de sa jonction avec le rotor dans un parc éolien. La pale chute à la verticale, au pied du mât. Les quelques débris projetés sont présents dans un rayon de 20 m. L'exploitant arrête l'installation ainsi que les 4 autres aérogénérateurs du site, du même modèle. Il met en place un périmètre de sécurité et condamne l'accès au site. Le vent était faible au moment de l'événement.	x							
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-CORBIERES	BARPI N°51122	Rupture d'aéroofrein	x							Défaillance matérielle
05/06/2018 34 - AUMELAS	BARPI N°51681	Feu dans la nacelle d'une éolienne. La nacelle est presque totalement détruite. L'exploitant découple à distance le parc éolien du réseau électrique environ 10 minutes après le début de l'incendie.				x				Dysfonctionnement électrique
07/11/2018 45 - GUIGNEVILLE	France 3 Centre-Val de Loire	Chute d'une éolienne du parc de la Mardelle		x						
19/11/2018 02 - OLLEZY	L'Aisne nouvelle	Chute de pale	x							

G.6.1.3 - Inventaire des accidents survenus sur les sites de l'exploitant

Aucun accident n'est survenu jusqu'à présent sur les sites d'EnergieTEAM.

G.6.2 - INVENTAIRE DES ACCIDENTS ET INCIDENTS À L'INTERNATIONAL

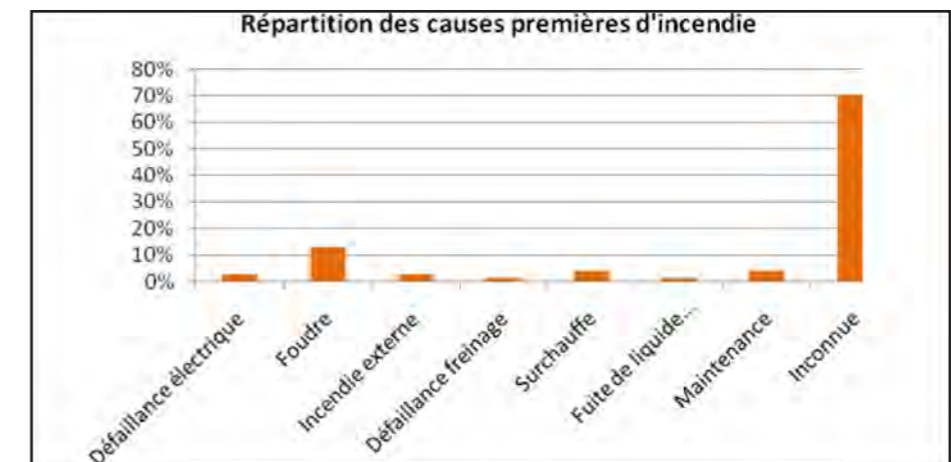
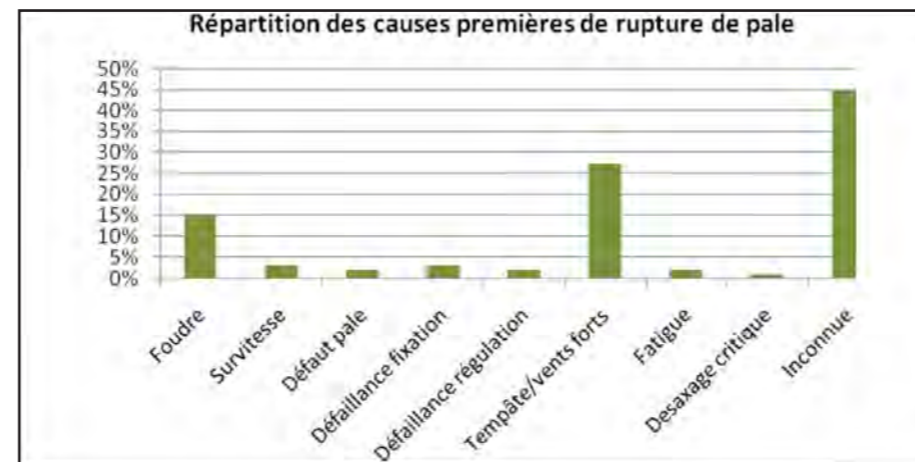
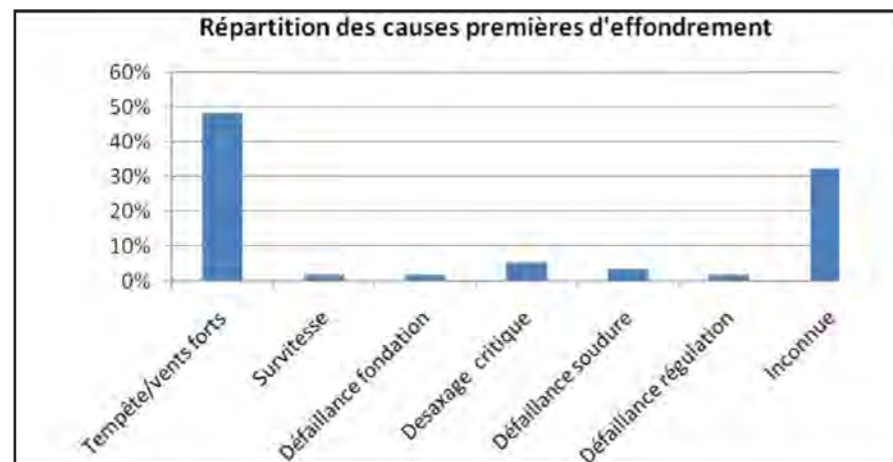
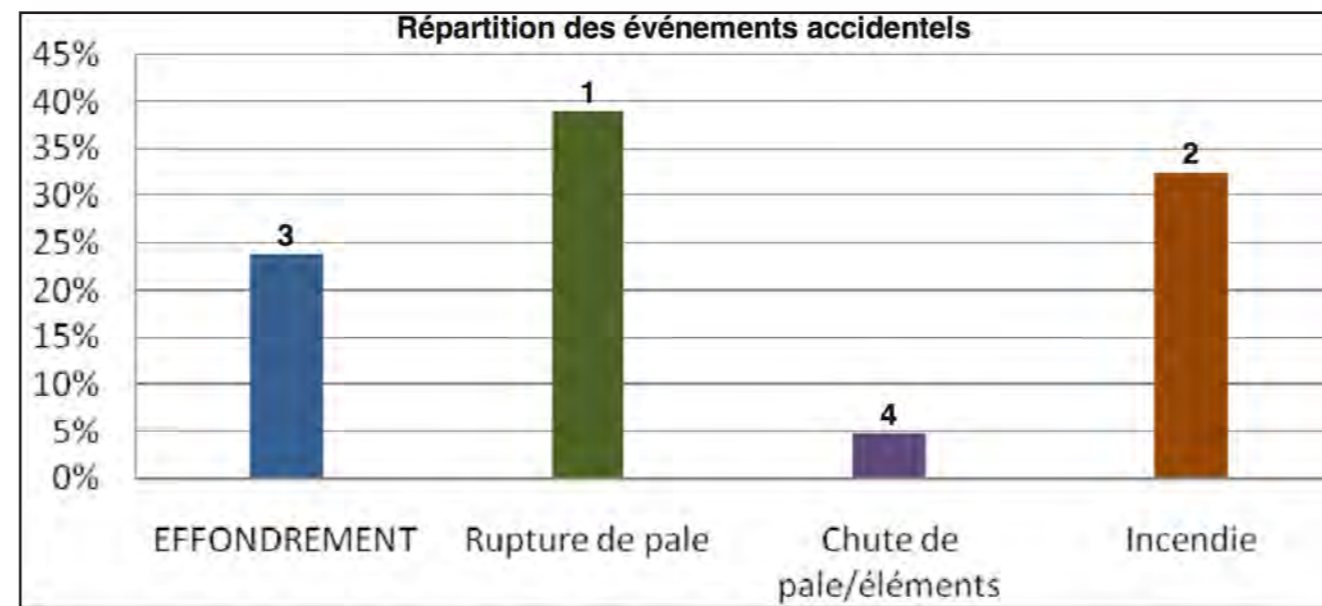
Un inventaire des incidents et accidents à l'international a également été réalisé. Il se base sur le retour d'expérience de la filière éolienne fin 2010. La synthèse ci-dessous provient de l'analyse de la base de données réalisée par l'association Caithness Wind Information Forum (CWIF). Sur les 994 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 (...), ils ne sont pas pris en compte dans l'analyse suivante.

Les graphiques suivants 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 (cf. Figure 160). Le constat est assez semblable à l'échelle française et internationale.

La rupture de pale est également l'événement accidentel le plus répandu. L'incendie est le deuxième événement accidentel tandis que l'effondrement est le troisième (inversion par rapport à la France). Concernant les causes, ce retour d'expérience montre l'importance des causes « tempêtes et vents forts » dans les accidents. Il souligne également le rôle de la foudre.

Figure 160 : Répartition des événements accidentels et de leurs causes premières sur le parc d'aérogénérateurs mondial entre 2000 et 2011

(Source : INERIS - Guide pour l'élaboration de l'étude de dangers des parcs éoliens)



G.6.3 - SYNTHÈSE DES PHÉNOMÈNES DANGEREUX REDOUTÉS ISSUS DU RETOUR D'EXPÉRIENCE

G.6.3.1 - Analyse des typologies d'accidents les plus fréquents

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

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

G.6.3.2 - Analyse de l'évolution des accidents en France

A partir de l'ensemble des phénomènes dangereux qui ont été recensés, il est possible d'étudier leur évolution en fonction du nombre d'éoliennes installées.

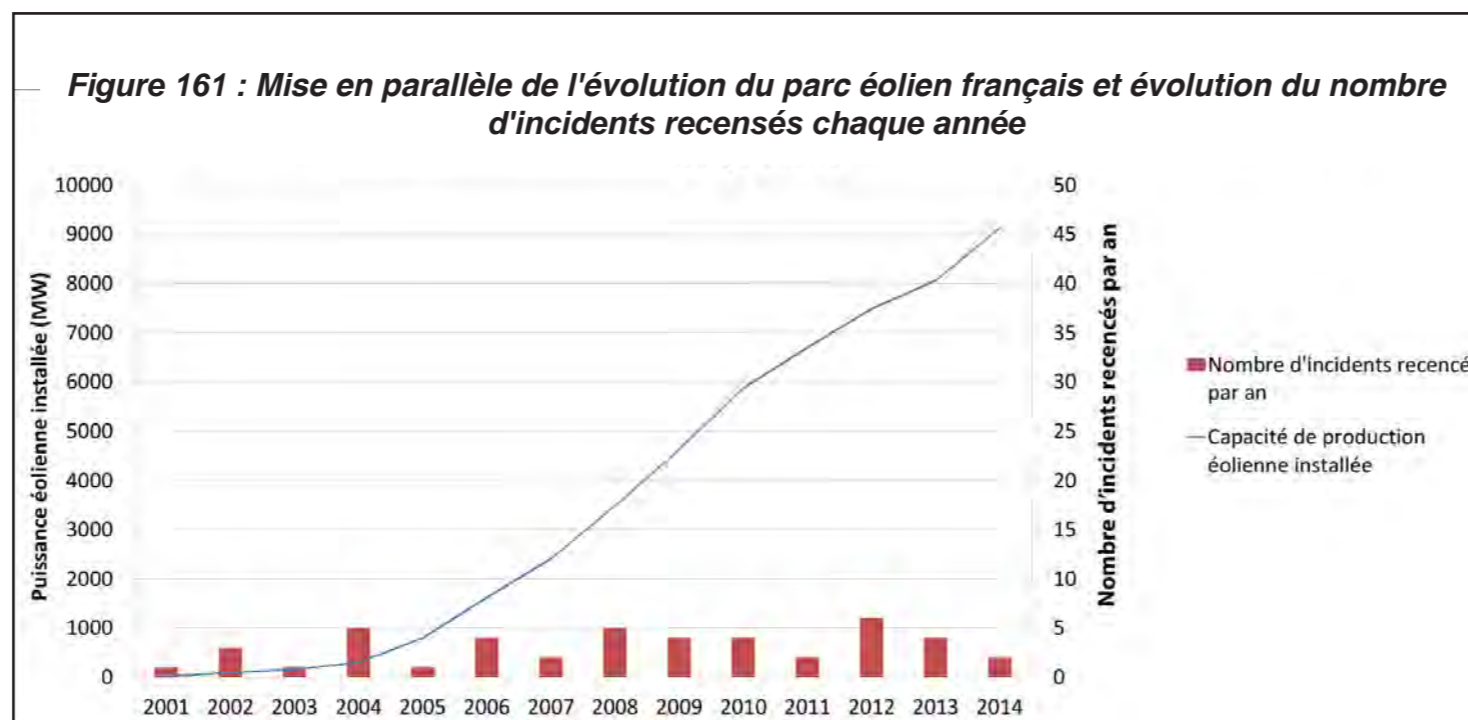
La (cf. Figure 161) montre cette évolution. Il apparaît clairement que le nombre d'incidents n'augmente pas proportionnellement au nombre d'éoliennes installées.

Depuis 2005, l'énergie éolien 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.

G.6.3.3 - 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.



G.7 - 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 suivant (cf. «G.8 - Étude détaillée des risques», page 494).

G.7.1 - RECENSEMENT DES ÉVÉNEMENTS INITIATEURS EXCLUS DE L'ANALYSE DES RISQUES

Conformément à la circulaire du 10 mai 2010, les événements initiateurs (ou agressions externes) suivants sont exclus de l'analyse des risques :

- chute de météorite,
- séisme d'amplitude supérieure aux séismes maximums de référence éventuellement corrigés de facteurs, tels que définis par la réglementation applicable aux installations classées considérées,
- crues d'amplitude supérieure à la crue de référence, selon les règles en vigueur,
- événements climatiques d'intensité supérieure aux événements historiquement connus ou prévisibles pouvant affecter l'installation, selon les règles en vigueur,
- chute d'avion hors des zones de proximité d'aéroport ou aérodrome (rayon de 2 km des aéroports et aérodromes),
- rupture de barrage de classe A ou B au sens de l'article R.214-112 du Code de l'environnement ou d'une digue de classe A, B ou C au sens de l'article R. 214-113 du même code,
- actes de malveillance.

D'autre part, plusieurs autres agressions externes qui ont été détaillées dans l'état initial peuvent être exclues de l'Analyse Préliminaire des Risques car les conséquences propres de ces événements, en termes de gravité et d'intensité, sont largement supérieures aux conséquences potentielles de l'accident qu'ils pourraient entraîner sur les aérogénérateurs.

Le risque de sur-accident lié à l'éolienne est considéré comme négligeable dans le cas des événements suivants :

- inondations,
- séismes d'amplitude suffisante pour avoir des conséquences notables sur les infrastructures,
- incendies de cultures ou de forêts,
- pertes de confinement de canalisations de transport de matières dangereuses,
- explosions ou incendies générés par un accident sur une activité voisine de l'éolienne.

G.7.2 - 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.

G.7.2.1 - Agressions externes liées aux activités humaines

Les activités humaines susceptibles de constituer un agresseur potentiel, selon l'INERIS sont les suivantes :

- les aérodromes lorsqu'ils sont implantés dans un rayon de 2 km,
- les autres aérogénérateurs présents dans un rayon de 500 mètres,
- les autres activités humaines dans un rayon de 200 m.

Le tableau qui suit synthétise les principales agressions externes liées aux activités humaines. Exception faite des aérodromes, les activités ne peuvent pas constituer un agresseur potentiel au delà de 500 m. Par ailleurs, le rayon de la zone d'effet des scénarios de l'étude détaillée des risques ne dépasse pas 500 m à partir de chaque aérogénérateur. Une estimation des distances minimales séparant l'aérogénérateur de la source de l'agression potentielle est donc fournie lorsque celle-ci est située dans ce périmètre.

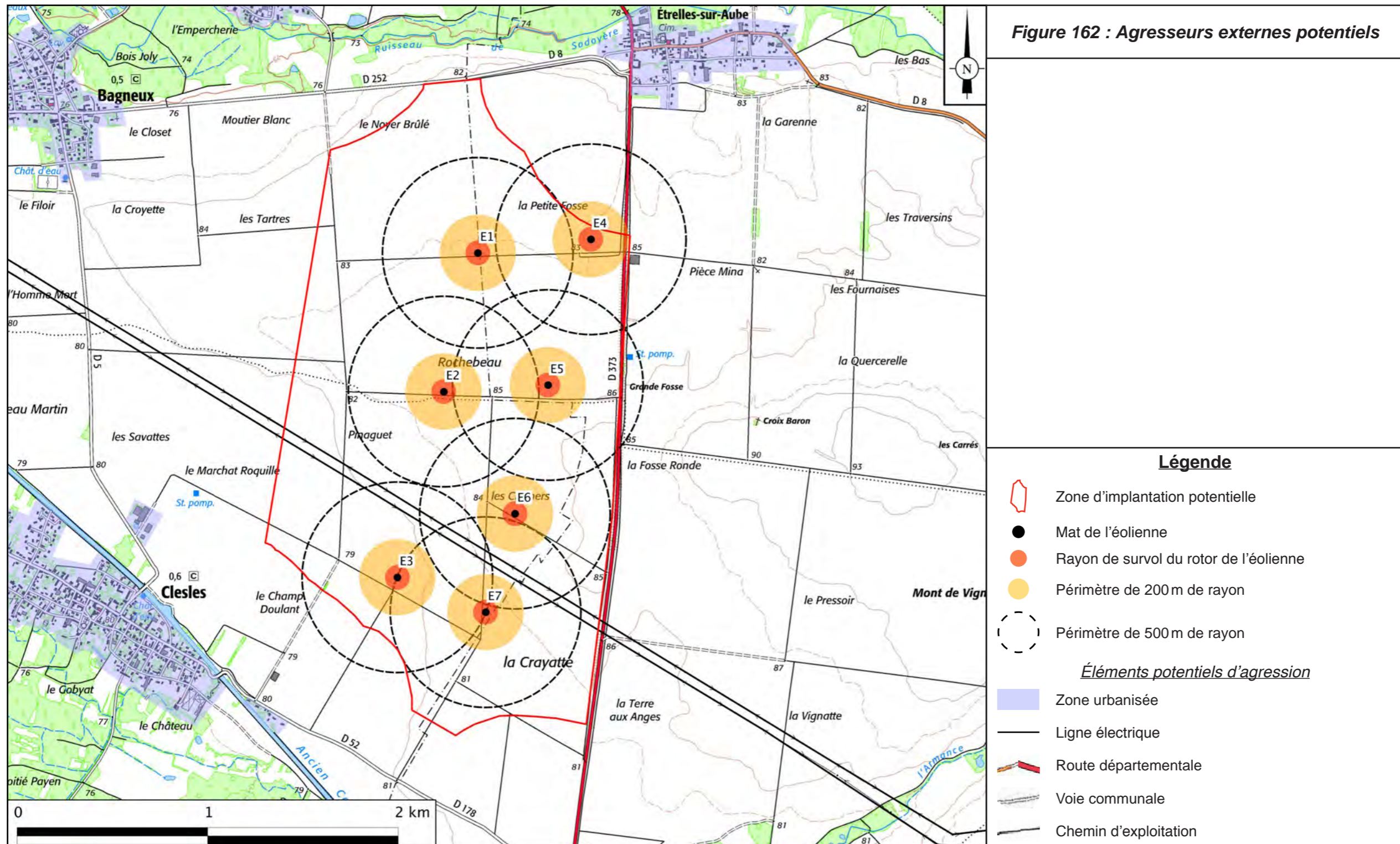
Lorsque les conditions pour constituer un agresseur potentiel sont remplies, la case du tableau est rouge. La couleur verte est utilisée le cas échéant.

Infrastructure	Volume de trafic (véhicules/jour)	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	Conditions pour constituer un agresseur potentiel selon l'INERIS	Parc de Rochebeau							
						E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	
Autoroute	-	Transport routier	Accident entraînant la sortie de voie d'un ou de plusieurs véhicules	Énergie cinétique des véhicules et flux thermiques	< de 200 m	> 500 m							
RD 373	< 2000					> 500 m	175 m	376 m	518 m	> 500 m			
RD 252 / RD 8	< 2000					> 500 m							
RD 52 / RD 178	< 2000					> 500 m							
RD 5	< 2000					> 500 m							
Aérodrome	NC	Transport aérien	Chute d'aéronef	Énergie cinétique de l'aéronef et flux thermiques	< de 2 km	Exclu de l'étude car il n'y pas d'aérodrome aux abords proches							
Ligne à haute tension	NC	Transport d'électricité	Rupture de câble	Arc électrique, surtensions	< de 200 m	> 200 m (conformément aux préconisations de RTE)							
Canalisation d'hydrocarbures	NC	Transport d'hydrocarbure	Fuite d'hydrocarbure, explosion	Flux thermiques	< de 200 m	Exclu de l'étude car il n'y a pas de canalisation d'hydrocarbures aux abords proches							
Canalisation de gaz	NC	Transport de gaz			< de 200 m	Exclu de l'étude car il n'y a pas de canalisation de gaz aux abords proches							
ICPE	Parcs éoliens existants	NC	-	Effets dominos	Atteinte de la structure	< 500 m	> 500 m						
	Parc éolien accordé	NC	-	Effets dominos	Atteinte de la structure	< 500 m	> 500 m						
Projection d'éléments	NC	Production d'électricité	Projection d'éléments	Énergie cinétique des éléments projetés	< de 500 m	Pas de risque de projection d'éléments							

Un périmètre de 200m de rayon constituant la zone à partir de laquelle les activités humaines (hors aérodrome) pouvant constituer une source de risque pour les éoliennes, est matérialisé à partir de chaque éolienne sur la figure ci-dessous (cf. Figure 162), de même que la zone des 500m, qui correspond aux risques d'effets dominos entre les éoliennes.

Des infrastructures routières communales constituent à priori des agresseurs externes potentiels. Cependant, compte tenu de leurs caractéristiques (revêtement, largeur, volume de trafic faible...), elles peuvent difficilement être considérées comme tels.

De plus, les aérogénérateurs du projet ne constituent pas des agresseurs potentiels dans la mesure où aucune machine n'est concernée par des effets dominos d'une machine à proximité.



G.7.2.2 - Agressions externes liées aux phénomènes naturels

Le tableau ci-dessous synthétise et indique l'intensité des principales agressions externes liées aux phénomènes naturels auxquelles l'aérogénérateur est soumis :

Phénomène naturel	Installation	Fonction	Événement redouté	Danger potentiel	Parc de Rochebeau
Séismes - Mouvements de terrain	Rotor et nacelle	Production électrique	Chute de la nacelle	Incendie, énergie cinétique de la nacelle, pollution	Exclus car les risques sismiques sont considérés comme très faibles sur les communes de Bagnaux, Clesles et Étrelles-sur-Aube Le site d'implantation n'est concerné par la présence d'aucune cavité, d'aucun mouvement de terrain et n'est pas situé sur une zone sujette aux affaissements miniers
	Mât	Soutien du rotor et de la nacelle	Effondrement	Incendie, énergie cinétique de l'ensemble, pollution	
	Poste de livraison	Réseau électrique	Effondrement	Incendie, arc électrique, pollution	
Foudre	Rotor	Production électrique	Court circuit interne	Échauffement des pièces mécaniques --> Incendie	Retenu pour l'APR bien que le risque d'orage soit considéré comme faible sur les communes de Bagnaux, Clesles et Étrelles-sur-Aube, du fait de l'accidentologie
	Mât	Soutien du rotor et de la nacelle	Effondrement	Incendie, énergie cinétique de l'ensemble	
	Pale	Transformation de l'énergie éolienne en énergie mécanique	Chute de pale	Énergie cinétique de la pale	
	Nacelle	Support rotor	Chute de la nacelle	Énergie cinétique de la nacelle, incendie, pollution	
Vents forts et tempêtes	Rotor	Production électrique	Emballement	Échauffement des pièces mécaniques --> Incendie	Retenus pour l'APR du fait de l'accidentologie
	Mât	Soutien du rotor et de la nacelle	Effondrement	Incendie, énergie cinétique de l'ensemble	
	Pales	Transformer l'énergie éolienne en énergie mécanique	Bris de pales	Énergie cinétique des pales	
	Nacelle	Support rotor	Chute de la nacelle	Énergie cinétique de la nacelle, incendie, pollution	
Inondations	Socle/mât	Soutien du rotor et de la nacelle	Effondrement	Incendie, énergie cinétique de l'ensemble	Exclus car les risques d'inondation sont considérés comme faibles sur la zone d'implantation des éoliennes. De plus, en cas de remontée de nappe avérée, l'étude géotechnique déterminera le type de fondation à mettre en place afin d'éviter tout impact sur la structure.

G.7.3 - SCÉNARIOS ÉTUDIÉS DANS L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES

A l'issue du recensement des potentiels de danger des installations, qu'ils soient constitués par des substances dangereuses ou des équipements dangereux, l'APR identifie l'ensemble des séquences accidentelles et phénomènes dangereux associés pouvant déclencher la libération du danger.

Le tableau qui suit permet l'analyse générique des risques en définissant les éléments suivants :

- description de la succession des événements (événements initiateurs et événements intermédiaires),
- description des événements redoutés centraux qui marquent la partie incontrôlée de la séquence d'accident,
- description des fonctions de sécurité permettant de prévenir l'événement redouté central ou de limiter les effets du phénomène dangereux,
- description des phénomènes dangereux dont les effets sur les personnes sont à l'origine d'un accident,
- évaluation qualitative de l'intensité de ces événements, afin de prendre en compte la spécificité des éoliennes, 2 classes ont été établies :
 - « 1 » : phénomène limité ou se cantonnant au surplomb de l'éolienne,
 - « 2 » : correspond à une intensité plus importante et impactant potentiellement les 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'événements redoutés centraux identifiés grâce au retour d'expérience du groupe de travail mixte Syndicat des énergies renouvelables et INERIS :

- « G » pour les scénarios concernant la glace,
- « I » pour ceux concernant l'incendie,
- « F » pour ceux concernant les fuites,
- « C » pour ceux concernant la chute d'éléments de l'éolienne,
- « P » pour ceux concernant les risques de projection,
- « E » pour ceux concernant les risques d'effondrement.

N°	Événement initiateur / cause	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité	Phénomène dangereux	Intensité
G01	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales, le mât et la nacelle	Chute de glace lorsque les éoliennes sont arrêtées	Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace (N°2)	Impact de glace sur les enjeux	1
G02	Conditions climatiques favorables à la formation de glace	Dépôt de glace sur les pales	Projection de glace lorsque les éoliennes sont en mouvement	Détecter la formation de glace et prévenir la projection de glace (N°1)	Impact de glace sur les enjeux	2
I01	Humidité / Gel	Court-circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I02	Dysfonctionnement électrique	Court circuit	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir les courts circuits (N°5)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I03	Survitesse	Échauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatifs des pièces mécaniques (N°3) Prévenir la survitesse (N°4)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I04	Désaxage de la génératrice / Pièce défectueuse / Défaut de lubrification	Échauffement des parties mécaniques et inflammation	Incendie de tout ou partie de l'éolienne	Prévenir l'échauffement significatifs des pièces mécaniques (N°3)	Chute/projection d'éléments enflammés Propagation de l'incendie	2
I05	Conditions climatiques humides	Surtension	Court circuit	Prévenir les courts circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I06	Rongeur	Surtension	Court-circuit	Prévenir les courts circuits (N°5) Protection et intervention incendie (N°7)	Incendie poste de livraison (flux thermiques + fumées toxiques SF6) Propagation de l'incendie	2
I07	Défaut d'étanchéité	Perte de confinement	Fuites d'huile isolante	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Incendie au poste de transformation Propagation de l'incendie	2
F01	Fuite système de lubrification - convertisseur - transformateur	Écoulement hors de la nacelle et le long du mât, puis sur le sol avec infiltration	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
F02	Renversement de fluides lors des opérations de maintenance	Écoulement	Infiltration d'huile dans le sol	Prévention et rétention des fuites (N°8)	Pollution environnement	1
C01	Défaut de fixation	Chute de trappe	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les erreurs de maintenance ((N°10)	Impact sur cible	1

N°	Événement initiateur / cause	Événement intermédiaire	Événement redouté central	Fonction de sécurité	Phénomène dangereux	Intensité
C02	Défaillance fixation anémomètre	Chute anémomètre	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction - exploitation) (N°9)	Impact sur cible	1
C03	Défaut fixation nacelle - pivot central - mât	Chute nacelle	Chute d'élément de l'éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction - exploitation) (N°9)	Impact sur cible	1
P01	Survitesse	Contraintes trop importantes sur les pales	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la survitesse (N°4)	Impact sur cible	2
P02	Fatigue, corrosion	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Impact sur cible	2
P03	Serrage inapproprié Erreur maintenance – desserrage	Chute de fragment de pale	Projection de tout ou partie pale	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction - exploitation) (N°9)	Projection/chute fragments et chute pale	2
E01	Effets dominos autres installations, TMD, engins de guerre	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction - exploitation) (N°9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E02	Glissement de sol	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction - exploitation) (N°9)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E03	Crash d'aeronef	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
E04	Effondrement engin de levage travaux	Agression externe et fragilisation structure	Effondrement éolienne	Actions de prévention mises en œuvre dans le cadre du plan de prévention	Chute fragments et chute mât	2
E05	Désaxage critique du rotor	Impact pale - mât	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction - exploitation) (N°9) Prévenir les erreurs de maintenance (N°10)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E06	Vents forts	Défaillance fondation	Effondrement éolienne	Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction - exploitation) (N°9) Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort (N°11)	Projection/chute fragments et chute mât	2
E07	Fatigue	Défaillance mât	Effondrement éolienne	Prévenir la dégradation de l'état des équipements (N°11)	Projection/chute fragments et chute mât	2

G.7.4 - MISE EN PLACE DES MESURES DE SÉCURITÉ

La troisième étape de l'Analyse Préliminaire des Risques consiste à identifier les systèmes de sécurité installés sur les aérogénérateurs qui interviennent dans la prévention et/ou la limitation des phénomènes dangereux listés dans le tableau APR et de leurs conséquences.

Les tableaux en pages suivantes ont pour objectif de synthétiser les fonctions de sécurité identifiées sur les éoliennes.

Certaines fonctions ne remplissent pas les critères « efficacité » ou « indépendance » : elles ont une fiabilité trop faible pour être considérées comme Mesure de Maîtrise des Risques, elles sont néanmoins décrites dans la mesure où elles concourent à une meilleure sécurité sur le site d'exploitation.

Un principe clé du processus d'élaboration d'une étude de dangers est qu'elle doit être proportionnelle au niveau de risques engendrés par les éoliennes sur leur environnement.

Ainsi dans le cadre de l'étude de dangers des parcs éoliens, les aspects relatifs aux fonctions de sécurité qui seront détaillés sont les suivants :

- **Fonction de sécurité** : 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. Il convient alors de renseigner le critère correspondant 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 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 le 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>	
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 informant de la possible formation de glace en pied de machines (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	<p>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</p>	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 de 25 m/s pendant 10 minutes ou si la vitesse de pointe atteint 30 m/s. Cet arrêt est réalisé par le frein aérodynamique de l'éolienne avec mise en drapeau des pales (positionnement des pales à un angle de 85 à 90 °/minimum de prise au vent). Cette mise en drapeau est effectuée par le système d'orientation des pales "Pitch System". L'éolienne s'arrête également si l'angle maximal des pales admis est dépassé.</p> <p>Chaque pale possède son propre système de régulation de l'angle des pales. Ces trois systèmes sont indépendants. La mise en drapeau d'une seule pale suffit à freiner l'éolienne.</p> <p>En cas de coupure de courant, l'éolienne est automatiquement stoppée par un système de réglage de pale alimenté par une batterie de secours. La charge des batterie 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 intégrés 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>Maintenance de remplacement en cas de dysfonctionnement de l'équipement.</p>	

Fonction de sécurité	Prévenir les effets de la foudre	Numéro de la fonction de sécurité
Mesure de sécurité	Mise à la terre et protection des éléments de l'aérogénérateur	FS 6
Description	<p>Respect de la norme IEC 61 400 – 24 (juin 2010)</p> <p>Les pales sont équipées de dispositifs de capture. Un dispositif métallique flexible assure la continuité électrique entre la pale et le châssis métallique de la nacelle. Ce châssis est relié électriquement à la tour, elle-même reliée au réseau de terre disposé en fond de fouille (ensemble de prises de terre individuelles, intégrées dans les fondations puis connectées sur une barre de terre située en pied de mât) En cas de coup de foudre sur une pale, le courant de foudre est ainsi évacué.</p> <p>Certains équipements présents dans la nacelle notamment le générateur, le châssis du transformateur et la sortie basse tension du transformateur sont reliées au châssis de la nacelle mis à la terre. Le multiplicateur, lorsqu'il est présent, est isolé électriquement du générateur.</p> <p>Les circuits électriques sont blindés contre les champs électriques et magnétiques et équipés de para-surtenseurs afin de protéger les équipements des surtensions et des surintensités,</p> <p>Les capteurs de vents disposés sur le toit de la nacelle, de même que les dispositifs de balisage lumineux sont protégés contre les coups de foudre directs (dispositifs de capture reliés à la structure métallique de la nacelle, elle-même mise à la terre).</p>	
Indépendance	oui	
Temps de réponse	Immédiat	
Efficacité	100%	
Test	NA	
Maintenance	Contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre inclus dans les opérations de maintenance, conformément à l'article 9 de l'arrêté du 26 août 2011	

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 (UPS). 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 sont présents dans la nacelle et un extincteur est disponible en pied de tour (utilisables par le personnel sur un départ de feu).</p>	
Indépendance	oui	
Temps de réponse	< 1 minute pour les détecteurs et l'enclenchement de l'alarme L'exploitant ou l'opérateur désigné sera en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur. Le temps d'intervention des services de secours est quant à lui dépendant de la zone géographique.	
Efficacité	100%	
Test	NA	
Maintenance	<p>Vérification du système au bout de 3 mois de fonctionnement puis contrôle annuel conformément à l'article 18 de l'arrêté du 26 août 2011. 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	<p>Détecteurs de niveau d'huiles</p> <p>Procédure d'urgence</p> <p>Kits antipollution</p>	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	Numéro de la fonction de sécurité
Mesure de sécurité	Contrôles réguliers des fondations et des différentes pièces d'assemblages (ex : brides ; joints, etc.) Procédures qualités	FS 9
Description	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. Ainsi la nacelle, le nez, les fondations et la tour répondent au standard IEC 61 400-1. Les pales respectent le standard IEC 61 400-1 ; 12 ; 23. Les éoliennes sont protégées contre la corrosion due à l'humidité de l'air, selon la norme ISO 9223.	
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	Le personnel intervenant sur les installations (monteurs, personnel affecté à la maintenance) est formé et encadré. 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. Des check-lists sont établies afin d'assurer la traçabilité des opérations effectuées.	
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 de 25m/s. 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	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	<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>	

G.7.5 - CONCLUSION DE L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES

Rappelons que l'Analyse Préliminaire des Risques permet de sélectionner les accidents étudiés dans l'Étude Détaillée des Risques (EDR), en ne retenant que les séquences accidentelles dont l'intensité est telle qu'il peut y avoir des effets significatifs sur la vie humaine.

Les accidents étudiés au cours de cette analyse sont ceux pour lesquels l'estimation de la criticité potentielle conduit à les placer dans la zone « EDR » de la matrice de sélection présentée ci-dessous :

Gravité	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
5. Désastreux					
4. Catastrophique			« Zone EDR »		
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 et 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 mineurs. De plus, les rétentions présentes limitent encore ce risque.

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

- effondrement de l'éolienne,
- chute d'éléments de l'éolienne,
- projection de 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.

G.8 - ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

L'Étude Détaillée des Risques (EDR) poursuit et complète l'Analyse Préliminaire des Risques (APR) pour les accidents considérés comme étant potentiellement les plus importants.

Les objectifs de l'EDR sont les suivants :

- Identifier et étudier les combinaisons de causes conduisant aux situations dangereuses,
- Identifier les mesures de maîtrise des risques pouvant intervenir dans le déroulement des scénarios d'accident,
- Évaluer de manière quantitative la probabilité d'occurrence des différents événements, de la situation dangereuse et des différents phénomènes dangereux dont elle peut être à l'origine, en tenant compte de la fiabilité des mesures de maîtrise des risques,
- Modéliser les effets des différents phénomènes physiques causés par la situation dangereuse et analyser l'exposition des éléments vulnérables présents dans les zones d'aléa,
- 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 barrière de sécurité.

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.

G.8.1 - 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 réglementaires correspondantes.

G.8.1.1 - Cinétique

La cinétique d'un scénario d'accident correspond à la vitesse d'enchaînement des différents événements constitutifs du scénario, depuis l'événement initiateur jusqu'aux conséquences sur les éléments vulnérables.

Les éléments qui suivent sont issus d'un document projet du MEDD, datant de juillet 2004, intitulé «Éléments relatifs à la cinétique des scénarios d'accident».

La cinétique d'un scénario d'accident est caractérisée par une phase pré-accidentelle et une phase post-accidentelle :

- Phase pré-accidentelle : phase entre l'événement initiateur et la libération du potentiel de danger.
- Phase post-accidentelle : phase postérieure à la libération du potentiel de danger. Elle se décompose en quatre phases :
 - délai d'occurrence,
 - délai de montée en puissance du phénomène jusqu'à son état stationnaire,
 - délai nécessaire à l'atteinte de cibles,
 - durée d'exposition des cibles.

On définit 2 niveaux de cinétique d'événements accidentels :

- Cinétique lente : le développement du scénario d'accident, à partir de sa détection, est suffisamment lent (cinétique pré-accidentelle + cinétique post-accidentelle >> 30 minutes) pour permettre de protéger les populations exposées avant qu'elles ne soient atteintes (ex : feu de bâtiment, feu d'entrepôt),
- Cinétique rapide : cinétique pré-accidentelle + cinétique post-accidentelle ≤ 30 minutes (ex : projection de pale, dispersion de produits ou de fumées toxiques).

L'estimation de la cinétique d'un scénario d'accident permet de valider l'adéquation des mesures de détection et de protection prises ou envisagées.

Dans le cadre d'une étude de dangers pour des aérogénérateurs, il est considéré, de manière prudente, que l'intégralité des accidents étudiés ont une cinétique rapide. Ce paramètre étant invariant, il ne sera plus détaillé dans les phénomènes redoutés analysés par la suite.

G.8.1.2 - Intensité

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

On constate que les scénarios retenus au terme de l'analyse préliminaire des risques pour les parcs éoliens sont des scénarios de projection (de glace ou de toute ou partie de pale), de chute d'éléments (glace ou toute ou partie de pale) ou d'effondrement de machine. Or, les seuils d'effets proposés dans l'arrêté du 29 septembre 2005 caractérisent des phénomènes dangereux dont l'intensité s'exerce dans toutes les directions autour de l'origine du phénomène, et décroît en fonction de la distance (par exemple un incendie ou une explosion). Ces seuils ne sont donc pas adaptés aux accidents causés par les aérogénérateurs.

Dans le cas de scénarios de projection, l'annexe II de cet arrêté précise : «Compte tenu des connaissances limitées en matière de détermination et de modélisation des effets de projection, l'évaluation des effets de projection d'un phénomène dangereux nécessite, le cas échéant, une analyse, au cas par cas, justifiée par l'exploitant. Pour la délimitation des zones d'effets sur l'homme ou sur les structures des installations classées, il n'existe pas à l'heure actuelle de valeur de référence. Lorsqu'elle s'avère nécessaire, cette délimitation s'appuie sur une analyse au cas par cas proposée par l'exploitant».

Le degré d'exposition est défini comme le rapport entre la surface atteinte par un élément chutant ou projeté et la surface de la zone exposée à la chute ou à la projection. Pour chacun des événements accidentels retenus (chute d'éléments, chute de glace, effondrement et projection), deux valeurs de référence ont été retenues :

- 5% d'exposition : seuils des effets très importants,
- 1% d'exposition : seuil des effets importants.

Ces deux valeurs induisent trois catégories d'exposition :

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

G.8.1.3 - Gravité

L'intensité et le nombre de personnes exposées¹ dans les limites d'étendue des seuils d'effets définissent le niveau de gravité.

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

Ainsi dans chaque zone d'effet, les cibles humaines potentielles sont identifiées. Le nombre de personnes exposées est évalué en fonction de la nature et de l'occupation du terrain suivant les hypothèses suivantes :

	Descriptif	Équivalents personnes
Type de terrain	Terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais,...)	1 personne/100 ha
	Terrains aménagés mais peu fréquentés (voie de circulation non structurante, chemins agricoles, vignes, jardins,...)	1 personne/10 ha
	Terrains aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquents (parkings, parcs et jardins publics,...)	à minima 10 personnes/ha
Voie de circulation	Voie de circulation non structurante (< 2000 véh/jour)	Considéré dans le type de terrain
	Voie de circulation structurante (> 2000 véh/jour)	0,4 personne/km par tranche de 100 véh/jour

Les surfaces appartenant à chaque catégorie de terrain et les linéaires de voies structurantes sont donc comptabilisés. Le nombre de personnes exposées par secteur est ensuite obtenu selon les règles de conversion définies précédemment.

Ces différents résultats sont enfin additionnés pour avoir le nombre d'équivalents personnes présentes sur la globalité de la zone d'effet.

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

Gravité \ Intensité	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition très forte	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition forte	Zone d'effet d'un événement accidentel engendrant une exposition modérée
H5. Désastreux	Plus de 10 personnes exposées	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1000 personnes exposées
H4. Catastrophique	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1000 personnes exposées
H3. Important	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
H2. Sérieux	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
H1. Modéré	Pas de zone de létalité hors établissement		Présence humaine exposée à des effets irréversibles inférieure à "une personne"

¹ : Personnes exposées à l'extérieur des limites du site, en tenant compte le cas échéant des mesures constructives visant à protéger les personnes contre certains effets et la possibilité de mise à l'abri des personnes en cas d'occurrence d'un phénomène dangereux si la cinétique de ce dernier et de la propagation de ses effets le permettent

G.8.1.4 - Probabilité

L'annexe I de l'arrêté du 29 septembre 2005 définit les classes de probabilité qui doivent être utilisées dans les études de danger pour caractériser les scénarios d'accident majeur (tableau ci-dessous)

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.

Niveau de fréquence	E	D	C	B	A
Échelle Qualitative	Possible mais extrêmement peu probable	Très improbable	Improbable	Probable	Courant
Échelle ½ quantitative	N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années d'installations	S'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité	S'est déjà produit dans ce secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité	S'est déjà produit et/ou peut se reproduire pendant la durée de vie de l'installation	S'est produit sur site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie de l'installation malgré d'éventuelles mesures correctrices
Échelle Quantitative (par unité et par an)	$F < 10^{-5}$	$10^{-4} > F > 10^{-5}$	$10^{-3} > F > 10^{-4}$	$10^{-2} > F > 10^{-3}$	$F > 10^{-2}$

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),

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.

- 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.

G.8.1.5 - Acceptabilité du risque

A 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 29/09/2005 «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.

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

Elle définit trois types de zones :

- zone en rouge «NON» : zone de risque élevé associée aux accidents «inacceptables» susceptibles d'engendrer des dommages sévères à l'intérieur et hors des limites du site,
- zone en jaune et en orange «MMR» : zone de Mesures de Maîtrise des Risques. Les accidents situés dans cette zone doivent faire l'objet d'une démarche d'amélioration continue en vue d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation (zone ALARP : As Low As Reasonably Practicable). Dans la zone jaune, une MMR est demandée, le nombre est porté à deux en zone orange.
- zone en vert : zone de risque moindre, les accidents entrant dans cette catégorie ne nécessitent pas de mesures de réduction du risque supplémentaires.

L'INERIS suggère l'utilisation de cette grille avec quelques adaptations dans son guide technique pour l'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens. Les zones jaunes et oranges sont réunies dans une seule et même classe jaune. L'INERIS a ainsi établi les correspondances suivantes :

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

Le positionnement des phénomènes dangereux identifiés et des accidents correspondants dans cette grille de criticité permet de les hiérarchiser et d'identifier les accidents majeurs.

Pour rappel, d'après l'arrêté du 10 mai 2000 modifié relatif à la prévention des accidents majeurs, un accident majeur est défini comme «un événement tel qu'une émission, un incendie ou une explosion d'importance majeure résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation, entraînant, pour les intérêts visés au L. 511-1 du code de l'environnement, des conséquences graves, immédiates ou différées et faisant intervenir une ou plusieurs substances ou des préparations dangereuses.»

Si des accidents majeurs caractérisés par un risque résiduel «inacceptable» sont identifiés, alors des mesures complémentaires ou des recommandations sont émises afin qu'à l'issue de l'analyse des risques, aucun accident ne se situe dans la zone rouge «NON».

¹ : Cette méthodologie est réglementaire uniquement pour les installations SEVESO, mais il est possible de l'utiliser pour d'autres installations, comme les éoliennes. Elle est utilisée ici afin de faciliter la compréhension de l'étude.

G.8.2 - CARACTÉRISATION DES SCÉNARIOS RETENUS

G.8.2.1 - Effondrement de l'aérogénérateur

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

G.8.2.1.1 - Analyse des événements initiateurs

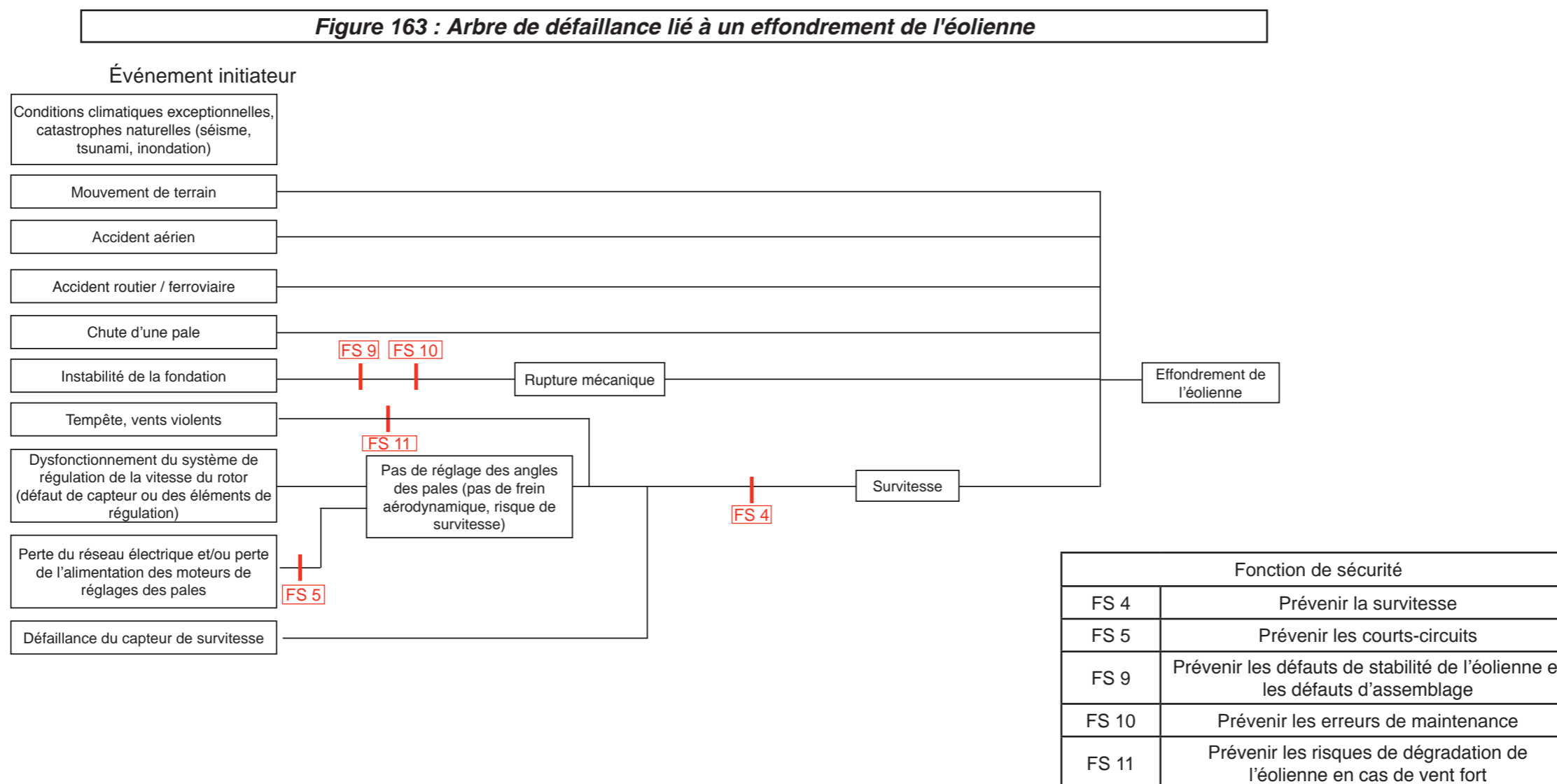
Les causes potentielles identifiées menant à l'événement redouté central sont présentées dans le tableau ci-après, à lire conjointement avec l'arbre de défaillance.

Repère	Événement initiateur	Événement redouté intermédiaire	Description de l'événement initiateur	Mesures contribuant à réduire la probabilité de l'événement initiateur	Fonction de sécurité associée
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. Le projet n'est pas situé en montagne ni au bord de la mer, il n'est donc pas concerné par ce risque.	
2	Séisme Mouvement de terrain	Effondrement de l'éolienne	Cavités, retraits/ gonflements des argiles	<ul style="list-style-type: none"> - Choix d'implantation du site. - Étude géotechnique Le projet n'est pas situé sur un secteur concerné par des cavités, des mouvements de terrain, ni sur une zone soumise à un risque sismique... Il n'est donc pas concerné par ce risque.	
3	Accident aérien	Effondrement de l'éolienne	Choc avec un aéronef pouvant conduire à une chute / pliage du mât	<ul style="list-style-type: none"> - Consultation préalable de l'armée lors du choix du site - Implantation éloignée des aéroports - Respect de l'arrêté du 13 novembre 2009 relatif à la réalisation du balisage des éoliennes situées en dehors des zones grevées de servitudes aéronautiques - Balisage : 2 balises par éolienne : flash rouge la nuit type B MI (2000cd) / flash blanc le jour type A MI (20000cd) - Balisage sur batteries en cas de perte du réseau électrique (autonomie 12h - DGAC prévenue) - Couleur éolienne : RAL7035 (blanche) - Éoliennes sont 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	Cf Scénario chute de pale	Cf scénario chute de pale	Cf scénario chute de pale

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
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>
7	Vents violents, tempête	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 cinématique - Présence d'un frein hydraulique indépendant du frein aérodynamique - En cas de vents violents, mise en position de la machine pour minimiser les contraintes (position des pales en drapeau) - 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 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 à 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 moteurs 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'ondulateurs 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 cinématique 	<p>Fonction de sécurité 4 Prévenir la survitesse</p>

G.8.2.1.2 - Représentation sous forme d'arbre de défaillance et analyse des fonctions de sécurité

Les scénarios d'accidents susceptibles d'induire un effondrement de l'aérogénérateur peuvent être représentés sous la forme suivant (cf. Figure 163).



G.8.2.1.3 - Analyse des fonctions de sécurité

Cinq fonctions de sécurité interviennent pour limiter les risques, quatre d'entre-elles sont identifiées sur l'arbre de défaillance précédent :

- **fonction de sécurité 4** : Prévenir la survitesse,
- **fonction de sécurité 5** : Prévenir les courts-circuits,

- **fonction de sécurité 9** : Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage,
- **fonction de sécurité 10** : Prévenir les erreurs de maintenance : procédure maintenance et formation
- **fonction de sécurité 11** : Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort.

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

G.8.2.1.4 - Caractérisation du risque

• Zone d'effet

La zone d'effet de l'effondrement d'une éolienne correspond à une surface circulaire de rayon égal à la hauteur totale de l'éolienne en bout de pale, soit 165 m au maximum dans le cas du parc de Rochebeau.

• Intensité

Pour le phénomène d'effondrement de l'éolienne, le degré d'exposition correspond au ratio entre la zone d'impact, correspondant à la surface des pales et du mât, et la superficie de la zone d'effet du phénomène (zone où l'éolienne est susceptible de tomber).

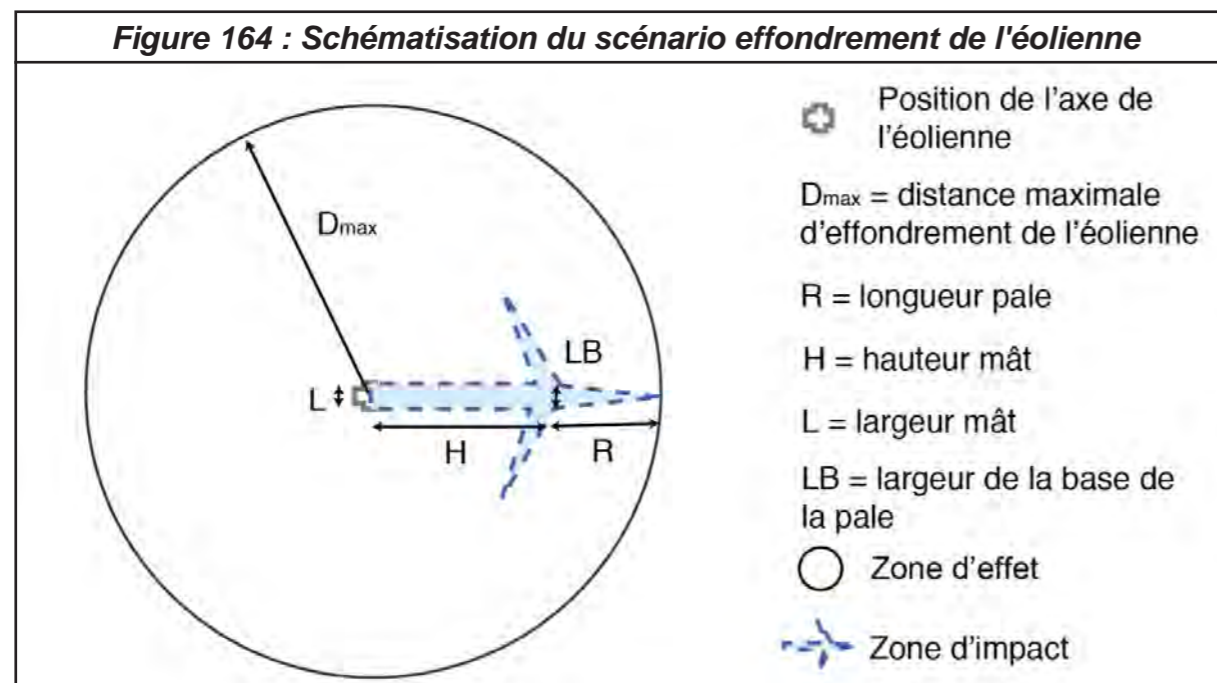
L'intensité du phénomène d'effondrement est nulle au delà de la zone d'effondrement.

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

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	
1275	84187	1,51%	Forte

Elements de la formule littérale

H : hauteur au moyeu, L : largeur du mât, R : longueur de la pale, LB : largeur de la base de la pale



• Gravité

Dans la surface d'effet de chaque éolienne (disque centré sur l'axe de l'éolienne dont le rayon est égal à la distance maximale de chute du mât), on identifie les cibles humaines potentielles (cf. Figure 164).

Dans la surface d'effet de chaque éolienne on identifie les cibles humaines potentielles.

Le comptage des personnes exposées s'appuie sur la fiche n° 1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

En ce qui concerne les surfaces agricoles concernées par les zones d'effet et les chemins agricoles associés, l'approche adoptée consiste à assimiler l'ensemble de la zone d'effet à du terrain aménagé mais peu fréquenté, dès lors qu'une voie de circulation non structurante est incluse dans la zone d'effet (chemin de terre, voie communale, route départementale ou autre du moment que le trafic journalier reste inférieur à 2000 véhicules). Cette méthode a volontairement été retenue pour son caractère majorant.

En ce qui concerne les voies de circulation structurante (trafic > 2000 véhicules par jour), une autre méthode de calcul peut s'appliquer.

La circulaire du 10 mai 2010 propose la méthode suivante :

« Si l'axe de circulation concerné est susceptible de connaître des embouteillages fréquemment pour d'autres causes qu'un accident de la route ou qu'un événement exceptionnel du même type, compter 300 personnes permanentes par voie de circulation et par kilomètre exposé.

Sinon, compter 0,4 personne permanente par kilomètre exposé par tranche de 100 véhicules/jour.

Exemple : 20 000 véhicules/jour sur une zone de 2 km = $0,4 \times 2 \times 20\ 000 / 100 = 160$ personnes ».

Aucune éolienne n'est située à proximité d'un axe de circulation dont le trafic est supérieur à 2000 véhicules/jour.

La première méthode de calcul sera donc appliquée.

Le tableau suivant indique, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène d'effondrement et la gravité associée établis à partir des hypothèses retenues :

Éoliennes	Occupation de la zone d'effet	Hypothèse de calcul retenue		Nombre de personnes permanente ou équivalent	Gravité
E1	Champs, chemins agricoles	Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulations non structurantes, chemins agricoles, champs,...)	1 personne / 10 ha	0,84	Sérieux
E2	Champs, chemins agricoles				
E3	Champs, chemins agricoles				
E4	Champs, chemins agricoles				
E5	Champs, chemins agricoles				
E6	Champs, chemins agricoles				
E7	Champs, chemins agricoles				

Rappel des correspondances gravité - nombre de personnes exposées pour une 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

• 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 x 10 ⁻⁴	C	Retour d'expérience
Specification of minimum distances, Dr-ing. Veenker ingenieurgesellschaft, 2004	1,8 x 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 x 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-après :

- 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

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.

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.

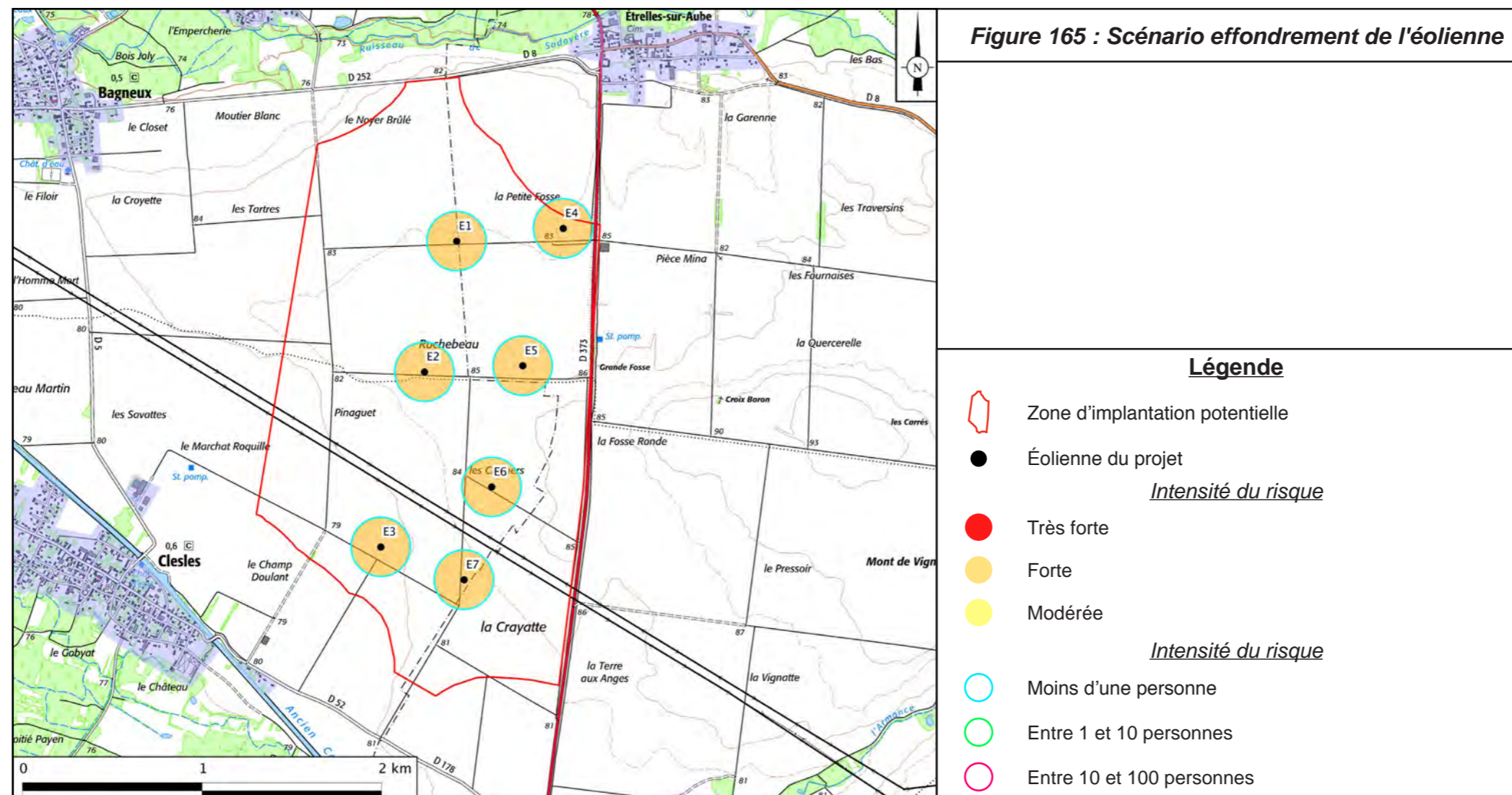
De manière générale, le respect des prescriptions de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation permet de s'assurer que les éoliennes font l'objet de mesures réduisant significativement la probabilité d'effondrement.

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 ».

• Évaluation des risques - Acceptabilité

Les différents éléments d'évaluation des accidents associés à un effondrement de l'éolienne sont présentés ici (cf. Figure 165). Ils sont basés sur les règles de comptage et sur les modélisations présentées précédemment.

Éolienne	N 131 - 3 MW
Diamètre du rotor (m)	131
Nb d'éoliennes du champ	7
Hauteur du mât max (m)	99
Surface d'impact max (m ²)	1275
Diamètre du mât max (m)	7
Intensité	Forte
Fréquence (/an) et classe	10 ⁻⁵ à 10 ⁻⁴ (D)
Gravité	Sérieux



Les accidents « chute de mât » pour chacune des éoliennes sont positionnés dans la matrice de criticité ci-dessous :

Gravité	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
5. Désastreux	Red	Red	Red	Red	Red
4. Catastrophique	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
3. Important	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red
2. Sérieux	Green	E1 à E7	Yellow	Yellow	Red
1. Modéré	Green	Green	Green	Green	Yellow

Dans le cas d'implantation d'éoliennes équipées des technologies récentes, compte tenu de la classe de probabilité d'un effondrement, l'INERIS conclut à l'acceptabilité de ce phénomène si au plus une personne est concernée, ce qui est ici le cas.

En effet, le croisement de la probabilité avec la gravité du phénomène démontre que le risque est très faible et en conséquent acceptable (tableau ci-dessus).

G.8.2.2 - Chute et projection de glace

L'événement redouté central est la formation de glace sur les pales du rotor.

G.8.2.2.1 - Analyse des événements initiateurs

Sous certaines conditions climatiques, un dépôt de glace/givre peut se former et s'accumuler sur les pales des éoliennes. Ce phénomène de givrage est caractéristique des régions au climat froid, mais il peut également être observé en France. Le givrage des pales d'éolienne se produit lorsque l'éolienne est soumise à un hydrométéore givrant contenant des gouttelettes d'eau à l'état liquide à des températures inférieures au point de congélation (0 °C).

Ces gouttelettes d'eau surfondues se retrouvent :

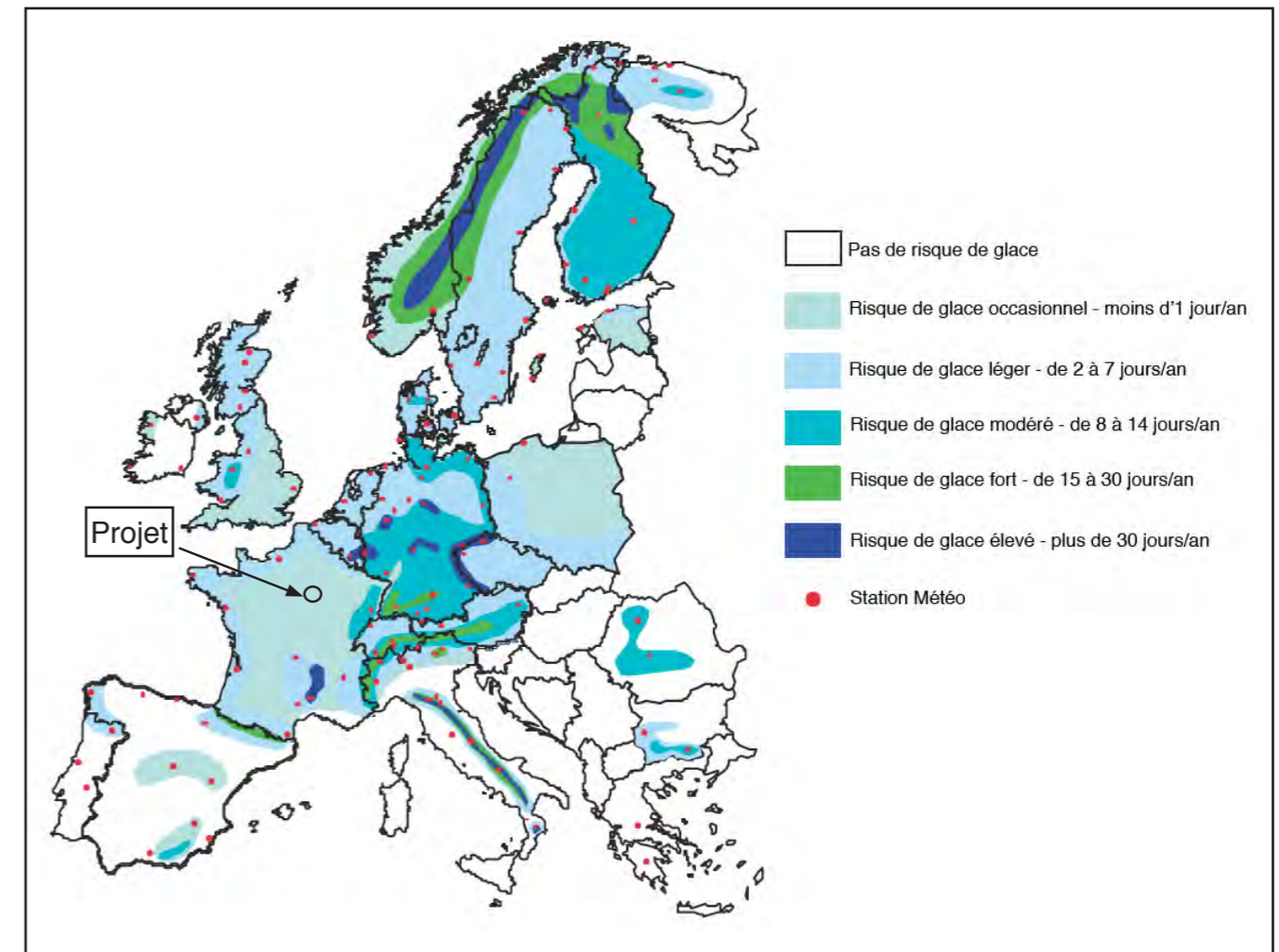
- en altitude, sous forme de nuages à des températures entre 0 °C et -40 °C,
- au sol, sous forme de brouillard givrant, de neige mouillée, de bruine ou de pluie verglaçante.

Lorsque les gouttelettes d'eau surfondues heurtent la surface des pales, elles peuvent geler instantanément et former par accumulation des gouttelettes les unes sur les autres, une surface rugueuse qui épouse généralement la forme du profil (givre).

Si les gouttelettes d'eau ne gèlent pas instantanément au contact des pales, elles vont s'unir pour former des gouttes de surface. Ces gouttes vont croître et se solidifier partiellement. Elles vont s'unir et ruisseler sur la surface du profil sous l'effet des forces aérodynamiques. La glace ainsi formée, appelée verglas, possède une surface très peu rugueuse et les formes résultantes sont très variables.

L'étude WECO** présente une carte d'Europe qui indique le nombre moyen de jours conduisant à la formation de givre par an (cf. Figure 166). Le projet est localisé dans une zone « risque de glace léger » (2 à 7 jours /an).

Figure 166 : Localisation des zones à risque de glace



G.8.2.2.2 - Analyse des conséquences* **

Le givre et le verglas diminuent les performances aérodynamiques en provoquant des pertes de puissance et par conséquent des pertes énergétiques (non étudié dans ce rapport). Par ailleurs, la couche de glace formée sur les trois pales de l'éolienne peut être irrégulière, ce qui engendre un déséquilibre du rotor et provoque des oscillations indésirables.

La formation de glace sur les pales est dangereuse car d'épais blocs de glace peuvent se détacher de l'éolienne et atteindre des cibles situées dans le voisinage de l'éolienne. Ce type de chute de glace est similaire à ce qu'on observe sur d'autres bâtiments et infrastructures.

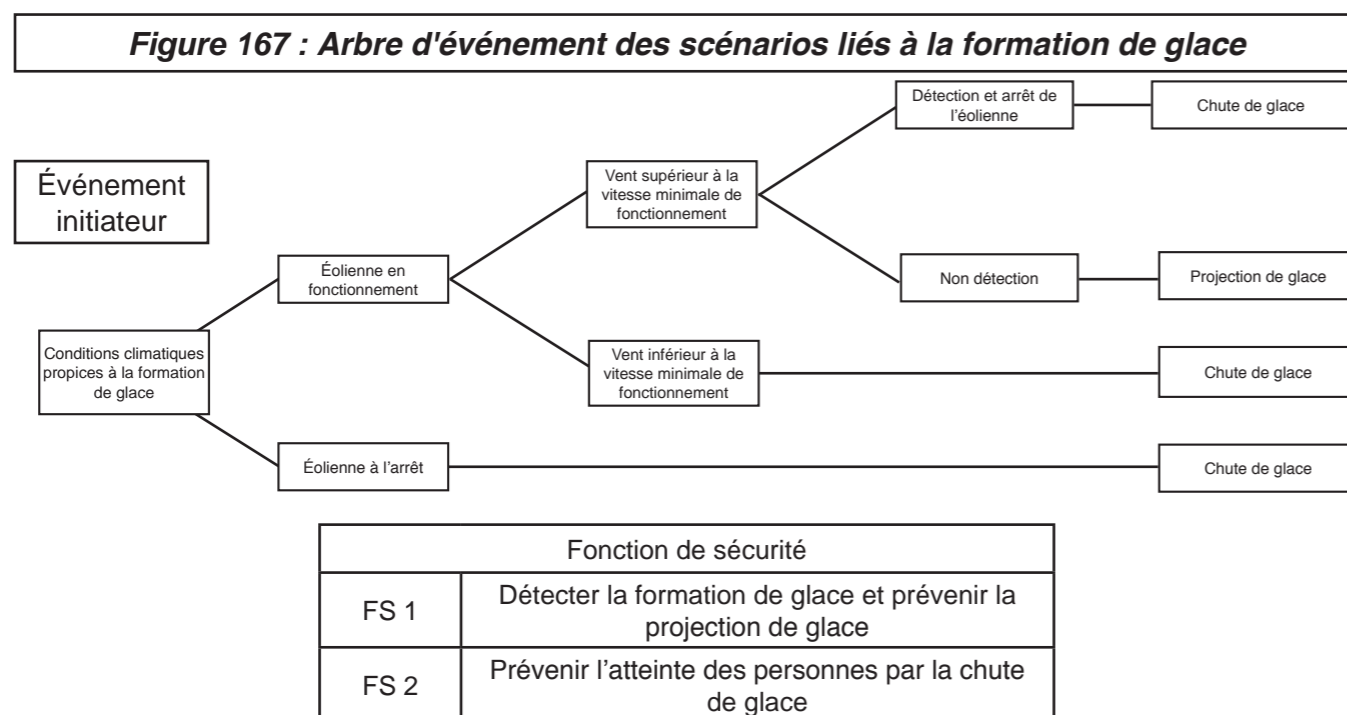
Repère	Événement initiateur	Événement redouté intermédiaire	Description de l'événement initiateur	Mesures contribuant à réduire la probabilité de l'événement initiateur	Fonction de sécurité associée
1	Conditions climatiques propice à la formation de la glace	Chute et/ou projection de glace	Température basse et degré d'hygrométrie élevé	- Choix d'implantation du site - Présence d'un détecteur de vibration qui détecte les balourds engendrés par la présence de glace sur les pales	Fonction de sécurité 1 Détecter la formation de glace et prévenir la projection de glace Fonction de sécurité 2 Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace (panneaux de signalisation)

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

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

G.8.2.2.3 - Représentation sous forme d'arbre d'événement

Les scénarios d'accident liés à la formation de glace peuvent être représentés sous la forme du nœud papillon suivant (cf. Figure 167).



G.8.2.2.4 - Analyse des fonctions de sécurité

Une fonction de sécurité est identifiée sur le nœud papillon :

- fonction de sécurité 1 : détecter la formation de glace et prévenir la projection de glace.

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).

G.8.2.2.5 - Scénario de chute de glace

L'événement redouté est le détachement de glace lorsque l'éolienne est à l'arrêt.

• Zone d'effet

Le risque de chute de glace est cantonné à la zone de survol des pales, soit un disque de rayon égal à un demi diamètre de rotor autour du mât de l'éolienne (cf. Figure 168). Pour le parc éolien de Rochebeau, la zone d'effet a donc un rayon de 65,5 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.

• Intensité

Pour le phénomène de chute de glace, le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un morceau de glace (cas majorant d'1 m²) 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.

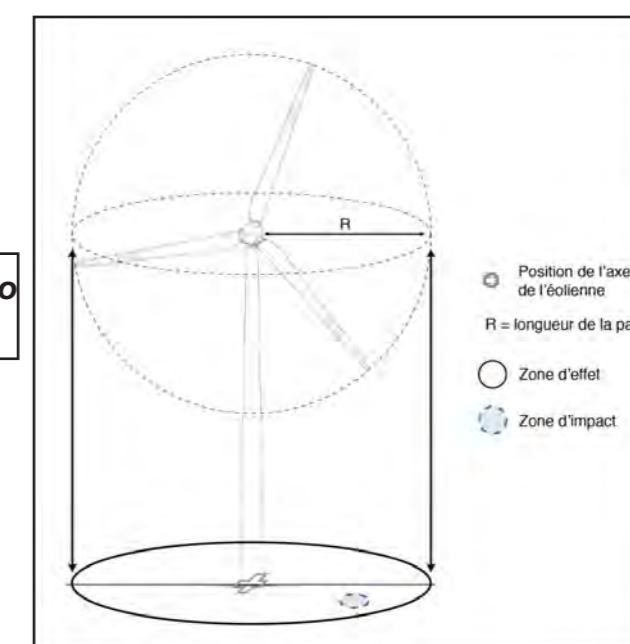
Zone d'impact (en m ²)	Zone d'effet du phénomène étudié (en m ²)	Degré d'exposition du phénomène étudié (en %)	Intensité
SG	$\pi \times R^2$	Zone d'impact / Zone d'effet du phénomène	
1	13478	0,008 %	Modérée

Elements de la formule littérale

R : longueur de la pale, SG : surface du morceau de glace majorant (1 m²)

L'intensité est nulle hors de la zone de survol.

Figure 168 : Schématisation du scénario chute de glace



• **Gravité**

Dans la surface d'effet de chaque éolienne (zone de survol), on identifie les cibles humaines potentielles. Le comptage des personnes exposées s'appuie sur la fiche n° 1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

Le tableau suivant indique, pour chaque aérogénérateur :

- les hypothèses de calcul retenues,
- le nombre de personnes exposées ainsi calculées,
- la gravité résultant de ce dernier paramètre.

Éoliennes	Occupation de la zone d'effet	Hypothèse de calcul retenue		Nombre de personnes permanente ou équivalent	Gravité
E1	Champs, chemins agricoles	Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulations non structurantes, chemins agricoles, champs,...)	1 personne / 10 ha	0,13	Modéré
E2	Champs, chemins agricoles				
E3	Champs, chemins agricoles				
E4	Champs, chemins agricoles				
E5	Champs, chemins agricoles				
E6	Champs, chemins agricoles				
E7	Champs, chemins agricoles				

Aucune des voies de circulation présentes dans les zones d'effet n'est structurante, leur trafic étant inférieur à 2000 véhicules/jour.

Rappel des correspondances gravité - nombre de personnes exposées pour une intensité modérée					
Gravité	« Désastreux »	« Catastrophique »	« Important »	« Sérieux »	« Modéré »
Nombre de personnes exposées	Plus de 1 000 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"

Pour l'ensemble des éoliennes, la présence humaine est inférieure à une personne, soit une gravité Modéré.

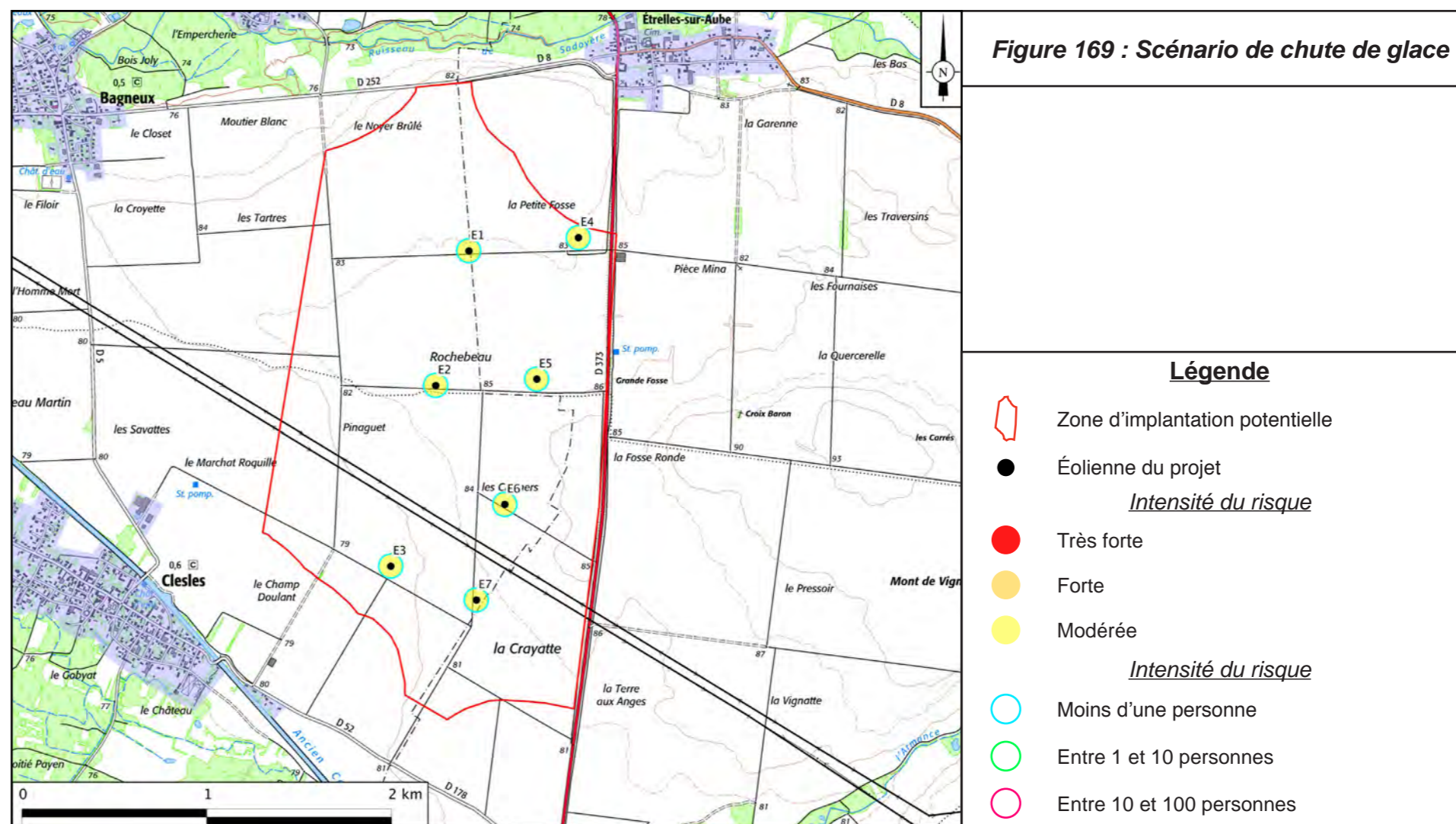
• **Probabilité**

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 résumés ci-dessous et sur la figure ci-contre (cf. Figure 169).

Éolienne	N 131 - 3MW
Diamètre du rotor (m)	131
Nb d'éoliennes du champ	7
Hauteur du mât max (m)	99
Surface d'impact max (m ²)	1
Diamètre du mât max (m)	7
Intensité	Modérée
Fréquence (/an) et classe	> 10 ⁻² (A)
Gravité	Modéré



Les accidents « chute de glace » pour chacune des éoliennes sont positionnés dans la matrice de criticité ci-dessous :

Gravité	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
5. Désastreux	Red	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	Yellow (E1 à E7)

Le phénomène de chute de glace des éoliennes constitue un risque acceptable pour les personnes.

Il convient par ailleurs de rappeler que, conformément à l'article 14 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations d'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.

G.8.2.2.6 - Scénario de projection de glace

L'événement redouté est le détachement de glace lorsque l'éolienne fonctionne.

• Zone d'effet

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

La modélisation de la projection de blocs de glace depuis les pales d'une éolienne est complexe. Elle dépend étroitement du mode de formation de la glace (givre, glace), de la taille des blocs, du profil d'aile, de la vitesse de rotation de la pale, de l'utilisation d'un système de dégivrage, etc.

Plusieurs études ont été menées afin d'étudier ce phénomène de givrage. La projection de glace a fait l'objet de développement de plusieurs modèles théoriques et de collecte de données expérimentales.

L'étude WECO¹ recommande, au regard des modèles théoriques développés et des données expérimentales recueillies, de maintenir une distance de sécurité (pour les sites présentant un niveau de risque de formation de givre / glace élevé), entre l'éolienne et les cibles les plus proches égale à **1,5 x (hauteur de moyeu + diamètre de rotor), soit 345 m pour les éoliennes du parc de Rochebeau.**

Cette distance de projection est jugée conservatrice dans des études postérieures (Risk analysis of ice throw from wind turbines, Seifert H., Westerhellweg A., Kröning J. - DEWI, avril 2003).

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

• Intensité

Pour le phénomène de projection de glace (cf. Figure 170), 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.

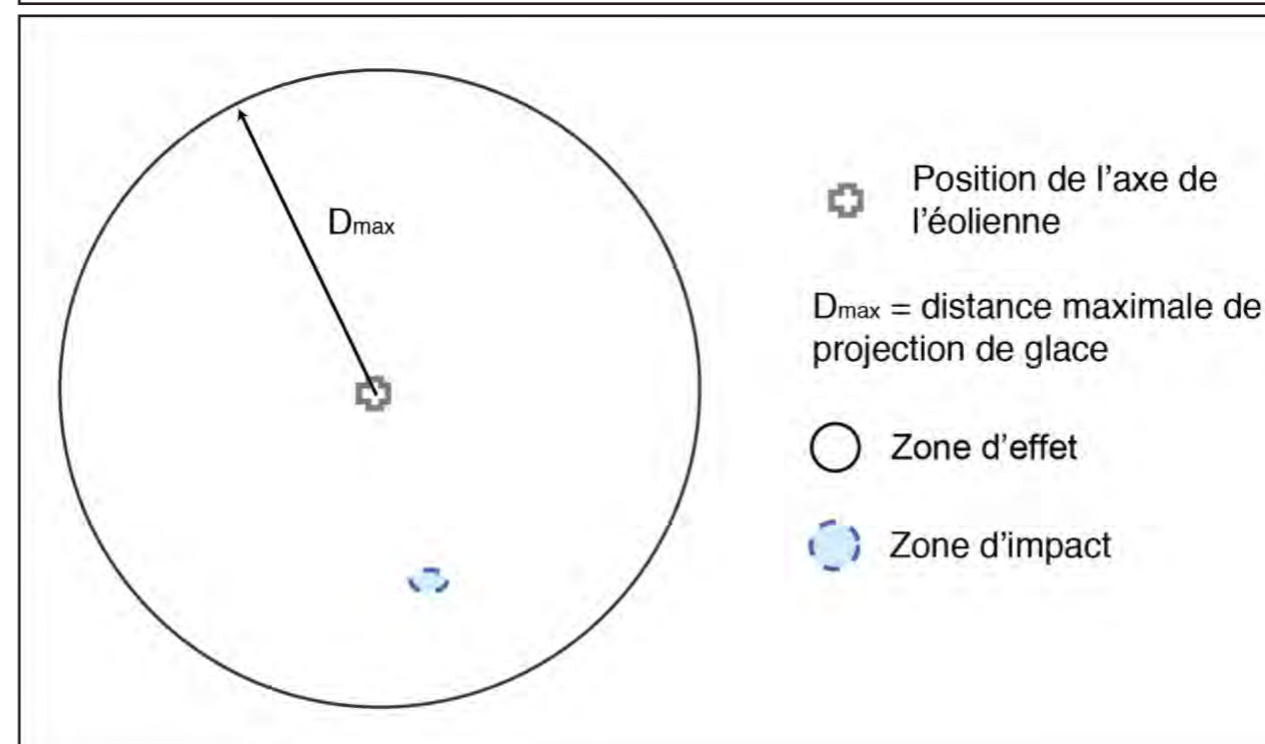
Le tableau qui suit permet d'évaluer l'intensité du phénomène de projection de glace dans le cas du parc éolien de Rochebeau.

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	373 928	$3,7 \cdot 10^{-4}$	Modérée

Elements de la formule littérale

H : hauteur au moyeu, R : longueur de la pale, SG : surface du morceau de glace majorant (1 m²)

Figure 170 : Schématisation du scénario de projection de glace



¹ Wind Energy in COld climate (WECO), Final report - Bengt Tammelin et al. - Finnish Meteorological Institute, Hertsinki - 2000

• **Gravité**

Dans la surface d'effet de chaque éolienne, on identifie les cibles humaines potentielles. Le comptage des personnes exposées s'appuie sur la fiche n° 1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

En ce qui concerne les surfaces agricoles concernées par les zones d'effet et les chemins agricoles associés, l'approche adoptée consiste à assimiler l'ensemble de la zone d'effet à du terrain aménagé mais peu fréquenté, dès lors qu'une voie de circulation non structurante est incluse dans la zone d'effet (chemin de terre, voie communale, route départementale ou autre du moment que le trafic journalier reste inférieur à 2000 véhicules). Cette méthode a volontairement été retenue pour son caractère majorant.

Éoliennes	Occupation de la zone d'effet	Hypothèse de calcul retenue		Nombre de personnes permanente ou équivalent	Gravité
E1	Champs, chemins agricoles	Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulations non structurantes, chemins agricoles, champs,...)	1 personne / 10 ha	3,74	Sérieux
E2	Champs, chemins agricoles				
E3	Champs, chemins agricoles				
E4	Champs, chemins agricoles, RD 373, bâtiment agricole				
E5	Champs, chemins agricoles				
E6	Champs, chemins agricoles				
E7	Champs, chemins agricoles				

Rappel des correspondances gravité - nombre de personnes exposées pour une 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"

Il a été 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. Elles ont néanmoins été considérées dans le calcul de la gravité (calcul majorant).

• **Probabilité**

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

• **Évaluation des risques - Acceptabilité**

La figure ci-contre (cf. Figure 171) synthétise les éléments nécessaires à l'estimation de l'acceptabilité du risque :

Éolienne	N 131 - 3 MW
Diamètre du rotor (m)	131
Nb d'éoliennes du champ	7
Hauteur du mât max (m)	99
Surface d'impact max (m ²)	1
Diamètre du mât max (m)	7
Intensité	Modérée
Fréquence (/an) et classe	10 ⁻³ à 10 ⁻² (B)
Gravité	Sérieux

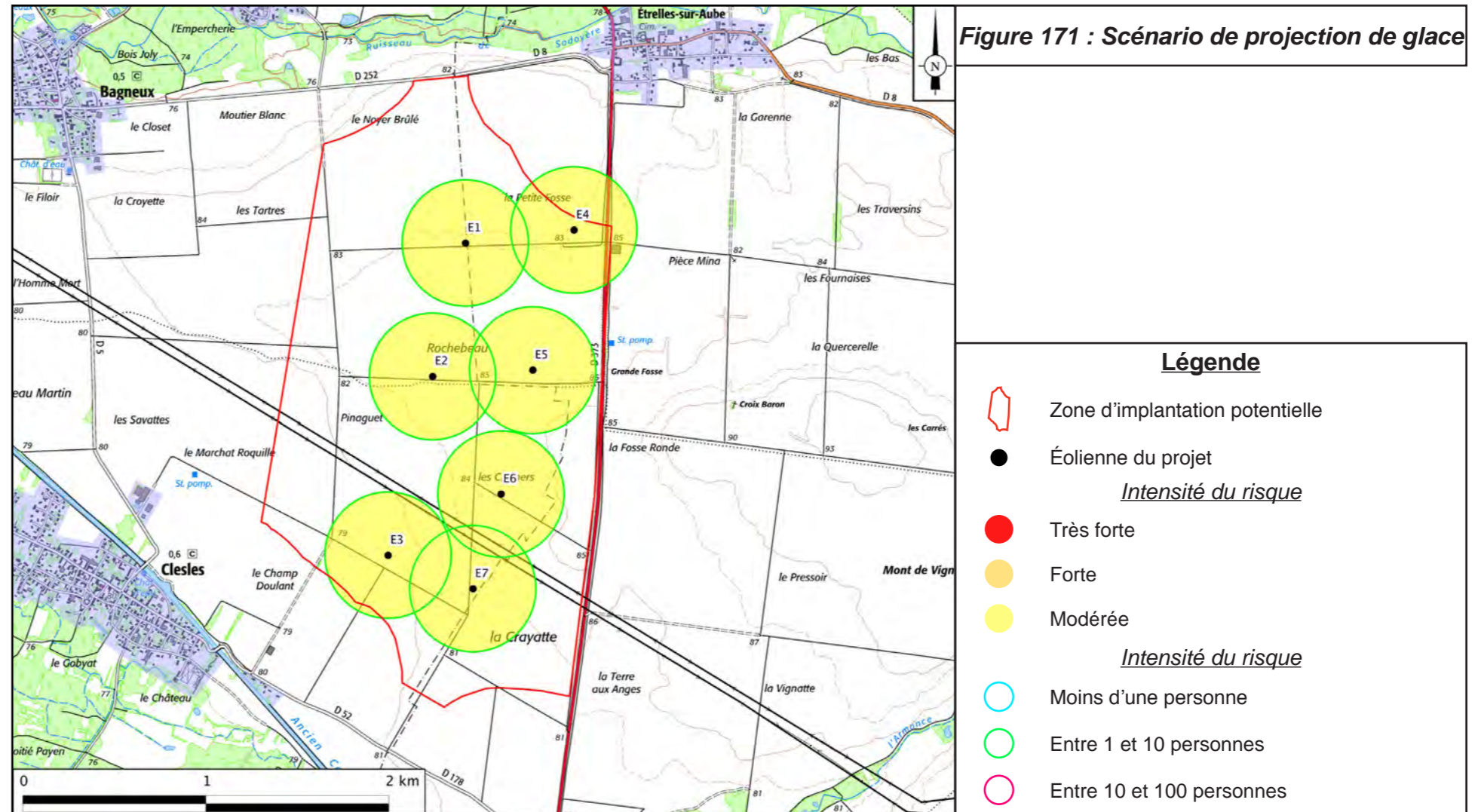


Figure 171 : Scénario de projection de glace

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	Très forte	Très forte	Très forte	Très forte	Très forte
4. Catastrophique	Modérée	Modérée	Très forte	Très forte	Très forte
3. Important	Modérée	Modérée	Modérée	Très forte	Très forte
2. Sérieux	Entre 1 et 10 personnes	Entre 1 et 10 personnes	Modérée	E1 à E7	Très forte
1. Modéré	Entre 1 et 10 personnes	Entre 1 et 10 personnes	Entre 1 et 10 personnes	Entre 1 et 10 personnes	Modérée

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

G.8.2.3 - Chute et projection d'éléments de l'éolienne

L'événement redouté central est une rupture d'une pale ou d'un fragment de cette dernière. En cas de détachement d'une pale du rotor pendant la rotation, la pale sera projetée dans la direction qui prolonge la surface du rotor.

G.8.2.3.1 - Analyse des événements initiateurs

Les causes potentielles identifiées menant à l'événement redouté central sont présentées dans le tableau ci-après, à lire conjointement avec le nœud papillon.

N°	Événement initiateur de base	Événement redouté intermédiaire	Description de l'événement initiateur	Mesures contribuant à réduire la probabilité de l'événement initiateur	Fonction de sécurité associée
1	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>
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 du choix du site - Implantation éloignée des aéroports - Respect de l'arrêté du 13 novembre 2009 relatif à la réalisation du balisage des éoliennes situées en dehors des zones grevées de servitudes aéronautiques - Balisage : 2 balises par éolienne : flash rouge la nuit type B MI (2000cd) / flash blanc le jour type A MI (20000cd) - Balisage 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>Fonction de sécurité 10 Prévenir les erreurs de maintenance</p>

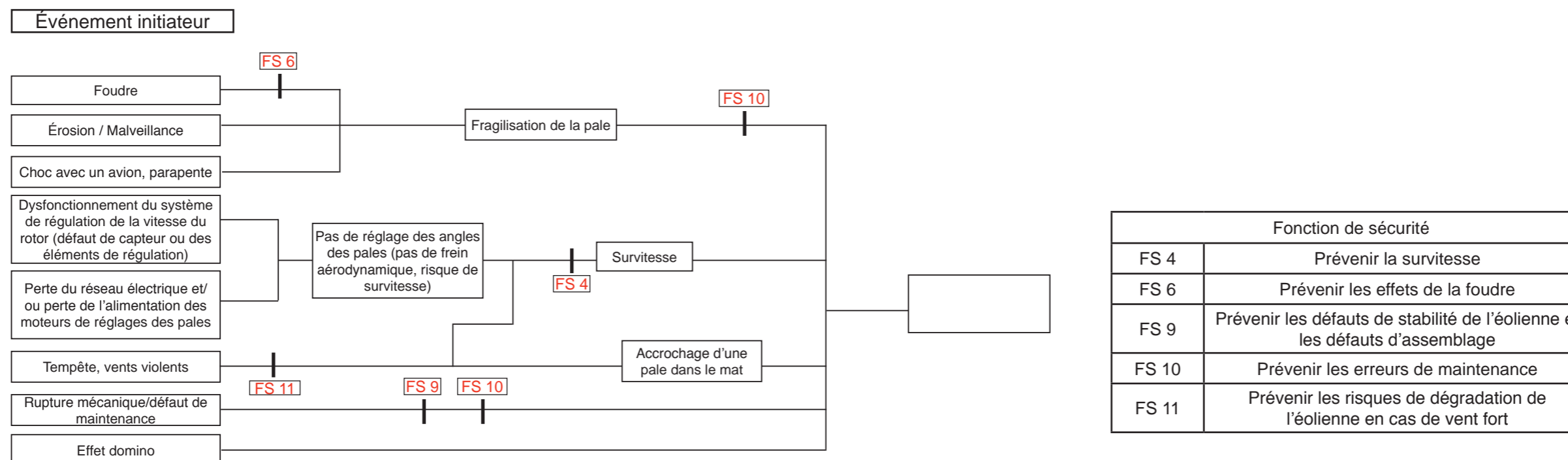
N°	Événement initiateur de base	Événement redouté intermédiaire	Description de l'événement initiateur	Mesures contribuant à réduire la probabilité de l'événement initiateur	Fonction de sécurité associée
4	Dysfonctionnement du système de régulation de la vitesse du rotor	Survitesse entraînant la rupture 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>Fonction de sécurité 4 Prévenir la survitesse</p>
5	Défaut d'alimentation du système d'inclinaison des pales et/ou perte du réseau électrique	Survitesse entraînant la rupture d'une pale	Perte de l'alimentation du système de réglage des pales ne permettant pas l'arrêt de l'éolienne	<ul style="list-style-type: none"> - 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'ondulateurs 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 	

G.8.2.3.2 - 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 (cf. Figure 172) :

Figure 172 : Arbre de défaillance lié à la chute et la projection d'éléments de l'éolienne

G.8.2.3.3 - Analyse des fonctions de sécurité



Cinq fonctions de sécurité sont identifiées sur le précédent nœud papillon :

- fonction de sécurité 4 : prévenir la survitesse,
- fonction de sécurité 6 : prévenir les effets de la foudre,
- fonction de sécurité 9 : prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage,
- fonction de sécurité 10 : prévenir les erreurs de maintenance,
- fonction de sécurité 11 : prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort.

G.8.2.3.4 - Scénario de chute d'éléments de l'éolienne

• Zone d'effet

Le risque de chute d'éléments est cantonné à la zone de survol des pales (cf. Figure 173), c'est-à-dire une zone d'effet correspondant à un disque de rayon égal à un demi-diamètre de rotor (65,5m dans le cadre du présent projet).

• 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).

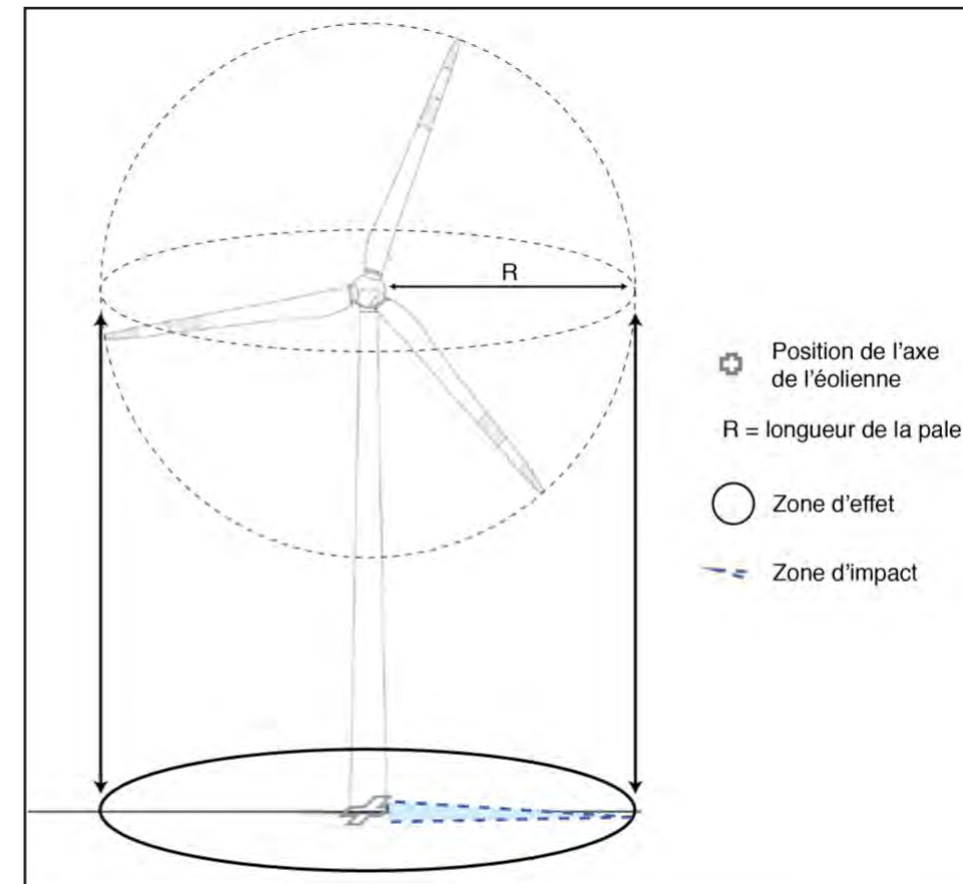
Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments d'éolienne du parc de Rochebeau.

Zone d'impact (en m ²)	Zone d'effet du phénomène étudié (en m ²)	Degré d'exposition du phénomène étudié (en %)	Intensité
$R \cdot LB/2$	$\pi \times R^2$	Zone d'impact/Zone d'effet du phénomène	
194,1	13151	1,48	Forte

Elements de la formule littérale
R : longueur de la pale, SLB : largeur de la base de la pale

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

Figure 173 : Schématisation du scénario chute d'éléments de l'éolienne



• Gravité

Dans la surface d'effet de chaque éolienne (zone de survol), on identifie les cibles humaines potentielles.

Le comptage des personnes exposées s'appuie sur la fiche n° 1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

Le tableau suivant indique, pour chaque aérogénérateur, le nombre de personnes exposées dans la zone d'effet du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne et la gravité associée.

Aucune des voies de circulation présentes dans les zones d'effet n'est structurante, leur trafic étant inférieur à 2000 véhicules/jour.

Éoliennes	Occupation de la zone d'effet	Hypothèse de calcul retenue		Nombre de personnes permanente ou équivalent	Gravité
E1	Champs, chemins agricoles	Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulations non structurantes, chemins agricoles, champs,...)	1 personne / 10 ha	0,13	Sérieux
E2	Champs, chemins agricoles				
E3	Champs, chemins agricoles				
E4	Champs, chemins agricoles, RD 373, bâtiment agricole				
E5	Champs, chemins agricoles				
E6	Champs, chemins agricoles				
E7	Champs, chemins agricoles				

Rappel des correspondances gravité - nombre de personnes exposées pour une 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

• **Probabilité**

Peu d'éléments sont disponibles dans la littérature pour évaluer la fréquence des événements de chute de pales ou d'éléments d'éoliennes.

Le retour d'expérience français montre que ces événements ont une classe de probabilité « C » (2 chutes et 5 incendies pour 15 667 années d'expérience, soit 4.47×10^{-4} événement par éolienne et par an).

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

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

• **Évaluation des risques - Acceptabilité**

Les différents éléments d'évaluation des accidents associés à une chute d'éléments de l'éolienne sont résumés ci-dessous et sur la figure ci-contre (cf. Figure 174) :

Éolienne	N 131 - 3 MW
Diamètre du rotor (m)	131
Nb d'éoliennes du champ	7
Hauteur du mât max (m)	99
Surface d'impact max (m ²)	194,1
Diamètre du mât max (m)	7
Intensité	Forte
Fréquence (/an) et classe	10 ⁻⁴ à 10 ⁻³ (C)
Gravité	Sérieux

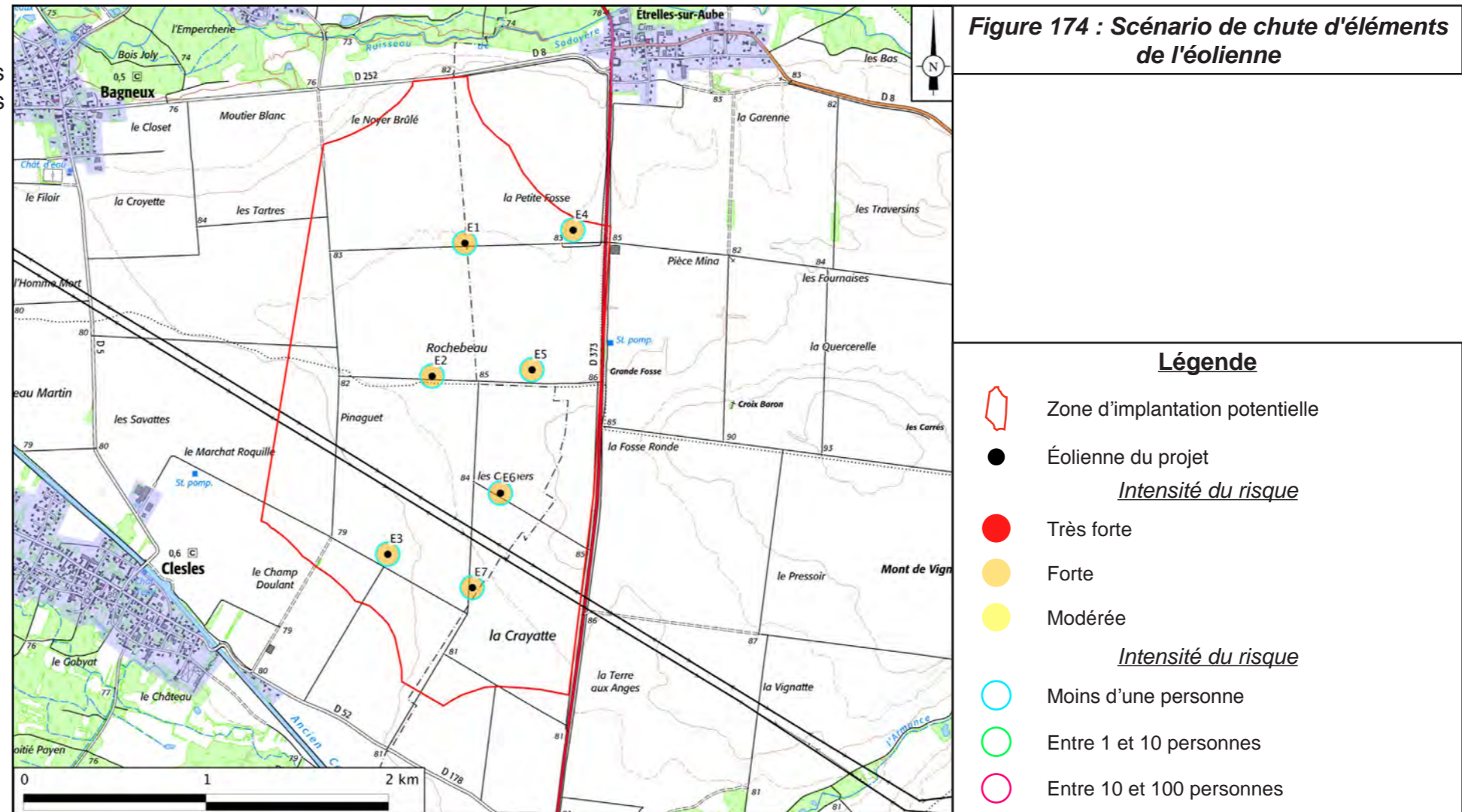


Figure 174 : Scénario de chute d'éléments de l'éolienne

Les accidents «chute d'éléments de l'éolienne» pour chacune des éoliennes sont positionnés dans la matrice de criticité ci-dessous :

Gravité	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
5. Désastreux	Red	Red	Red	Red	Red
4. Catastrophique	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
3. Important	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red
2. Sérieux	Green	Green	E1 à E7	Yellow	Red
1. Modéré	Green	Green	Green	Green	Yellow

Avec une classe de probabilité « C », le risque de chute d'éléments pour chaque aérogénérateur est évalué comme acceptable, par l'INERIS, dans le cas d'un nombre de personnes permanentes (ou équivalent) inférieur à 10 dans la zone d'effet.

Ainsi, pour le parc éolien de Rochebeau, le phénomène de chute de pale ou de fragments de pale de l'éolienne constitue un risque acceptable pour les personnes.

G.8.2.3.5 - 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 :

- 1 300 m rapporté pour un accident à Hundhammerfjellet en Norvège le 20/01/2006,
- 1 000 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 mentionnaient 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.

• Zone d'effet

Pour le phénomène de projection de pale ou de fragment de pale (cf. Figure 175), le degré d'exposition correspond au ratio entre la surface d'un élément (cas majorant d'une pale entière) et la superficie de la zone d'effet du phénomène (de rayon 500 m).

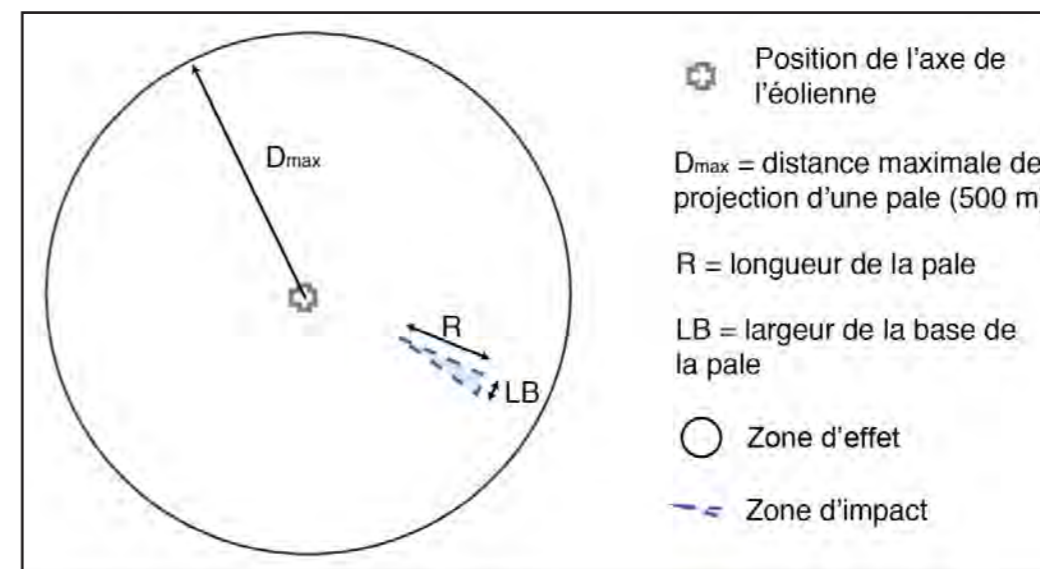
Le tableau ci-dessous permet d'évaluer l'intensité du phénomène de chute d'éléments de l'éolienne dans le cas du parc éolien de Rochebeau.

Zone d'impact (en m ²)	Zone d'effet du phénomène étudié (en m ²)	Degré d'exposition du phénomène étudié (en %)	Intensité
$R \cdot LB/2$	$\pi \times RZE^2$	Zone d'impact/ Zone d'effet du phénomène	
194,1	785 398	0,025%	Modérée

Elements de la formule littérale

R : longueur de la pale, LB : largeur de la base de la pale, RZE : rayon de la zone d'effet (500 m)

Figure 175 : Schématisation du scénario de projection de pale



• Gravité

Dans la surface d'effet de chaque éolienne, on identifie les cibles humaines potentielles.

Le comptage des personnes exposées s'appuie sur la fiche n° 1 de la circulaire du 10 mai 2010 relative aux règles méthodologiques applicables aux études de dangers.

En ce qui concerne les surfaces agricoles concernées par les zones d'effet et les chemins agricoles associés, l'approche adoptée consiste à assimiler l'ensemble de la zone d'effet du terrain aménagé mais peu fréquenté, dès lors qu'une voie de circulation non structurante est incluse dans la zone d'effet (chemin de terre, voie communale, route départementale ou autre du moment que le trafic journalier reste inférieur à 2000 véhicules). Cette méthode a volontairement été retenue pour son caractère majorant.

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

Éoliennes	Occupation de la zone d'effet	Hypothèse de calcul retenue		Nombre de personnes permanente ou équivalent	Gravité
E1	Champs, chemins agricoles	Terrains aménagés mais peu fréquentés (voies de circulations non structurantes, chemins agricoles, champs,...)	1 personne / 10 ha	7,85	Sérieux
E2	Champs, chemins agricoles				
E3	Champs, chemins agricoles				
E4	Champs, chemins agricoles, RD 373, bâtiment agricole				
E5	Champs, chemins agricoles, RD 373				
E6	Champs, chemins agricoles				
E7	Champs, chemins agricoles				

Rappel des correspondances gravité - nombre de personnes exposées pour une intensité modérée					
Gravité	« Désastreux »	« Catastrophique »	« Important »	« Sérieux »	« Modéré »
Nombre de personnes exposées	Plus de 1 000 personnes exposées	Entre 100 et 1 000 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Moins de 10 personnes exposées	Présence humaine exposée inférieure à "une personne"

• Probabilité

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

Source	Fréquence	Classe de probabilité	Justification
Site Specific Hazard Assessment for a wind farm project – Case study – Germanischer Lloyd, Windtest Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH, 2010/08/24	1×10^{-6}	E	Respect de l'Eurocode EN 1990 – Basis of structural design
Guide for Risk-Based Zoning of wind Turbines, Energy research centre of the Netherlands (ECN), H. Braam, G.J. van Mulekom, R.W. Smit, 2005	$1,1 \times 10^{-3}$	B	Retour d'expérience au Danemark (1984-1992) et en Allemagne (1989-2001)
Specification of minimum distances, Dr-ing. Veenker ingenieurgesellschaft, 2004	$6,1 \times 10^{-4}$	C	Recherche Internet des accidents entre 1996 et 2003

Le retour d'expérience français montre également une classe de probabilité « C » (12 événements pour 15667 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**

Les différents éléments d'évaluation des accidents associés à une projection de pale sont résumés ci-dessous et sur la figure ci-contre (cf. Figure 176):

Éolienne	N 131 - 3 MW
Diamètre du rotor (m)	131
Nb d'éoliennes du champ	7
Hauteur du mât max (m)	99
Surface d'impact max (m ²)	194,1
Diamètre du mât max	7
Intensité	Modéré
Fréquence (/an) et classe	10 ⁻⁵ à 10 ⁻⁴ (D)
Gravité	Sérieux

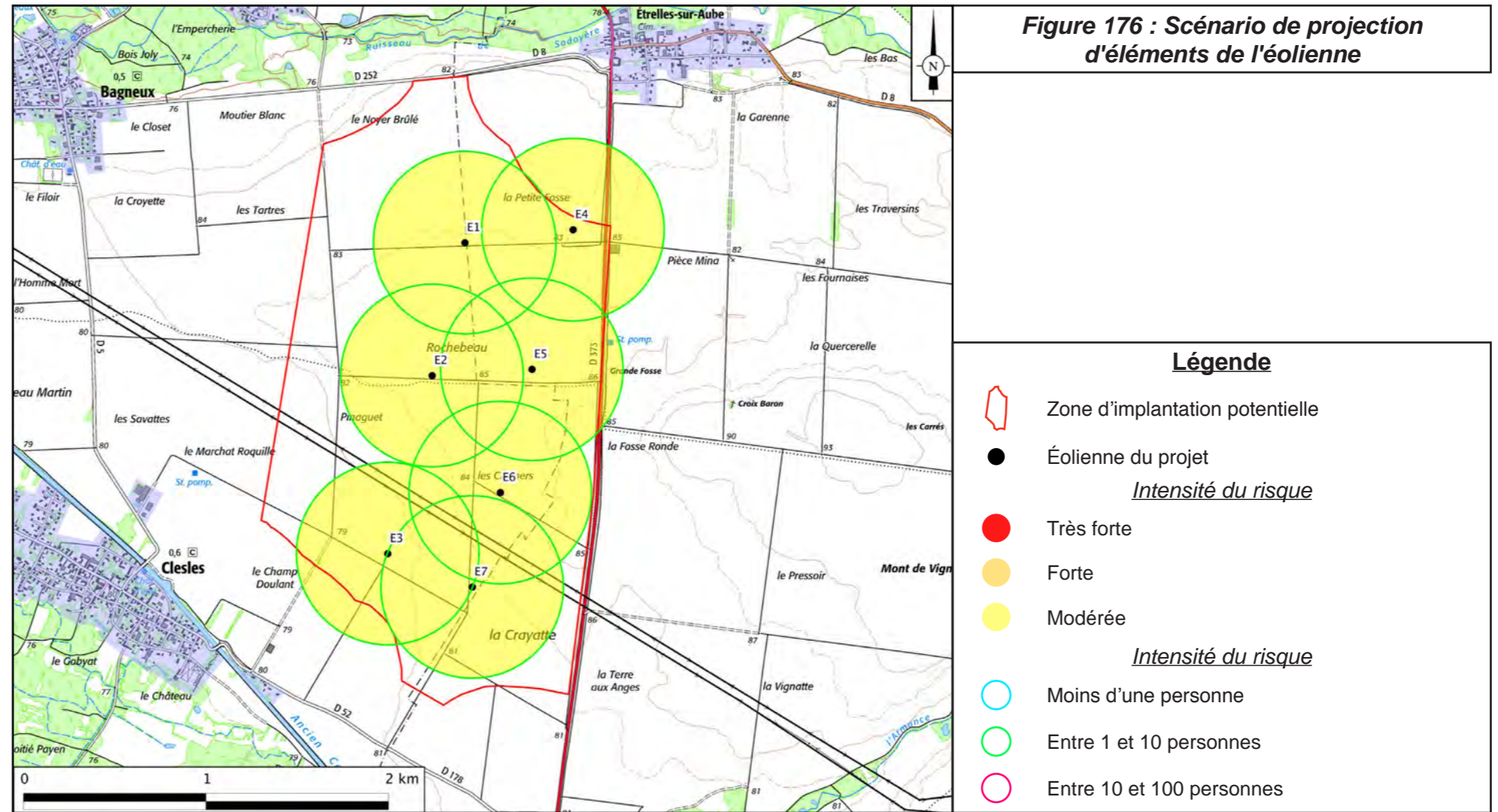


Figure 176 : Scénario de projection d'éléments de l'éolienne

Les accidents « projection d'éléments de l'éolienne » pour chacune des éoliennes sont positionnés dans la matrice de criticité ci-dessous :

Gravité	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
5. Désastreux	Red	Red	Red	Red	Red
4. Catastrophique	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
3. Important	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red
2. Sérieux	Green	E1 à E7	Yellow	Yellow	Red
1. Modéré	Green	Green	Green	Green	Yellow

Avec une classe de probabilité « 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 Rochebeault, ce phénomène constitue un risque acceptable pour les personnes. À noter que le nombre le plus élevé de personnes exposées sur les zones d'effet ne dépasse pas la dizaine.

G.8.3 - EFFETS DOMINOS

G.8.3.1 - Définition et méthode

On entend par effet domino la possibilité pour un phénomène dangereux donné de générer, par effet de proximité, d'autres phénomènes dangereux à l'intérieur de l'installation étudiée ou bien sur les établissements voisins, conduisant à une aggravation des effets du premier phénomène

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 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 ».

Dans le cadre des études de dangers, l'INERIS propose de limiter l'évaluation de 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.

G.8.4 - MOYENS D'INTERVENTION ET DE LIMITATION DES CONSÉQUENCES

G.8.4.1 - Rôle des différentes parties

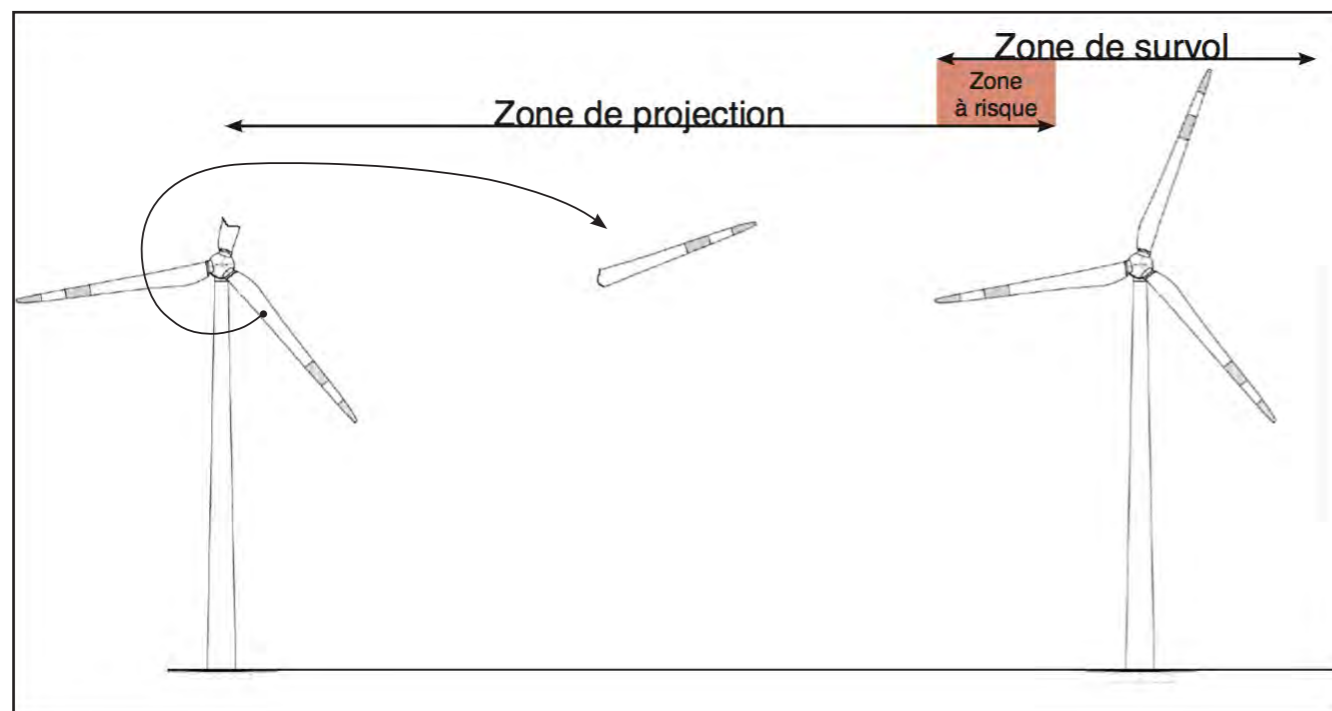
Pour bien comprendre le fonctionnement des moyens d'intervention et de surveillance, il est nécessaire d'expliquer la répartition des rôles entre la société d'exploitation, Energieteam et le constructeur.

La société d'exploitation délègue la maîtrise d'ouvrage et l'exploitation du site à Energieteam exploitation via des contrats d'assistance à maîtrise d'ouvrage, de gestion technique et d'exploitation.

Le constructeur des éoliennes, garantit les performances des machines durant la durée d'exploitation (production, performances acoustiques, maintenance préventive et contrôle visuel des éléments vitaux des machines).

Tous les constructeurs disposent d'un centre de supervision des éoliennes à partir duquel l'arrêt à distance des machines est possible ainsi que des équipes de techniciens d'astreintes 24h/24, 7j/7.

Figure 177 : Schématisation de l'effet domino entre aérogénérateur



Les missions d'EnergieTeam Exploitation en tant qu'assistance à Maîtrise d'ouvrage

- La sélection des intervenants nécessaires à la construction,
- La négociation et conclusion des contrats de réalisation des travaux (Lots : Éoliennes, Génie civil, lot électrique, voirie, divers),
- La préparation technique et la commande des diverses missions de contrôles à des sociétés 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, ERDF, FT, propriétaires, riverains, ...),
 - Choix des Assurances,
 - Réception des travaux,
 - Établissement des dossiers relatifs aux travaux exécutés,
 - Élaboration et suivi du budget et établissement du prix définitif du parc,
 - Contrôle et visa de dépenses engagées par le MO, contrôle des situations de travaux, signature des décomptes généraux définitifs,
 - Missions juridiques.

Les missions d'EnergieTeam Exploitation en tant que gestionnaire 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 (DR 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 h 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).

G.8.4.2 - Chaîne d'alerte et moyens d'intervention

Les éoliennes fonctionnent de manière autonome, sans personnel sur site en permanence. Il est donc nécessaire de disposer d'un dispositif de télésurveillance et de gestion fiable.

L'accident principal nécessitant une action rapide et immédiate est avant tout l'incendie en nacelle ou en pied de mât. Vis-à-vis de ce risque, l'installation est équipée de détecteurs d'incendie, de détecteurs de fumée qui, lors de leur déclenchement, conduisent à la mise à l'arrêt de la machine et au découplage du réseau électrique. Chaque éolienne est en outre dotée de plusieurs extincteurs, bien visibles et facilement accessibles. Ces extincteurs ont pour vocation d'être utilisés en cas de problème lors d'opérations de maintenance (présence d'un opérateur sur site).

Le cheminement d'alerte provenant des éoliennes est assuré par un système SCADA de surveillance des machines. Les principaux paramètres de températures et de vitesses de rotation sont surveillés dans les différents organes de la machine. Les messages d'alertes sont acheminés jusqu'au centre de surveillance où ils sont automatiquement ré-adressés à Energieteam Exploitation par courriel et par SMS.

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 le découplages du parc au réseau sont assurées par l'automate du poste de livraison qui envoie des SMS d'alertes et de situation à Energieteam exploitation.

Energieteam exploitation dispose d'un service d'astreinte, 24h/24, 7j/7. Une personne d'astreinte dispose d'un téléphone dédié à l'exploitation où arrivent tous les messages, ainsi qu'à un accès au système SCADA pour pouvoir superviser l'ensemble des parcs éoliens à 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.

La détection des accidents peut également être faite par des personnes externes (détection visuelle d'un incendie ou de la chute d'une partie de pale par des personnes du public par exemple), le constructeur en est le plus souvent informé par l'intermédiaire du propriétaire du parc.

Le centre de secours le plus proche est celui de Méry-sur-Seine. Les secours peuvent donc être sur les lieux en moins d'une dizaine de minutes.

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

G.8.5 - SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

Le parc éolien de la Ferme de Rochebeau est situé sur une plaine agricole, entre les vallées de l'Aube et de la Seine, au Sud de Bagneux et Étrelles-sur-Aube. La situation des éoliennes en plein champ et éloignée d'infrastructures structurantes induit une faible présence humaine.

Ainsi, pour l'ensemble des éoliennes du parc, seul le type de terrain compris dans la zone d'effet est déterminant pour établir le nombre d'équivalent personnes. La présence humaine est de 1 personne pour 10 hectares. Quelque soit le scénario considéré, moins de 10 personnes sont recensées dans les zones d'effet des éoliennes.

Pour les scénarios d'effondrement et de chute, dont la zone d'effet est la plus restreinte, le nombre de personnes exposées est inférieur à 1, tandis qu'il est compris entre 1 et 10 pour les scénarios de projection de glace et d'éléments de l'éolienne.

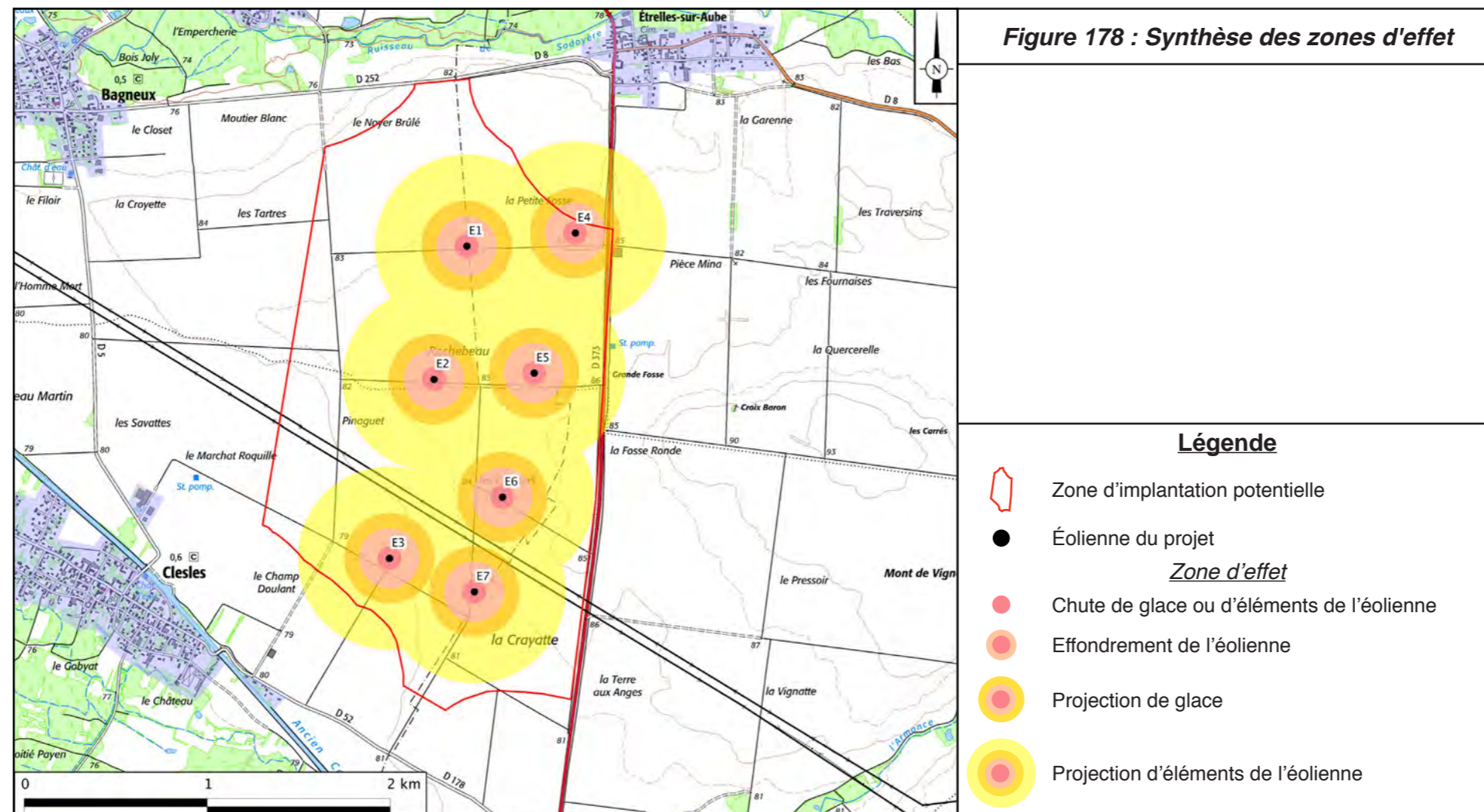
L'intensité des scénarios (ratio zone d'impact/zone d'effet) varie de modérée à forte dans le cas présent (cf. Figure 178) ; (cf. Figure 179) ; (cf. Figure 180).

La gravité du phénomène, résultante de l'intensité et du nombre de personnes exposées, va de modéré à sérieux sur le parc de Rochebeau. 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.

Les tableaux suivants récapitulent, pour chaque aérogénérateur, l'ensemble des scénarios étudiés et les paramètres de cinétique, intensité, gravité, probabilité qui leur sont associés. Il rappelle également les fonctions de sécurité présentes et conclut sur le niveau de risque et son acceptabilité. Des cartes sont également présentées pour illustrer ces éléments.

La numérotation des fonctions de sécurité est celle établie dans l'Analyse Préliminaire des Risques. Rappelons également les fonctions de sécurité suivantes qui ne peuvent être directement reliées à un scénario, mais qui contribuent à la sécurité de l'installation :

- FS3 - Prévenir l'échauffement significatif des pièces
- FS7 - Protection et intervention incendie
- FS8 - Prévention et rétention des fuites



Éolienne 1								
Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Nombre de personnes exposées	Gravité	Probabilité	Fonction de sécurité concernées	Niveau de risque - Acceptabilité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale	Rapide	Intensité forte	0,84	Sérieux	D	FS 4, FS 5, FS 9, FS 10, FS 11	Risque très faible - Acceptable
Chute de Glace	Zone de survol	Rapide	Intensité modérée	0,13	Modéré	A	FS 2	Risque faible - Acceptable
Projection de glace	1,5*(H+ 2R) autour de l'éolienne	Rapide	Intensité modérée	3,74	Sérieux	B	FS 1, FS 2	Risque faible - Acceptable
Chute d'éléments de l'éolienne	Zone de survol	Rapide	Intensité forte	0,13	Sérieux	C	FS 4, FS 6, FS 9, FS 10, FS 11	Risque faible - Acceptable
Projection de pale ou de fragments de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Intensité modérée	7,85	Sérieux	D	FS 1, FS 4, FS 6, FS 9, FS 10, FS 11	Risque très faible - Acceptable

Éolienne 2								
Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Nombre de personnes exposées	Gravité	Probabilité	Fonction de sécurité concernées	Niveau de risque - Acceptabilité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale	Rapide	Intensité forte	0,84	Sérieux	D	FS 4, FS 5, FS 9, FS 10, FS 11	Risque très faible - Acceptable
Chute de Glace	Zone de survol	Rapide	Intensité modérée	0,13	Modéré	A	FS 2	Risque faible - Acceptable
Projection de glace	1,5*(H+ 2R) autour de l'éolienne	Rapide	Intensité modérée	3,74	Modéré	B	FS 1, FS 2	Risque faible - Acceptable
Chute d'éléments de l'éolienne	Zone de survol	Rapide	Intensité forte	0,13	Sérieux	C	FS 4, FS 6, FS 9, FS 10, FS 11	Risque faible - Acceptable
Projection de pale ou de fragments de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Intensité modérée	7,85	Sérieux	D	FS 1, FS 4, FS 6, FS 9, FS 10, FS 11	Risque très faible - Acceptable

Éolienne 3								
Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Nombre de personnes exposées	Gravité	Probabilité	Fonction de sécurité concernées	Niveau de risque - Acceptabilité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale	Rapide	Intensité forte	0,84	Sérieux	D	FS 4, FS 5, FS 9, FS 10, FS 11	Risque très faible - Acceptable
Chute de Glace	Zone de survol	Rapide	Intensité modérée	0,13	Modéré	A	FS 2	Risque faible - Acceptable
Projection de glace	1,5*(H+ 2R) autour de l'éolienne	Rapide	Intensité modérée	3,74	Sérieux	B	FS 1, FS 2	Risque faible - Acceptable
Chute d'éléments de l'éolienne	Zone de survol	Rapide	Intensité forte	0,13	Sérieux	C	FS 4, FS 6, FS 9, FS 10, FS 11	Risque faible - Acceptable
Projection de pale ou de fragments de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Intensité modérée	7,85	Sérieux	D	FS 1, FS 4, FS 6, FS 9, FS 10, FS 11	Risque très faible - Acceptable

Éolienne 4								
Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Nombre de personnes exposées	Gravité	Probabilité	Fonction de sécurité concernées	Niveau de risque - Acceptabilité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale	Rapide	Intensité forte	0,84	Sérieux	D	FS 4, FS 5, FS 9, FS 10, FS 11	Risque très faible - Acceptable
Chute de Glace	Zone de survol	Rapide	Intensité modérée	0,13	Modéré	A	FS 2	Risque faible - Acceptable
Projection de glace	1,5*(H+ 2R) autour de l'éolienne	Rapide	Intensité modérée	3,74	Sérieux	B	FS 1, FS 2	Risque faible - Acceptable
Chute d'éléments de l'éolienne	Zone de survol	Rapide	Intensité forte	0,13	Sérieux	C	FS 4, FS 6, FS 9, FS 10, FS 11	Risque faible - Acceptable
Projection de pale ou de fragments de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Intensité modérée	7,85	Sérieux	D	FS 1, FS 4, FS 6, FS 9, FS 10, FS 11	Risque très faible - Acceptable

Éolienne 5								
Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Nombre de personnes exposées	Gravité	Probabilité	Fonction de sécurité concernées	Niveau de risque - Acceptabilité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale	Rapide	Intensité forte	0,84	Sérieux	D	FS 4, FS 5, FS 9, FS 10, FS 11	Risque très faible - Acceptable
Chute de Glace	Zone de survol	Rapide	Intensité modérée	0,13	Modéré	A	FS 2	Risque faible - Acceptable
Projection de glace	1,5*(H+ 2R) autour de l'éolienne	Rapide	Intensité modérée	3,74	Sérieux	B	FS 1, FS 2	Risque faible - Acceptable
Chute d'éléments de l'éolienne	Zone de survol	Rapide	Intensité forte	0,13	Sérieux	C	FS 4, FS 6, FS 9, FS 10, FS 11	Risque faible - Acceptable
Projection de pale ou de fragments de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Intensité modérée	7,85	Sérieux	D	FS 1, FS 4, FS 6, FS 9, FS 10, FS 11	Risque très faible - Acceptable

Éolienne 6								
Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Nombre de personnes exposées	Gravité	Probabilité	Fonction de sécurité concernées	Niveau de risque - Acceptabilité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale	Rapide	Intensité forte	0,84	Sérieux	D	FS 4, FS 5, FS 9, FS 10, FS 11	Risque très faible - Acceptable
Chute de Glace	Zone de survol	Rapide	Intensité modérée	0,13	Modéré	A	FS 2	Risque faible - Acceptable
Projection de glace	1,5*(H+ 2R) autour de l'éolienne	Rapide	Intensité modérée	3,74	Sérieux	B	FS 1, FS 2	Risque faible - Acceptable
Chute d'éléments de l'éolienne	Zone de survol	Rapide	Intensité forte	0,13	Sérieux	C	FS 4, FS 6, FS 9, FS 10, FS 11	Risque faible - Acceptable
Projection de pale ou de fragments de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Intensité modérée	7,85	Sérieux	D	FS 1, FS 4, FS 6, FS 9, FS 10, FS 11	Risque très faible - Acceptable

Éolienne 7								
Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Nombre de personnes exposées	Gravité	Probabilité	Fonction de sécurité concernées	Niveau de risque - Acceptabilité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale	Rapide	Intensité forte	0,84	Sérieux	D	FS 4, FS 5, FS 9, FS 10, FS 11	Risque faible - Acceptable
Chute de Glace	Zone de survol	Rapide	Intensité modérée	0,13	Modéré	A	FS 2	Risque faible - Acceptable
Projection de glace	1,5*(H+ 2R) autour de l'éolienne	Rapide	Intensité modérée	3,74	Sérieux	B	FS 1, FS 2	Risque faible - Acceptable
Chute d'éléments de l'éolienne	Zone de survol	Rapide	Intensité forte	0,13	Sérieux	C	FS 4, FS 6, FS 9, FS 10, FS 11	Risque faible - Acceptable
Projection de pale ou de fragments de pale	500 m autour de l'éolienne	Rapide	Intensité modérée	7,85	Sérieux	D	FS 1, FS 4, FS 6, FS 9, FS 10, FS 11	Risque faible - Acceptable

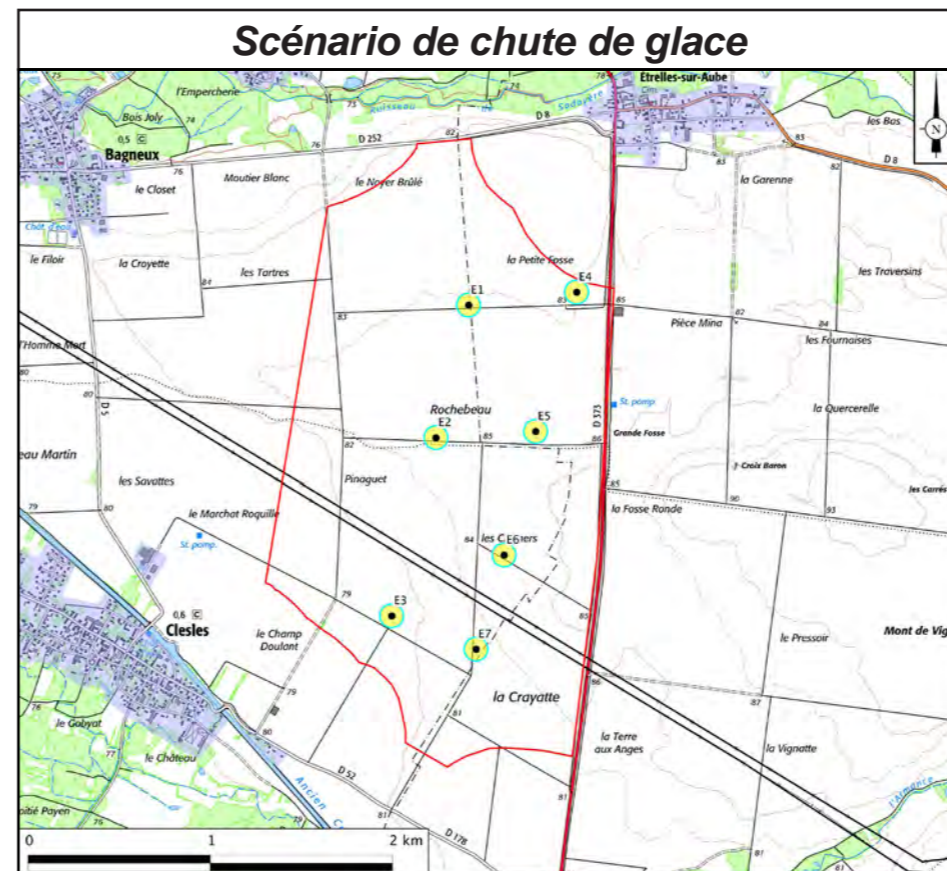
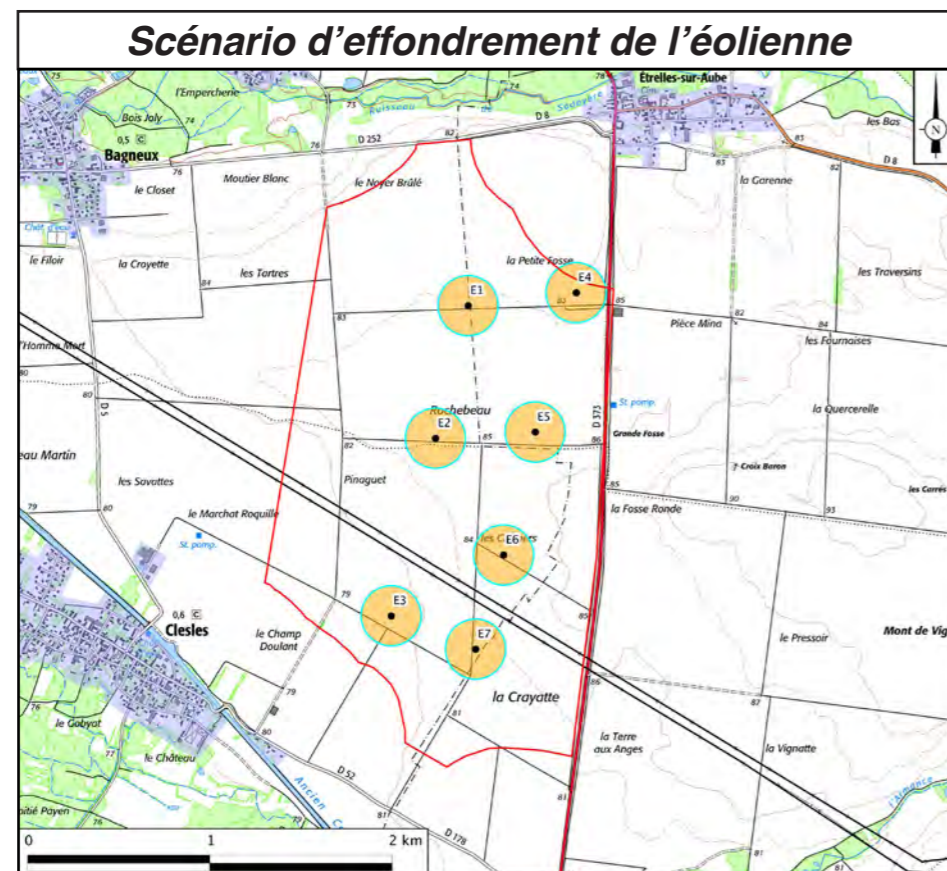
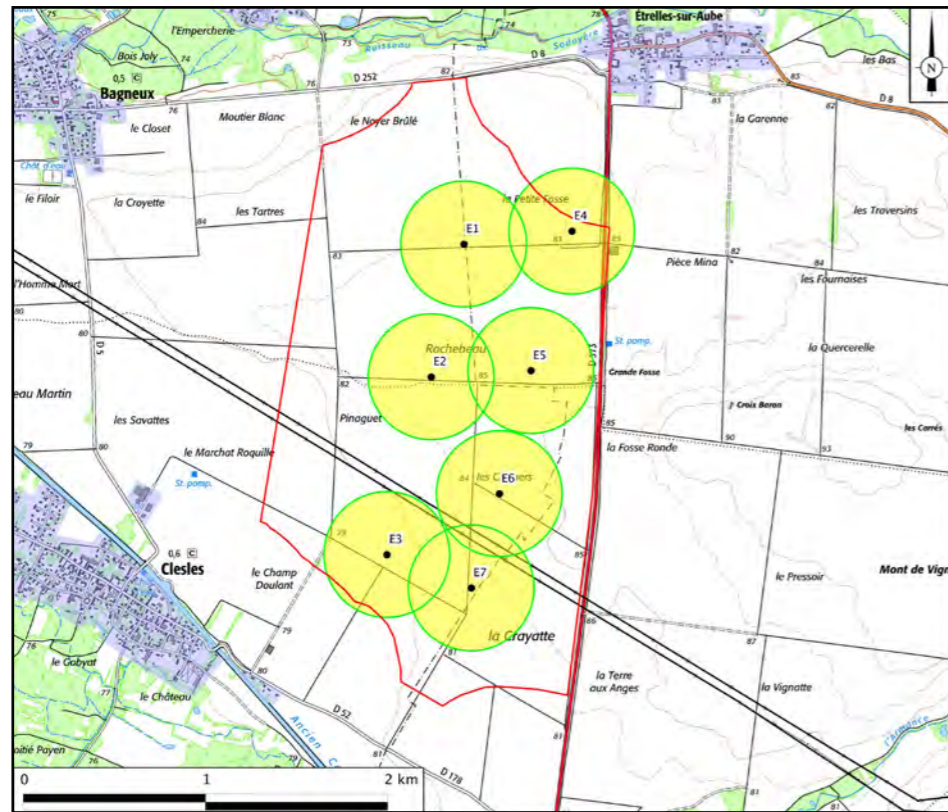


Figure 179 : Synthèse des risques

- Légende**
- Zone d'implantation potentielle
 - Éolienne du projet
 - Intensité du risque**
 - Très forte
 - Forte
 - Modérée
 - Intensité du risque**
 - Moins d'une personne
 - Entre 1 et 10 personnes
 - Entre 10 et 100 personnes

Scénario de projection de glace



Scénario de chute d'éléments de l'éolienne

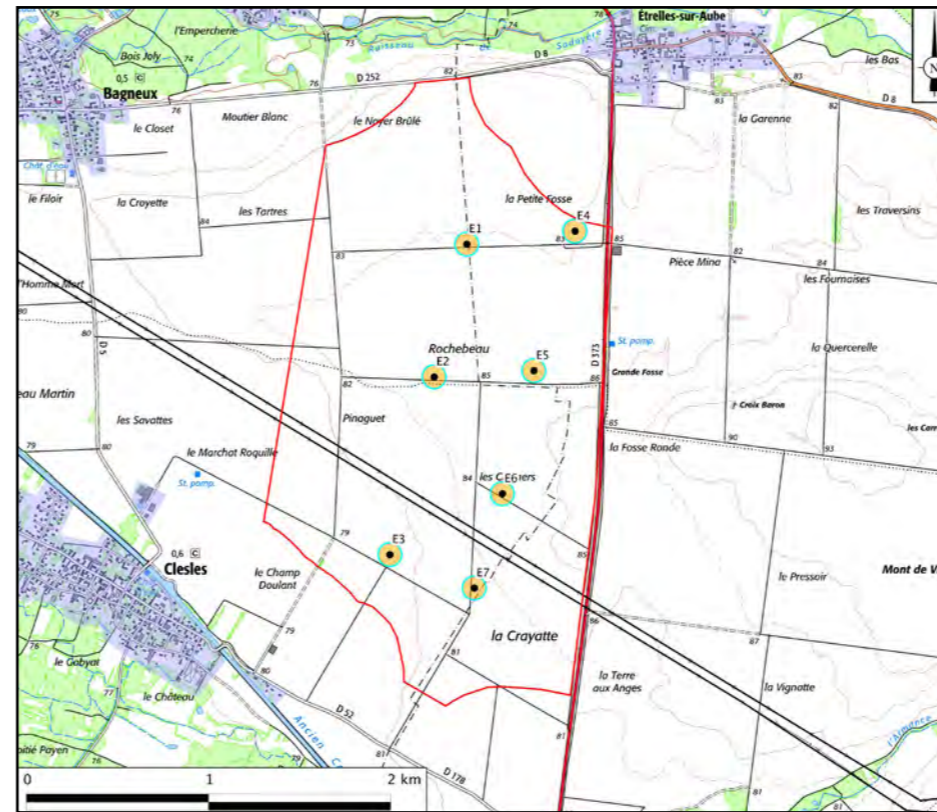
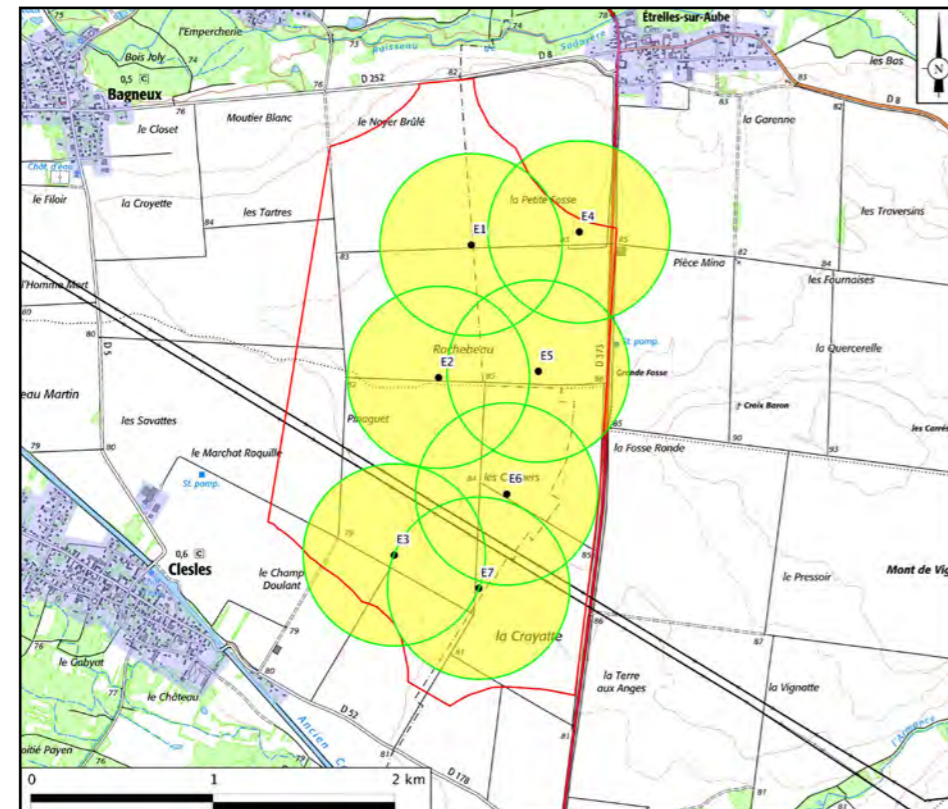


Figure 180 : Synthèse des risques (suite)

Scénario de projection d'éléments de l'éolienne



Légende

- Zone d'implantation potentielle
- Éolienne du projet
- Intensité du risque*
- Très forte
- Forte
- Modérée
- Intensité du risque*
- Moins d'une personne
- Entre 1 et 10 personnes
- Entre 10 et 100 personnes

Gravité	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
5. Désastreux					
4. Catastrophique					
3. Important					
2. Sérieux		Proj. Éléments Effondrement	Chute éléments éolienne	Proj. Glace E2	
1. Modéré					Chute glace

Nous pouvons ainsi conclure que l'étude des dangers montre des risques acceptables pour l'ensemble des scénarios étudiés.

H - MÉTHODES UTILISÉES ET DIFFICULTÉS RENCONTRÉES

Rappelons que l'ensemble des méthodologies utilisées pour définir les différentes aires d'études et mener les différentes analyses présentées dans le dossier (expertises écologiques, étude acoustique, paysage, ombres, étude de danger,...) sont présentés au début de chaque chapitre spécifique.

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.

H.1 - MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE 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.

H.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) Champagne-Ardenne - captages,
- la Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM) - Service de l'Environnement (données sur les risques naturels),
- RTE, France Télécom, Trafil, EDF, ANFR - données sur les réseaux,
- la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) Grand Est - milieux aquatiques, milieux naturels, paysages...,
- Faune lorraine - synthèse des données bibliographiques sur les chiroptères,
- l'Agence de l'eau Seine-Normandie - 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 Champagne-Ardenne, services de l'Archéologie et des Monuments Historiques,
- Air Champagne-Ardenne - qualité de l'air,
- l'INSEE - Inventaires communaux,
- les différentes communes concernées - données sur l'urbanisme et l'occupation du sol, divers.

H.1.1.1 - Méthodologie commune aux inventaires habitats, flore et faune

La chronologie des études phyto-écologiques et faunistiques est la même. Elle se décompose selon les phases suivantes :

- recherche bibliographique et enquête,
- analyse des documents cartographiques et photographiques,
- prospections de terrain,
- traitement et analyse des données recueillies,
- évaluation écologique du site et des habitats constitutifs.

La zone d'étude immédiate a fait en premier lieu l'objet d'une cartographie illustrant l'occupation du sol, indiquant les différents habitats naturels présents, d'après la codification Corine Biotopes. En fonction des habitats rencontrés (milieu boisés, cultures, haies, cours d'eau), et de leur intérêt potentiel en terme de flore et de faune, des investigations spécifiques ont été réalisées : prospections flore, avifaune, chiroptères, et amphibiens (au niveau du ru temporaire traversant la zone d'implantation potentielle).

Le récapitulatif de l'ensemble des dates de prospections floristiques et faunistiques est présenté dans le tableau suivant :

	2016																								2017		2018					
	mars		avril	mai			juin		juillet			août				septembre		octobre	novembre				déc.	janvier	fév.	mars	avril	juin	sept.			
	11	24	21	02	12	20	07	10	11	13	27	08	15	22	23	6	16	17	26	03	15	24	30	21	05	21	21	06	18	17		
Flore									X																							
Avifaune	IPA	IPA	Repasse Œdicnème criard	IPA	IPA	IPA	IPA	Repasse Râle des genêts	IPA			IPA			IPA				IPA	IPA	IPA	IPA	IPA	IPA	IPA	IPA	IPA	IPA	IPA			
Chiroptères				EM		EM					EM	EM	EF	EM EF	EB	EB	EM	EB	EM											EM	EM	

IPA : indice ponctuel d'abondance ; EM : écoute mobile ; EF : écoute fixe ; EB : écoute à hauteur d'éolienne par ballon

• Recherche bibliographique et enquête

Préalablement aux prospections de terrain, il est nécessaire de rassembler la documentation disponible sur la flore et la faune afin d'évaluer le niveau de connaissance du site à expertiser. Pour ce faire, une synthèse des données disponibles a été réalisée auprès des principaux spécialistes locaux et de divers organismes (associations, établissements publics, scientifiques, administrations,...). Seules les données récentes (< 5 ans) sont prises en compte dans les analyses à partir du moment où elles sont validées et localisées.

• Analyse des documents cartographiques et photographiques

Dans un premier temps, la reconnaissance du site à étudier se fait par l'intermédiaire des documents cartographiques (carte IGN au 1/25000, cartes géologiques,...), photographiques et lorsqu'elles sont disponibles, des couches d'informations SIG.

Les documents sont analysés afin d'apprécier la complexité du site et repérer les secteurs qui apparaissent comme ayant potentiellement les plus fortes sensibilités écologiques (espaces pionniers, milieux ouverts,...).

• Prospections de terrain

Il s'agit d'une phase essentielle. Tous les habitats reconnus lors des phases précédentes sont prospectés de façon systématique, de manière à couvrir les différentes conditions écologiques stationnelles et tous les types de végétation. L'ensemble du site d'étude ainsi que ses abords sont parcourus lors de sessions de terrain aux périodes propices et en quantité suffisante. Au fur et à mesure des prospections, une liste des espèces est dressée en prenant soin de localiser les plus remarquables, si nécessaire, sur un fond de plan ou une photographie. Les différents habitats rencontrés sont aussi listés et leur niveau de définition est affiné par rapport à celui établi lors de l'analyse des documents cartographiques et photographiques.

• Traitement et analyse des données

Les listes d'espèces et d'habitats établies lors des prospections de terrain sont ensuite traitées et analysées. Les groupes écologiques mis en évidence servent de base à la description des habitats.

Une carte des habitats (Code Corine Biotope) est ainsi établie.

• Évaluation écologique du site et des habitats constitutifs

Le regroupement des cartes des habitats et de localisation des espèces remarquables, l'agencement des groupes écologiques au sein des habitats (en unité fonctionnelle par exemple), l'analyse des continuités écologiques, et d'autres critères permettent d'évaluer le niveau de valeur écologique du site et des unités constitutives.

H.1.2 - ÉTUDE FLORE : MÉTHODOLOGIE DE PROSPECTION

La prospection porte sur la zone d'implantation potentielle et l'aire d'étude immédiate, c'est à dire sur les champs cultivés de la plaine ainsi que sur leurs lisières y compris les chemins agricoles et les bords de route. Les abords de rares haies et chemins enherbés ont également été prospectés. L'étude a consisté à établir une liste générale des espèces végétales vasculaires aussi exhaustive que possible. Les espèces ont été identifiées à l'aide de différents ouvrages :

- « Nouvelle flore de la Belgique, du G.-D de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines », de Lambinon et al.
- « Guide Delachaux des fleurs de France et d'Europe », de Streeter et al.

Cette liste indique pour chaque espèce, le nom français, le nom latin et le cas échéant, le degré de rareté, les menaces la concernant et le statut patrimonial (protection, inscription sur une liste rouge,...). Le niveau taxonomique retenu est la sous-espèce quand il s'avère nécessaire, car d'une part les sous-espèces ont été ou sont susceptibles de devenir des espèces à part entière, et d'autre part, elles sont le plus souvent discriminantes du point de vue des conditions écologiques.

H.1.2.1 - Traitement des données

Les espèces répertoriées ont été classées en fonction du milieu qu'elles caractérisent, selon nos connaissances et la littérature.

H.1.3 - ÉTUDE FAUNE

H.1.3.1 - Principes généraux

L'étude faune porte essentiellement sur la faune volante (avifaune et chiroptère) fréquentant le site concerné par le projet et ses abords immédiats. Au cours des prospections, toute autre espèce animale ayant été observé (reptile, mammifère terrestre,...) a également été recensé.

Pour les oiseaux, la migration et l'hivernage restent difficiles à caractériser dans le cadre de prospections ponctuelles dans le temps. En effet, l'étude de ces phénomènes biologiques sur un site donné nécessite de nombreux passages, étalés si possible sur plusieurs années. De la même manière, la fréquentation par les chauves-souris sur un site donnée est liée aux conditions météorologiques, à la saison et parfois même à l'année, certaines étant plus favorables à l'émergence d'insectes (partie principale de la ressource alimentaire des chiroptères).

Pour les autres groupes faunistiques, les impacts sont essentiellement liés à la perturbation des milieux lors des travaux d'implantation des éoliennes. Dès le lancement de l'étude, la position des mâts d'éoliennes en zone de grande culture était connue. De plus, la nature de l'aire d'étude immédiate (essentiellement des grandes cultures) limite fortement l'occurrence d'espèces patrimoniales ou peu fréquentes de la région Champagne-Ardenne. Par conséquent, les enjeux vis-à-vis de ces autres groupes n'apparaissent a priori pas des plus sensibles. Ils ont cependant été étudiés mais sans pressions particulière : les relevés ont été menés en parallèle des différentes sessions dédiées aux oiseaux et aux chauves-souris.

H.1.3.2 - Méthodologie

Remarque : les expertises écologiques complémentaires réalisées en 2020 ont fait l'objet de rapports indépendants disponibles en annexe. La méthodologie employée est précisée aux chapitres concernés desdits rapports.

Deux méthodes différentes mais complémentaires ont été utilisées.

• L'Indice Ponctuel d'Abondance (IPA)

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 ou auditifs sont notés sans limitation de distance.

Nous avons utilisé 9 points d'écoute et d'observation lors de nos prospections sur la zone du projet. Les positions relatives aux expertises sont détaillées et localisées au chapitre (cf. «A.7.5.9.1 - Localisation des points d'écoute et d'observation», page 88).

• La recherche qualitative

La recherche qualitative permet d'inventorier les espèces avifaunistiques plus difficiles à recenser par la technique des IPA, telles que les espèces occupant un vaste espace (rapaces, corvidés, laridés), espèces nocturnes ou individus trouvés morts sur les voies de circulation. Afin d'établir une corrélation entre les milieux étudiés et les espèces rencontrées, seuls ont été recensés les oiseaux en activité sur le milieu.

Ce type de prospection s'est donc déroulé de manière complémentaire à la méthode des IPA. La recherche qualitative consiste à recenser toutes les espèces avifaunistiques (non identifiées au cours des IPA) lors des autres prospections réalisées sur le site (flore, amphibiens, chiroptères). Ce type de prospection permet donc d'identifier des espèces à large rayon d'action qui ne sont éventuellement pas présentes sur le site au cours des IPA, des espèces nocturnes (notamment au cours des sorties chiroptères et/ou amphibiens),... Cette méthode consiste également en la lecture d'autres indices témoignant de la présence d'espèces sur le site : pelotes de réjection, traces d'alimentation,...

• Les recherches ciblées rapaces nocturnes

Le recensement des rapaces nocturnes a été réalisé au cours des prospections relatives aux chiroptères. Deux méthodes ont été combinées et utilisées simultanément sur chaque point d'écoute, avant ou après l'écoute des chauves-souris : l'écoute passive complétée par la méthode de la repasse. Les prospections menées sont basées sur le protocole national de l'enquête rapaces nocturnes, mise en place et coordonnée par la LPO et le CNRS de Chizé. Les bandes sonores utilisées sont également celles dudit protocole.

L'utilisation de la repasse permet d'augmenter le taux de détection régulièrement très faible des rapaces nocturnes lors d'une écoute passive. Ainsi, par l'émission de chants territoriaux imitant un intrus, la repasse permet de stimuler les réponses vocales d'un certain nombre d'espèces de rapaces nocturnes réactives à cette méthode.

Considérant le contexte du site et les milieux qui le composent, ainsi que les données connues à échelle locale (pré-diagnostic), les espèces ciblées ont été la Chouette hulotte, l'Effraie des clochers et le Hibou moyen-duc.

• **Avifaune nicheuse**

L'inventaire de l'avifaune nicheuse a également été réalisé au cours des campagnes de prospection printemps (espèces précoces) et été.

Pour chaque point d'observation, la méthodologie d'inventaire a consisté à identifier non seulement les espèces en vol et les espèces utilisant le milieu sans s'y reproduire mais aussi les espèces présentes sur un milieu favorable à leur nidification.

Pour ces dernières, en plus de la recherche de sites de nidification lors des expertises, le comportement des individus a été étudié de manière plus précise afin de déterminer d'éventuels signes témoignant de leur reproduction sur le site :

- présence d'un mâle chanteur,
- observation de parades nuptiales,
- récurrence des observations pendant la période estivale au même endroit,...

• **Déroulement des prospections**

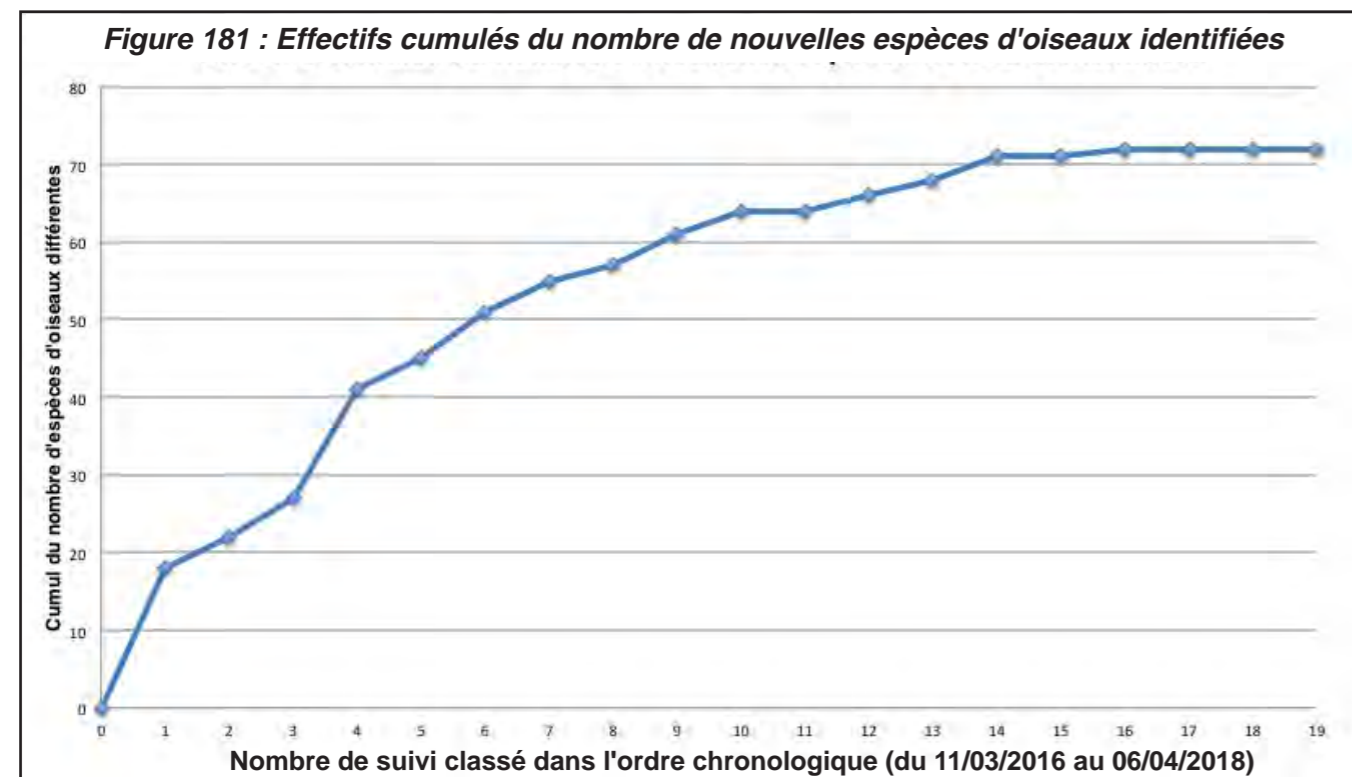
En accord avec les recommandations du ministère en charge des questions écologiques et environnementales d'une part¹, l'ancienne DREAL Champagne-Ardenne² et la DREAL Grand-Est d'autre part³, prévoyant un nombre minimum de passages sur l'année, la campagne de prospection a été réalisée durant un cycle biologique complet. L'ensemble des dates de sorties d'observation réalisées en fonction des phases du cycle biologique des oiseaux, sont reportées dans le tableau ci-dessous.

Saisons	Hiver			Printemps			Été			Automne						
Objectifs	Identifier l'avifaune hivernante, et quelques mouvements migratoires			Déterminer dans un premier temps l'avifaune en migration pré-nuptiale, puis l'avifaune nicheuse			Identifier les espèces sédentaires et les premiers mouvements migratoires post-nuptiaux			Constater les mouvements migratoires post-nuptiaux						
Mois	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Réalisées	Recommandées		
Dates des inventaires	21/12/16	05/01/2017	21/02/2018	11/03/2016 24/03/2016 21/03/2018	21/04/2016 06/04/2018	02/05/2016 12/05/2016 20/05/2016 14/05/2020 26/05/2020	07/06/2016 10/06/2016 16/06/2020 22/06/2020	11/07/2016 07/07/2020	08/08/2016 23/08/2016 26/08/2020	02/09/2020 21/09/2020 30/09/2020	26/10/2016 09/10/2020 12/10/2020 19/10/2020 26/10/2020	03/11/2016 15/11/2016 24/11/2016 30/11/2016 04/11/2020 09/11/2020		MEEM ¹	SRE Champagne-Ardenne ²	DREAL Grand-Est ³
Hivernage													2	1 à 3	2	2
Pré-nuptiale													8	3 à 6	5 à 8	8
Nidification													10	3 à 6	6	6
Post-nuptial													16	3 à 6	7 à 10	10

Les différentes observations menées sur la zone d'étude ont permis d'identifier de nombreuses espèces d'oiseaux. Même si celles-ci n'ont pas toujours données lieu à la découverte de nouveau spécimen, au total, ce n'est pas moins de 72 espèces différentes qui ont été identifiées sur l'ensemble des sorties réalisées (tableau ci-dessous).

Ainsi, la richesse spécifique du milieu concerné peut-être symbolisée suivant la courbe ci-après (cf. Figure 181). Celle-ci représente les effectifs cumulés des espèces identifiées, en fonction de l'ordre chronologique des sorties réalisées selon la méthode dite «IPA».

Date	2016														2017	2018			
	11/03	24/03	02/05	12/05	20/05	07/06	11/07	08/08	23/08	26/10	03/11	15/11	24/11	30/11	21/12	05/01	21/02	21/03	06/04
Nombre de nouvelle(s) espèce(s)	18	4	5	14	4	6	4	2	4	3	0	2	2	3	0	1	0	0	0
Effectifs cumulés	18	22	27	41	45	51	55	57	61	64	64	66	68	71	71	72	72	72	72



Cette courbe montre qu'à partir de la 14^e prospection, aucune espèce nouvelle n'est mise en évidence. Il apparaît que l'effort de prospection est suffisant pour identifier les différents enjeux sur site. Par conséquent, des prospections supplémentaires ne mettraient en évidence que peu d'espèces nouvelles additionnelles. Ainsi, les 19 sorties réalisées apparaissent suffisantes pour connaître, ou du moins estimer le plus précisément possible, la population fréquentant la territoire étudiée.

Les conditions météorologiques rencontrées lors des sorties sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Date	Horaires de prospections	Conditions météorologiques			
		Direction du vent	Vitesse du vent	Nébulosité	Température
11/03/2016	8h30-14h50	-	< 5 km/h	80 %	4 à 6°C
24/03/2016	8h45-14h20	Nord-Est	5 à 10 km/h	100 %	7 à 10°C
02/05/2016	11h35-16h30	Sud-Ouest	10 à 20 km/h	0 %	20 °C
12/05/2016	8h10-13h35	-	< 5 km/h	100 %	14°C
20/05/2016	9h10-14h45	Ouest	5 à 10 km/h	100 %	15°C
07/06/2016	6h25-9h25	-	< 5 km/h	10 %	15 à 20°C
11/07/2016	8h10-11h15	Sud-Ouest	10 km/h	90 %	18 à 22°C
08/08/2016	7h45-10h45	-	< 5 km/h	100%	20°C
23/08/2016	8h45-15h00	-	< 5 km/h	0 %	22 à 25°C
26/10/2016	8h35-13h50	Nord-Est	5 à 10 km/h	20 %	15°C
03/11/2016	8h50-14h10	Est	5 km/h	10 %	11 à 12°C
15/11/2016	9h00-15h20	Sud-Ouest	5 à 10 km/h	100 % ; Rares averses	5 à 6°C
24/11/2016	8h55-14h45	Nord-Est	10 à 15 km/h	80 %	7 à 10°C
30/11/2016	8h45-15h00	-	< 5 km/h	0 %	-6 à 0°C
21/12/2016	12h15-15h20	Sud-Ouest	5 à 10 km/h	100 %	5 à 6°C
05/01/2017	11h30-14h45	Nord-Ouest	10 km/h	20 %	3 à 4°C
21/02/2018	8h00-14h40	Nord	5 à 10 km/h	0%	-2 à 2°C
21/03/2018	8h40-14h00	Nord-Est	5 à 10 km/h	0%	2 à 4°C
06/04/2018	9h00-14h50	Sud-Est	10 à 15 km/h	0%	11 à 15°C

• Prospections ciblées complémentaires

Les conditions météorologiques rencontrées lors des sorties relatives à l'Œdicnème criard (*Burhinus oedicnemus*), le 24 avril 2016, et au Râle des genêts (*Crex crex*), le 10 juin 2016 sont présentées ci-dessous :

Date	Horaires de prospections	Conditions météorologiques			
		Direction du vent	Vitesse du vent	Nébulosité	Température
21/04/2016	21h30-22h55	-	< 5 km/h	75 %	10°C
10/06/2016	22h45-00h50	Sud-est	0 à 15 km/h	100 %	18 à 16°C

H.1.4 - ÉTUDE CHIROPTÉROLOGIQUE

H.1.4.1 - Méthodes employées

Spécifiquement, l'Europe n'est pas «riche» en chauves-souris car leur diversité s'accroît à mesure que l'on s'approche de l'équateur.

Cependant, 34 espèces sont présentes en France, dont 23 ont pu être observées en région Champagne-Ardenne.

H.1.4.1.1 - Généralités

• Cycle biologique des chauves-souris

En Europe, la nourriture des chauves souris, composée exclusivement d'insectes, n'est pas disponible durant la mauvaise saison (hiver). La stratégie adaptative qu'elles ont développée sur notre continent pour faire face à la pénurie alimentaire est de ralentir toutes leurs fonctions vitales afin d'économiser de l'énergie («mode veille») : c'est l'hibernation. Cela nécessite un endroit adapté (tempéré et aux conditions constantes) comme les cavités souterraines.

Le tableau suivant regroupe les différentes phases de vie de ces animaux :

HIVER	Hibernation
PRINTEMPS	Déplacement à la recherche des quartiers d'été Femelles en colonies, mâles isolés Naissance et élevage des jeunes par la femelles
ÉTÉ	Dissémination des colonies
AUTOMNE	Accouplement des adultes Déplacement vers les lieux favorables à l'hibernation

De nombreuses études ont démontré que les chauves souris ne fréquentent pas forcément les mêmes gîtes en hiver et en été :

- pour l'hibernation, elles privilégient les endroits sombres et humides à température constante (carières, grottes, caves) ou encore d'autres lieux (arbres creux, fissures de bâtiments).
- à l'inverse, en été, les gîtes sont en général des endroits où la température est élevée, ce qui permet à chaque femelle d'élever sa progéniture dans de bonnes conditions.

Il s'établit donc d'une saison à l'autre, des mouvements entre ces différents lieux. Mais parfois la même cavité peut convenir pour toutes les saisons, simplement en se déplaçant dans celle-ci (au fond pendant l'hiver, plus près des sorties pendant l'été).

Pour la plupart des espèces, ces déplacements sont de l'ordre de quelques kilomètres voire moins. Cependant, certaines espèces comme la Noctule commune entreprennent des déplacements de plusieurs centaines de kilomètres.

• Écholocation et identification

Les chauves-souris ont la particularité de se déplacer et de chasser dans l'obscurité. Pour ce faire, elles ont développé un sonar écologique. Elles émettent un cri ultrasonore, inaudible par l'oreille humaine et captent en retour l'écho renvoyé par les obstacles.

Ce système d'écholocation est adapté au type de vol et de chasse de chaque espèce. Il leur confère rapidité et souplesse et leur permet de déterminer la taille et la nature des insectes qu'elles rencontrent. Différents signaux sont émis en fonction du type d'information recherchée (fréquence quasi-constante de chaque espèce ou modulation de fréquence).

L'identification des chiroptères repose essentiellement sur l'écholocation. En effet, le spectre d'ultrason de chaque espèce a été défini et permet de les différencier.

H.1.4.1.2 - Méthode utilisée

La méthodologie utilisée et développée ci-après s'appuie notamment sur les recommandations du «protocole d'étude chiroptérologiques sur les projets de parc éolien», validé en août 2015 par le Syndicat des Énergies Renouvelables ou SER, la Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères ou SFPEM.

Elle comprend de ce fait :

- une analyse bibliographique (contexte général, données sur le secteur),
- une identification des milieux présents ainsi que leur potentialité pour le chiroptères,
- une phase d'inventaire des espèces fréquentant le site,
- une interprétation des résultats des inventaires effectués,
- l'évaluation des risques du projet,
- la définition de mesures compensatoires.

Deux aspects sont pris en compte :

- les populations locales qui utilisent le site pour leur vie quotidienne (chasse par exemple),
- les phénomènes de migration, qui peuvent concerner des populations n'utilisant pas habituellement le site mais qui le traverse 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.

• 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,...), de même, la présence de pipistrelles ou autre dans le village voisin, n'implique pas forcément leur présence sur le site du projet.

Nous procédons donc à la recherche de cavités à proximité, c'est-à-dire sur la zone d'implantation potentielle et ses alentours, jusqu'à une distance de l'ordre d'un à deux kilomètres (base de données du BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières, et autres sources disponibles), et par l'identification des sites connus comme recelant des chiroptères, à partir des documents accessibles (public), sur une distance de l'ordre de 10 kilomètres par rapport au 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.

Pour chasser, la plupart des chauves-souris ont besoin d'éléments structurants dans le paysage. Elles 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, alignements d'arbres, chemins creux, talus...). Pour la plupart des espèces, les individus chasseurs ne s'éloignent pas de ces structures, sauf pour effectuer des déplacements locaux.

Les espèces qui s'éloignent de ces lieux bien structurés et effectuent des déplacements d'une distance dépassant plusieurs centaines de mètres sont rares (par exemple la Grande Noctule).

Il semble aussi que même dans leurs phases migratrices, les chauves-souris s'orientent par rapport à des lignes conductrices comme par exemple les grandes rivières et migrent sur un front très étendu. Au cours de leur migration, elles doivent trouver des lieux de stationnement dans le paysage dont les structures sont appropriées à leurs besoins pour faire escale.

Une absence de lignes structurantes sur un territoire est peu propice à une présence importante de chauves-souris puisqu'elles s'y appuient pour chasser et migrer. A noter que ces éléments peuvent être peu perceptibles 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.

• 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 deux méthodes.

L'écoute

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 spécialisé à cet effet. Ensuite, pour enregistrer les pistes (sons des chauves-souris perçus), nous utilisons un enregistreur R-05 qui offre un moyen aisé d'enregistrer en plein air.

Cet appareil est également muni d'une fonction rétrospective permettant de capturer les deux secondes qui précèdent le moment où vous avez appuyé sur le bouton d'enregistrement, ce qui vous permet de capturer le son souhaité sans en rater le début. Les deux piles AA permettent de réaliser environ 16 heures d'enregistrement en continu.

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.

Écoutes longues à poste fixe

Cette technique consiste à placer un enregistreur automatique, sur une longue durée (une nuit complète au minimum). Nous avons utilisé une SM2 bat, qui déclenche l'enregistrement dès qu'un signal est détecté (enregistrement en expansion de temps).

Ces enregistrements fixes sont utiles lorsque sur un site, une voie préférentielle de déplacements est identifiée ou pressentie, afin de connaître les différentes espèces concernées et leur niveau d'activité.

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 grâce au logiciel batsound sous windows.

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,...),
- 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 réduite 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.

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 de prospection se déroule de façon à couvrir l'ensemble des habitats de la zone d'étude.

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 fixes 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.

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.

Dates, horaires et conditions de prospections

Les dates et conditions de prospections sont indiquées ci-dessous :

➔ Écoutes mobiles

Date	Horaires de prospections	Conditions météorologiques			
		Direction du vent	Vitesse du vent	Nébulosité	Température
02/05/2016	21h55 - 23h30	Sud-Ouest	< 5 km/h	20 %	11 à 9°C
20/05/2016	21h50 - 23h15	Ouest	< 5 km/h	0 %	12 à 10°C
27/07/2016	22h15 - 00h10	Nord-Ouest	< 5 km/h	10 %	17°C
08/08/2016	22h00 - 23h15	Ouest	< 5 km/h	0 %	20°C
22/08/2016	21h40 - 23h20	Sud-Est	< 5 km/h	0 %	18°C
18/06/2018	23h00 - 01h10	Ouest	< 5 km/h	25 %	17 à 15°C
16/09/2016	20h35 - 22h10	Sud-Ouest	< 5 km/h	100 %	17°C
26/10/2016	19h20 - 21h15	Ouest	5 à 10 km/h	15 %	13 à 11°C
17/09/2018	20h20 - 22h30	Sud-Ouest	5 km/h	0 %	16 à 13°C

Matériel utilisé : détecteur d'ultrasons Petersson D240X et enregistreur Roland R-05

➔ Écoutes Fixes

Date	Horaires des enregistrements	Conditions météorologiques			
		Direction du vent	Vitesse du vent	Nébulosité	Température
15/08/2016	20h00 - 7h35	Sud	< 5 km/h	20 %	17°C
22/08/2016	19h45 - 7h45	Sud-Est	< 5 km/h	0 %	18°C
06/09/2016	19h15 - 8h00	Nord-Est	< 5 km/h	0 %	17 à 14 °C
17/10/2016	18h00 - 8h35	Nord-Ouest	5 à 10 km/h	50 %	14 à 10°C
23/08/2018	19h45 - 7h50	Sud-Est	< 5 km/h	0 %	21°C

Matériel utilisé : Boîtier enregistreur SM2BAT+

• Les 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...).

• Écoutes en hauteur

La SFPEM, dans ses recommandations de 2016, porte une attention particulière aux écoutes en hauteur dans le cadre des projets éoliens.

A défaut de disposer d'un mât de mesure de vent sur site permettant d'étudier ces mouvements à hauteur d'éolienne, deux séries de mesures par ballon ont été réalisées sur le site, perpendiculairement à l'axe de migration présenté dans le SRE, afin de prendre en compte les possibles migrations de chiroptères au niveau de la zone d'étude immédiate.

Le système d'écoute et d'enregistrement automatique, embarqué jusqu'à environ 80 m d'altitude par un ballon, dans les conditions optimales, permet d'enregistrer automatiquement les signaux ultrasonores des chiroptères, afin de déterminer un indice d'activité (nombre de contacts/heure) pour les points de mesure, et par conséquent, l'intérêt du site pour ces espèces.

Notons que cette méthode permet une certaine liberté dans le choix de l'emplacement de l'enregistreur, ne requérant pas la présence de structures élevées sur la zone d'implantation ou à proximité.

Par campagne, on réalise deux à trois points (environ 1h pour un point, plus la montée, la descente, le déplacement, la remise en station,...), selon les possibilités de déplacement du ballon, sur le site. A chaque point en hauteur a également été associé un micro-phone au sol pour capter les signaux au niveau du sol (comparaison de l'activité en hauteur, avec celle au sol).

Cependant, le faible nombre d'espèces présentes (5) 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, avec notamment la présence significative de la Pipistrelle commune.

Le nombre de prospection apparaît donc suffisant, pour estimer la diversité spécifique chiroptérologique du milieu.

H.1.5 - AMBIANCE SONORE

Afin de vérifier toutes les dispositions de la réglementation, le bureau VANATHEC a appliqué la méthodologie détaillée ci-dessous.

A partir des puissances acoustiques des éoliennes données en fonction des vitesses de vent, de l'implantation des machines, de la topologie du site, et suivant la réglementation en vigueur, on calcule en dB(A), les niveaux de bruit engendrés par le fonctionnement seul des éoliennes chez les riverains les plus exposés, à l'extérieur des habitations, dans les parties les plus proches du bâti (cour, jardin, terrasse), pour les orientations de vent dominantes.

Les calculs tiennent compte de l'influence des gradients de vent et de température sur la courbure des rayons sonores. Les résultats seront confrontés à ceux des modélisations informatiques effectuées pour chaque vitesse de vent en dB(A).

L'analyse de cette situation est ainsi réalisée, puisqu'elle est considérée comme la plus contraignante pour un projet éolien.

H.1.5.1.1 - Caractérisation des niveaux sonores résiduels

Les mesures acoustiques sont donc réalisées chez les riverains dont les habitations sont les plus exposées, en extérieur, dans des positions considérées comme lieux d'occupation normale des habitations (sur des terrasses ou pelouses proches des maisons). Les niveaux globaux en dB(A) sont enregistrés.

En parallèle des mesures acoustiques, les vitesses et orientations du vent sont enregistrées sur le site par le mât de mesure installé par le développeur (relevés à plusieurs hauteurs). Dans tous les cas, les données de vent sont ramenées à 10m au dessus du sol pour les analyses.

L'analyse simultanée des mesures acoustiques et de vent permet de donner l'évolution des niveaux résiduels en fonction des vitesses de vent sous forme de nuages de points. Les valeurs les plus probables pour chaque classe de vitesse de vent sont relevées à l'aide de la médiane obtenue en considérant les échantillons à l'intérieur de chaque classe de vitesse de vent. Ces analyses sont effectuées de jour et de nuit pour les valeurs en dB(A).

H.1.5.1.2 - Modélisation informatique

En considérant la direction du vent, l'influence des gradients de vent et de température sur la courbure des rayons sonores, l'absorption atmosphérique et les éventuels effets de sol et de relief, les niveaux sonores prévisibles chez les riverains les plus exposés, à l'extérieur des habitations, ont été estimés à l'aide du logiciel CadnaA, pour les orientations de vent dominantes.

H.1.5.1.3 - Analyse des émergences, mode de fonctionnement réduit

La conformité du projet est vérifiée en fonction des exigences réglementaires pour l'extérieur des habitations. Des modes de fonctionnement spécifiques du parc sont alors étudiés pour les situations estimées comme non réglementaires. Ces modes de fonctionnement correspondent à des réductions du bruit des machines par modification des vitesses de rotation ou des angles de pales (bridages).

Le cas échéant, lorsque les gains par bridage sont insuffisants, l'arrêt de la machine incriminée sera envisagé sur la période critique.

H.1.5.1.4 - Niveaux sonores maximum à proximité des machines

• Estimation des contributions sonores maximales

Le bruit des éoliennes augmente avec la vitesse du vent pour atteindre une valeur maximale de puissance acoustique quand la machine atteint son régime nominal. Ce régime nominal se situe entre 7 et 10m/s selon les machines (pour une référence de vent à 10 m du sol en conditions standardisées).

Nous nous placerons dans ces conditions de fonctionnement pour estimer la contribution maximale des machines dans cette zone.

• Caractérisation du bruit de fond

Lorsque cela est possible, le bruit de fond dans la zone de proximité des éoliennes sera caractérisé à l'aide de mesures ponctuelles de jour et de nuit. La zone d'étude étant importante, une analyse préalable de l'environnement sonore de la zone (présence de bois, de route ou autoroute, champs ...) permettra de définir le nombre de points de mesure nécessaires à la caractérisation du bruit de fond sur toute la zone.

Les mesures seront réalisées sur plusieurs heures en continu de jour et de nuit. Elles seront corrélées aux vitesses de vent de manière à caractériser la valeur maximale du bruit de fond atteinte pour les vitesses de vent les plus élevées.

• Niveaux sonores maximum total

Le niveau maximum total à proximité des machines sera obtenu par la somme logarithmique de la valeur maximale du bruit de fond et de la contribution sonore des éoliennes.

Cette valeur sera à comparer aux seuils maximum réglementaires (70dB(A) de jour et 60dB(A) de nuit).

H.1.5.1.5 - Étude de tonalité marquée

La recherche d'une tonalité marquée consiste à repérer l'émergence d'une bande de fréquence par rapport à ces bandes adjacentes dans un spectre non pondéré du niveau sonore ambiant par bande de tiers d'octave entre 50 Hz et 8 000 Hz, mesuré dans la zone à émergence réglementée (généralement chez un riverain).

La réglementation considère qu'il y a tonalité marquée si la valeur de la différence de niveau entre la bande étudiée et les quatre bandes les plus proches (les deux immédiatement à droite et les deux immédiatement à gauche) atteint ou dépasse les valeurs suivantes en fonction des fréquences.

La recherche de tonalité marquée doit s'effectuer sur toutes les plages de vitesses de vent. Les données constructeurs sur les émissions sonores des machines par bande de tiers d'octave montrent que la forme du spectre n'évolue pas d'une vitesse de vent à l'autre. Toutes les valeurs par bande de tiers d'octave augmentent de la même manière avec la vitesse du vent et la signature spectrale de l'éolienne reste la même.

En étude prévisionnelle de l'impact acoustique du parc, la signature spectrale de la machine chez les riverains restera donc théoriquement la même quelle que soit la vitesse du vent. En mesure de contrôle, une pale défectueuse pourra émettre une tonalité marquée pour une certaine vitesse de vent. Dans ce cas, il y a un intérêt à effectuer une mesure spectrale pour chaque vitesse de vent afin de détecter l'anomalie.

En phase prévisionnelle, l'étude de tonalité pour une vitesse de vent suffira donc à répondre à la problématique. Cette étude sera réalisée pour la vitesse de vent la plus souvent rencontrée sur le site

H.1.5.1 - Opérations de mesurage des niveaux sonores résiduels

Les mesures acoustiques ont consisté à placer un sonomètre chez les riverains situés à proximité du projet, dont les habitations sont les plus exposées, en extérieur, dans des positions considérées comme lieux d'occupation normale des habitations (sur des terrasses ou pelouses proches des maisons). Les niveaux globaux en dB(A) sont enregistrés.

Pour enregistrer les bruits résiduels des éoliens aux alentours de la zone d'implantation, les mesures se sont déroulées du 8 juin au 20 juin 2017. La durée des mesures a été de 11 jours pour 4 points « longues durées » (2, 3, 4 et 5)

• Matériel utilisé

Le matériel suivant a été utilisé :

- Sonomètres intégrateurs de classe 1,
- Calibreur conforma à la norme EN CEI 60-942.

H.2 - MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION DES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT

H.2.1 - EFFETS SUR LE PAYSAGE

La démarche paysagère s'est appuyée sur plusieurs échelles d'investigation : la perception lointaine, la perception des abords du site et la perception des abords immédiats du site et depuis celui-ci.

La démarche paysagère du projet a débuté par une évaluation des caractéristiques du site avant l'investigation plus poussée. Dans ce cadre, plusieurs variantes ont été imaginées. Seule une configuration a été retenue au vue de l'harmonie générale du parc et des impacts paysagers limités. Une liste des points de vues à traiter a été établie à la suite d'une analyse paysagère réalisée par la société Planète Verte.

La société Energieteam s'est ensuite chargée de la réalisation des points de vues et de la réalisation des photosimulations.

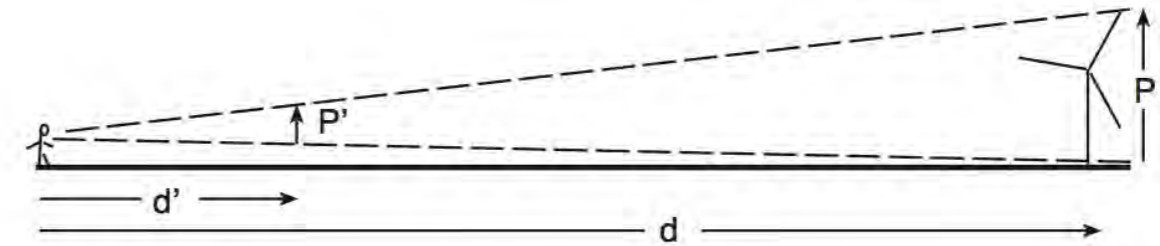
• Méthodologie ZVI

La ZVI (Zone Visuelle d'Influence) est une carte de présentation des surfaces depuis lesquelles le parc éolien est potentiellement visible. Ce calcul est effectué à partir du module ZVI du logiciel Windpro (version 2.7) pour l'ensemble des éoliennes proposées sur le site.

Son calcul est basé sur un modèle numérique de terrain créé à partir des courbes de niveau digitalisées. Les obstacles sont également numérisés à partir de cartes au 1/25 000 avec une hauteur définie (forêts : 25 m, boisements : 15 m).

L'aire d'étude est divisée en carrés de surface égale (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 un obstacle (colline, habitation, boisement).

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 d'un obstacle non répertorié (haie ...).



• Méthodologie pour estimer l'impact visuel réel du parc

Afin de donner un meilleur aperçu de l'impact visuel du parc éolien, nous avons réalisé des simulations montrant ce que percevra l'observateur en réalité. Ces photosimulations ont été réalisées selon la méthode suivante :

Un observateur se trouvant à une distance d d'une éolienne percevra une hauteur P. En appliquant le théorème de Thalès, on considère que l'équivalent de ce que le lecteur doit percevoir en se trouvant à une distance d' du projet est la hauteur P'. L'angle de perception est ainsi conservé.

On obtient la hauteur P' par le rapport suivant : $P' = P \times d' / d$, avec :

- P : hauteur réelle de l'éolienne,
- P' : hauteur de l'éolienne sur la photosimulation,
- d : distance réelle entre l'observateur et l'éolienne,
- d' : distance du lecteur par rapport au dossier d'étude d'impact (40 cm)

Dans l'étude d'impact, pour les photosimulations montrant l'impact réel, la taille des images a été définie de manière à ce que la taille des éoliennes de l'image correspondent aux valeurs P' obtenues par le calcul exposé ci-dessus.

L'impact visuel de l'ensemble des éoliennes a été défini en fonction de la distance entre le point d'observation et les éoliennes. Les conditions retenues pour la visibilité des éoliennes ont toujours été les conditions de visibilité maximale, même quand les conditions de prise de vue n'étaient pas excellentes. De ce fait, l'impact visuel des éoliennes simulées est toujours plus fort que ce qu'un observateur observera à l'avenir dans des conditions réelles.

H.2.2 - IMPACTS SUR L'OMBRE

Pour évaluer les temps d'exposition aux ombres projetées des éoliennes, on utilise le logiciel Windpro 2.7. Après avoir intégré les cartes, la topographie (résolution 10m), les éoliennes (notamment le gabarit du modèle utilisé pour la simulation : Nordex N 131) ainsi que leurs références géographiques, 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.

H.2.3 - ÉTUDE DE DANGERS

L'étude de danger a été réalisée en prenant comme base le guide technique de l'INERIS (*Élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens - mai 2012*)

H.2.3.1 - Données d'entrée

Le modèle d'éolienne retenu est la Nordex N 131 - 3MW avec pour caractéristique :

Modèle : Nordex N 131 - 3MW	
Critères	Mesures
Hauteur total en bout de pale (m)	165 m
Hauteur sol-pale (m)	34,3 m
Hauteur maximal du mât jusqu'au moyeu (m)	99 m au maximum
Diamètre du mât maximum (m)	7 m au maximum
Diamètre du rotor (m)	131 m
Longueur de la pale	64,7 m
Largeur à la base de la pale maximum (m)	6 m au maximum

H.2.3.2 - Comptage des personnes permanentes

L'approche adoptée dans l'étude de danger consiste à assimiler l'ensemble de la zone d'effet à des espaces aménagés mais peu fréquentés, dès lors qu'une voie de circulation ayant un trafic journalier inférieur à 2000 véhicules par jour, dite « *voie de circulation non structurante* », est incluse dans la zone d'effet (chemin de terre, voie communale, route départementale ou autre).

Cette méthode retenue pour son caractère majorant, permet de reporter le ratio le plus défavorable sur l'ensemble de la zone d'effet, sans considérer dans le calcul, le linéaire ou la surface de la voirie. Ainsi, le résultat sera identique entre une zone d'effet comprenant quelques mètres de voies de circulation non structurantes et une zone quadrillée par celles-ci.

Il en sera de même entre une zone d'effet contenant quelques chemins de terres où le passage est très limité (< à 10 véhicules/jour) et une zone comprenant une départementale relativement fréquentée (par exemple plusieurs centaines de véhicules par jour), tout en restant en deçà du seuil des voies structurantes égale à 2000 véhicules par jour.

H.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 modèle exact de l'éolienne et le déroulement du chantier. Ainsi des données tels que le volume exact de béton nécessaire et le nombre d'allers-retours des engins sont difficiles à estimer précisément. Ils dépendront par exemple des résultats des études de sols : les données indiquées dans le dossier sont des fourchettes basées sur les moyens de construction habituels. Cependant, certaines valeurs comme la quantité de béton pourront être ajustées en fonction des résultats des études de sol.

Néanmoins, nous avons fourni, soit des écarts de valeurs, soit des estimations qui permettent d'évaluer de façon satisfaisante le projet.

• Évaluation de la consommation d'énergie

Il est demandé dans l'étude d'impact de fournir la consommation énergétique engendrée par le projet, que ce soit lors de la fabrication des différents matériaux ou lors de la phase de construction en elle-même. La consommation énergétique de l'ensemble des étapes : fabrication, transport, chantier, démantèlement doit être indiquée.

Cependant, nous ne disposons pas toujours des informations nécessaires à l'estimation de la consommation énergétique précise. Toutefois, les résultats obtenus permettent de confirmer que la consommation énergétique correspondant à la fabrication et à l'installation d'une éolienne est compensée durant la première année d'exploitation.

• Difficultés dans le choix des photosimulations

La difficulté dans cette partie repose sur l'identification des différentes fenêtres de visibilité du parc et sur le choix des vues nécessitant d'être traitées dans l'étude paysagère. En effet, il faut tenter d'illustrer l'effet réel du parc éolien sur le paysage sans pour autant étudier l'ensemble des fenêtres de visibilité.

Notre choix s'est donc porté sur les vues les plus fréquentées par la population. Nous avons ainsi étudié les vues directes sur le projet depuis les communes environnantes ainsi que les vues depuis les grands axes de circulation et les principaux sites.

Les points de vue permettant la réalisation de simulation sont donc essentiellement localisés au niveau des sorties de village, des cœurs de vie (places,...), au niveau des voies de circulation importantes, mais aussi au niveau des sites touristiques et des monuments historiques compris dans le périmètre d'étude rapprochée.

Des photosimulations ont également été réalisées aux abords des villages abritant un Monument historique afin d'étudier une éventuelle covisibilité entre le projet et les monuments concernés.

• Difficultés liées à la météorologie

La difficulté rencontrée lors des inventaires repose sur les mauvaises conditions climatiques rencontrées lors du printemps 2016. En effet, aucune prospection concernant les chiroptères n'a pu être réalisée au cours du mois d'avril 2016 en raison de conditions météorologiques largement défavorables et non conformes aux recommandations du Guide national¹. Lesdites recommandations, établies par la Société Française pour l'Étude et la Protection des Mammifères², sont les suivantes : absence de pluie et de brume ou brouillard, vent <5 m/s (18 km/h), T°C > 10 °C (dans les régions les plus froides, T°C > 8 °C)

Toutefois, le nombre, la fréquence et les périodes des prospections ont néanmoins permis d'obtenir un échantillon représentatif du contexte faunistique de la zone d'étude.

• Évaluation des impacts sur l'avifaune

La difficulté dans cette partie repose surtout sur le manque de données bibliographiques précises : les distances de dérangements par exemple ou les capacités d'adaptation de chaque espèce.

En l'occurrence, il est donc difficile de savoir dans quelle mesure une espèce est susceptible d'abandonner le site suite à l'implantation des éoliennes.

Les mesures de suivi de l'avifaune (cf. «E.3.4 - Mesures d'accompagnement», page 439) permettront justement d'évaluer ce type d'effet.

• Évaluation des impacts sur les chiroptères

La bibliographie actuelle s'enrichit en documentation sur l'impact des parcs. Néanmoins, ces études s'intéressent généralement à des parcs éoliens problématiques : contraintes environnementales importantes, parcs éoliens très denses en éoliennes, relief accidenté, parcs en bordure de zones sensibles, pales qui descendent à basse altitude.

Aucune étude ne s'intéresse aux parcs éoliens implantés au milieu des openfields et ne présentant aucune contrainte faunistique majeure. Aussi manque-t-on de données pour ce type de projet, néanmoins, il demeure que le risque d'impact est d'autant plus faible que le milieu est peu riche.

¹ : Guide relatif à l'élaboration des études d'impacts des projets de parcs éoliens terrestres ; MEEM, déc. 2016.
² : Diagnostic chiroptérologique pour les parcs éoliens terrestres (version 2.1) ; Groupe Chiroptères de la SFEPM, 2016

I - CONCLUSION

Le projet éolien du parc de Rochebeau est constitué de 7 éoliennes dont la puissance sera de 3MW chacune.

Le site du projet est localisé sur une plaine agricole, sur les communes de Bagneux, Clesles et Étrelles-sur-Aube.

Exploité en openfield, le secteur ne présente pas de contraintes majeures pour l'implantation d'éoliennes.

Le choix d'implantation a été fait dans l'objectif de maximiser la cohérence paysagère, notamment en prenant en compte les unités paysagères des Vallées de l'Aube et de la Seine, sans engendrer d'effets majeurs sur la perception du paysage.

De même, tout a été mis œuvre afin d'intégrer le projet tout en préservant au mieux les Monuments historiques proches, dont l'Église d'Anglure, inscrite et classée au titre des Monuments historiques, située à environ 4,5km de la zone du projet, pour laquelle une très faible covisibilité a été mise en évidence. L'implantation du projet en prenant en compte les parcs existants, notamment de Longueville-sur-Aube, permet de former ainsi un ensemble cohérent, ces parcs étant régulièrement visibles dans le même axe de perception..

L'absence de contraintes environnementales majeures a permis d'adopter un positionnement des éoliennes en vue d'optimiser la production énergétique tout en gardant un éloignement important aux habitations (800 m au minimum).

L'implantation a également été choisie afin de limiter les nuisances acoustiques. **Aucun plan de bridage n'est donc nécessaire.**

L'analyse des autres impacts du projet, réalisée notamment au travers de diverses études spécifiques (floristique, faunistique, acoustique,...) montre des contraintes globalement faible :

- **aucun défrichement,**
- **aucun à faible impact direct sur les habitats naturels,**
- **faible impact sur l'activité agricole.**

De manière plus spécifique, concernant la faune, l'analyse des impacts montre des **impacts globalement faibles et non significatifs pour les espèces de chiroptères d'intérêt.**

Le groupe comprenant les Pipistrelles et les Sérotines est sensible aux risques de collision. Toutefois, ces espèces sont relativement communes dans la région et certaines mesures proposées (éloignement à plus de 300m de toute zone à enjeux, éviter de rendre les abords des plate-formes attractifs, mise en place de grilles au niveau des nacelles,..) permettent de réduire d'autant plus le risque de collision et de le qualifier de faible.

Les impacts liés aux risques de collision et de perturbation de l'avifaune concernent essentiellement l'Œdicnème criard qui niche sur la zone, de même que les Busards et d'autres espèces qui nichent à proximité au niveau des zones agricoles.

Toutefois, un certain nombre de mesures ont été proposées dans le cadre des expertises faunistiques permettant de relativiser ces impacts (éviter de commencer les travaux pendant la période de reproduction ou intervention d'un ornithologue en amont des travaux pour rechercher d'éventuels nids).

Quelques rapaces et autres espèces (Vanneau huppé, Traquet motteux,...) fréquentent également le site en période de migration et d'hivernage. Rappelons qu'un suivi de l'avifaune (comportement et mortalité) est prévu, notamment en période de nidification et de migration.

L'étude de dangers a permis d'identifier les risques présentés par les produits, procédés mis en œuvre, les effets d'accidents susceptibles d'intervenir sur le site. Les mesures d'organisation, les moyens de prévention et de protection mis en œuvre dans le projet permettent de maintenir le risque à un niveau acceptable.

Considérant la volonté nationale de développement des énergies renouvelables et de réduction des gaz à effet de serre, tout en limitant le mitage du territoire, ce projet apparaît donc compatible avec les autres aspects environnementaux.