

Résumé non technique de l'étude de dangers

Ferme éolienne la Butte de Menonville



Février 2018

Version Consolidée



Volkswind France SAS

SAS au capital de 250 000 € R.C.S PARIS 439 906 934

Centre Régional de Tours

« Les Granges Galand »

37550 SAINT AVERTIN

Tél : 02.47.54.27.44 / Fax : 02.47.54.67.58

www.volkswind.fr

Auteur de l'étude de dangers : Justine Boschet, Chargée d'études
Relecteur : Sébastien Colomb, Chef de projets

SOMMAIRE

I.	RESUME NON TECHNIQUE.....	4
II.	DEFINITION DU PERIMETRE D'ETUDE	4
III.	DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION	5
	III.1. Le parc éolien.....	5
	III.2. L'éolienne	5
	III.3. Les aires de montage.....	10
	III.4. Le raccordement.....	11
IV.	DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT.....	14
	IV.1. L'environnement humain et matériel.....	14
	IV.2. L'environnement naturel.....	18
V.	PRESENTATION DE LA METHODE D'ANALYSE DES RISQUES.....	21
	V.1. Identification des potentiels de dangers de l'installation	21
	V.2. Analyse du retour d'expérience.....	21
	V.3. Analyse préliminaire des risques	21
	V.4. Étude détaillée des risques.....	24

Table des illustrations

Figure 1: Schéma simplifié d'un aérogénérateur	6
Figure 2: Illustration des emprises au sol d'une éolienne.....	10
Figure 3 : Raccordement électrique des installations	11
Figure 4 : Plan du poste de livraison 11 m x 2.55 m.....	12
Figure 5 : Rose des vents de la station de Chartres (Source Météo France – données 1971-2000).....	18
Figure 6 :Evolution du nombre d'accident en fonction du nombre d'éoliennes installées	21

Table des tableaux

Tableau 1 : Gabarits des éolienne Enercon.....	5
Tableau 2 : Caractéristiques de l'éolienne Enercon E92	7
Tableau 3 : Distance du parc aux routes	14
Tableau 4 : Arrêté de catastrophe naturelle sur la commune de Villars	20
Tableau 5: Principales mesures de maîtrise des risques et leur description	23
Tableau 6: Conversion d'intensité d'un risque en degré d'exposition.....	24
Tableau 7: Classes de probabilité.....	25
Tableau 8 : Tableaux de synthèse des scénarios étudiés.....	26
Tableau 9 : Synthèse de l'acceptabilité des risques.....	27
Tableau 10 : Récapitulatif du risque de chute de glace	27

Table des cartes

Carte 1 : Localisation générale du projet (Source : Géoportail).....	4
Carte 2 : Périmètre d'étude autour du projet.....	5
Carte 3: Plan d'implantation du poste de livraison.....	12
Carte 4 : Carte de localisation du réseau inter-éolienne	13
Carte 5 : Localisation des voies de communication dans le périmètre d'étude	15
Carte 6 : Positionnement des éoliennes en fonction des contraintes radar.....	16
Carte 7 : Localisation des captages d'eau et de leurs périmètres de protection	17
Carte 8 : Synthèse des risques de l'éolienne E01.....	28
Carte 9 : Synthèse des risques de l'éolienne E02.....	28
Carte 10 : Synthèse des risques de l'éolienne E03.....	29
Carte 11 : Synthèse des risques de l'éolienne E04.....	29

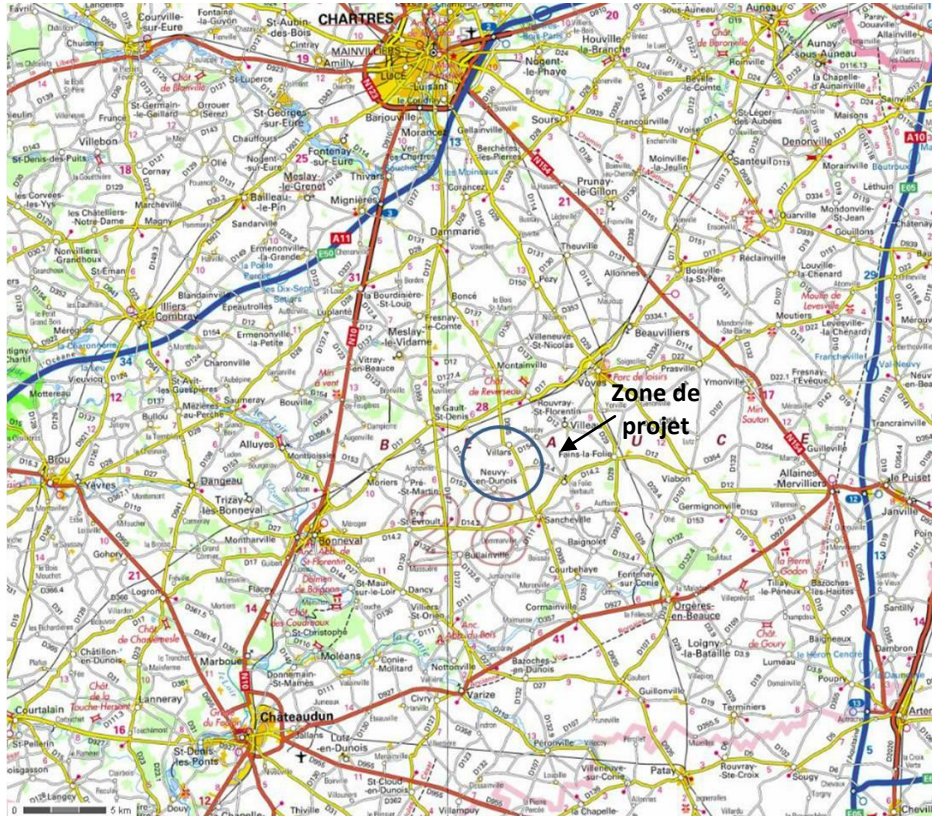
I. RESUME NON TECHNIQUE

L'étude de dangers a pour rôle d'identifier de manière exhaustive les potentiels de dangers et les risques associés afin de déterminer et de mettre en œuvre les moyens pour en réduire les impacts et la probabilité.

Cette étude de danger est réalisée avec des éolienne Enercon E92, de puissance nominale 2.35 MW qui équiperont la ferme éolienne de la Butte de Menonville. Ces éoliennes ont une hauteur sommitale respective de 115 m pour l'éolienne E01, de 123 m pour l'éolienne E02 et de 124 m pour les éoliennes E03 et E04.

❖ Localisation du site

Le parc éolien de la Butte de Menonville est composé de 4 aérogénérateurs. Il est localisé sur la commune de Villars, dans le département de l'Eure-et-Loir (28) en région Centre-Val-de-Loire.



Carte 1 : Localisation générale du projet (Source : Géoportail)

II. DÉFINITION DU PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE

Le « périmètre d'étude » est le périmètre autour du projet dans lequel sera étudié plus particulièrement les potentiels de dangers et risques associés identifiés dans le cadre de cette étude. Il correspond à la plus grande distance d'effet des scénarios développés dans la suite de l'étude.

Compte tenu des spécificités de l'organisation spatiale d'un parc éolien, composé de plusieurs éléments disjoints, la zone sur laquelle porte l'étude de dangers est constituée d'une aire d'étude par éolienne.

Chaque aire d'étude correspond à l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 m à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur. Cette distance équivaut à la distance d'effet retenue pour les phénomènes de projection d'élément de l'éolienne.

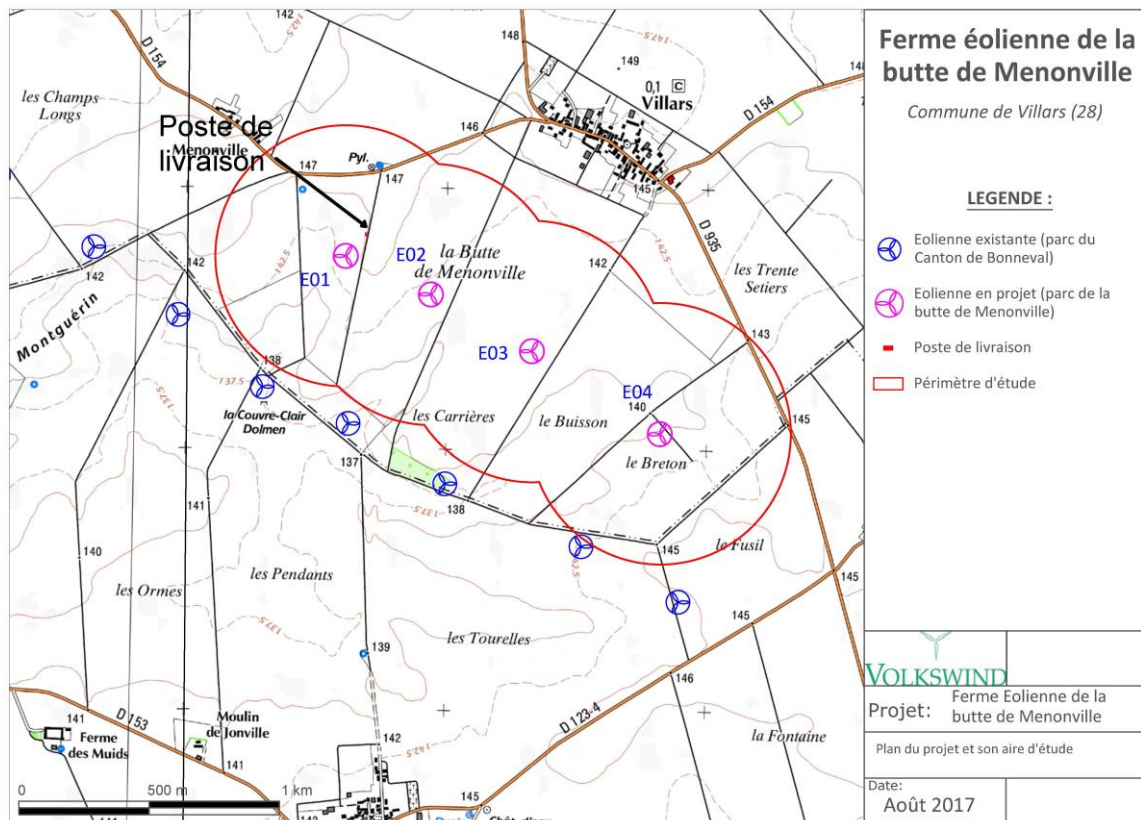
III. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

III.1. LE PARC EOLIEN

Le parc éolien de la Butte de Menonville se situe sur la commune de Villars dans le département de l'Eure-et-Loir. Avec 4 éoliennes de type E92-2.35MW, la puissance totale du parc est de 9.4 MW. Les aérogénérateurs sont positionnés en ligne parallèle au parc existant du Canton de Bonneval.

Le poste de livraison est localisé à proximité de l'éolienne E01.

Les éoliennes seront équipées d'un balisage lumineux.



Carte 2 : Périmètre d'étude autour du projet

III.2. L'ÉOLIENNE

Les 4 éoliennes prévues sont des Enercon E92-2.35MW. La hauteur sommitale de ces quatre éoliennes est différente afin de respecter les contraintes de l'aviation militaire. De plus, cela permet d'être harmonieux avec le parc existant du Canton de Bonneval. En effet, grâce à différentes hauteurs de mât, les éoliennes E92 seront alignées en altitude sommitale avec le parc existant.

Leurs descriptions de gabarit sont les suivantes :

Eolienne	E01	E02	E03	E04
Hauteur moyen	69 m	77 m	78 m	78 m
Diamètre du rotor	92 m	92 m	92 m	92 m
Hauteur total en bout de pale	115 m	123 m	124 m	124 m

Tableau 1 : Gabarits des éolienne Enercon

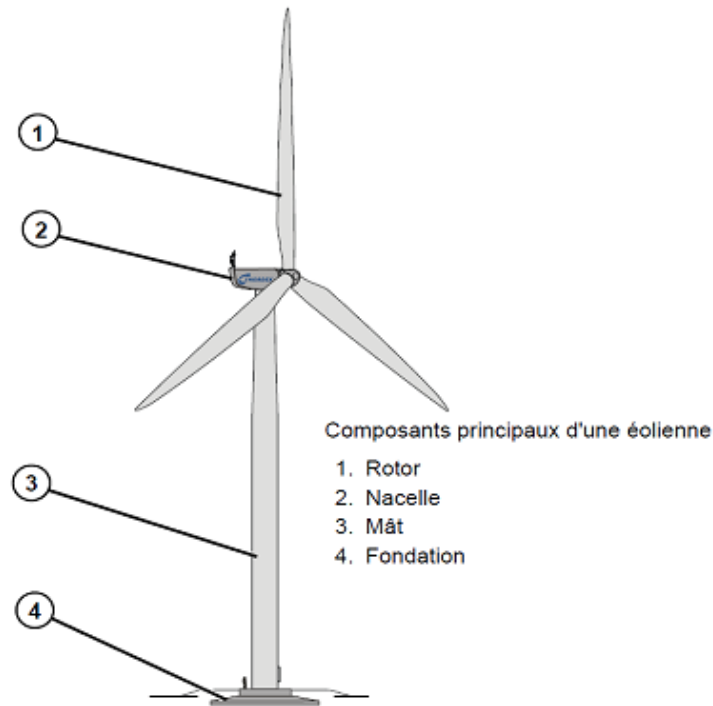


Figure 1: Schéma simplifié d'un aérogénérateur

Caractéristiques de l'éolienne Enercon E92		
Conditions climatiques	Certificat	Classe 2 selon IEC 61400-1
Conception technique	Puissance nominale	2350 kW
	Régulation de puissance	Variation active de pale individuelle
	Diamètre du rotor	92 m
	Hauteur du moyeu	69 m pour l'éolienne E01 77 m pour les éoliennes E02 78 m pour les éoliennes E03 et E04
	Concept de l'installation	Sans boîte de vitesse, vitesse de rotation variable, convertisseur intégral
	Plage de vitesse de rotation du rotor	2 m/s à 40 m/s
Rotor <i>Capte l'énergie mécanique du vent et la transmette à la génératrice</i>	Type	Orientation active des pales face au vent
	Sens de rotation	Sens horaire
	Nombre de pales	3
	Surface balayée	6 648 m ²
	Contrôle de vitesse	Variable via microprocesseur
	Contrôle de survitesse	Pitch électromotorisé indépendant sur chaque pale
	Matériau des pales	Plastique renforcé à la fibre de verre (GFK), protection contre la foudre intégrée en accord complet avec la norme IEC 61 - 400-24 (Juin 2010)

Caractéristiques de l'éolienne Enercon E92		
Nacelle <i>Supporte le rotor et abrite le dispositif de conversion de l'énergie mécanique en électricité (génératrice, etc.) ainsi que les dispositifs de contrôle et de sécurité</i>	Arbre de rotor <i>Transmet le mouvement de rotation des pales</i>	Entraîné par les pales
	Génératrice <i>Produit l'électricité</i>	Synchrone (sans boîte de vitesse) Tension de 400 V
	Frein principal aérodynamique	Orientation individuelle des pales par activation électromécanique avec alimentation de secours
Système de freinage	Frein auxiliaire mécanique	Frein à disque à actionnement actif sur l'arbre rapide
Mât <i>Supporte le rotor et la nacelle</i>	Nombre de sections	5 sections
	Protection contre la corrosion	Traitement anticorrosion répondant à la norme ISO 9223.
	Fixation du pied du mât	Mât acier avec cage d'ancrage
Transformateur <i>Elève la tension de sortie de la génératrice avant l'acheminement du courant électrique par le réseau</i>	Caractéristiques	A l'intérieur du mât Tension de 20 kV à la sortie
Fondation <i>Ancre et stabilise le mât dans le sol</i>	Dimensions	Design adapté en fonction des études géotechnique et hydrogéologique réalisées avant la construction
	Type	En béton armé, de forme octogonale
Contrôle commande	Démarrage automatique après coupure de réseau	Oui
	Démarrage automatique après vent de coupure	Oui
Périodes de fonctionnement	1,1 à 2 m/s	Un automate, informé par une girouette, commande aux moteurs d'orientation de placer l'éolienne face au vent
	Environ 2 m/s	Le vent est suffisant pour générer de l'électricité. L'éolienne peut être couplée au réseau électrique
	> 2 m/s	La génératrice délivre un courant électrique alternatif, dont l'intensité varie en fonction de la vitesse du vent
	14 à 25 m/s	L'éolienne fournit sa puissance nominale. Cette dernière est maintenue constante grâce à une réduction progressive de la portance des pales
Poste de livraison <i>Adapte les caractéristiques du courant électrique à l'interface entre le réseau privé et le réseau public</i>	Caractéristiques	Equipé de différentes cellules électriques et automates qui permettent la connexion et la déconnexion du parc éolien au réseau 20 kV

Tableau 2 : Caractéristiques de l'éolienne Enercon E92

❖ Principe de fonctionnement

Les instruments de mesure de vent placés au-dessus de la nacelle conditionnent le fonctionnement de l'éolienne. Grâce aux informations transmises par **la girouette** qui détermine la direction du vent, le rotor se positionnera pour être continuellement face au vent.

Les pales se mettent en mouvement lorsque **l'anémomètre** (positionné sur la nacelle) indique une vitesse de vent d'environ 2 m/s et que l'éolienne peut être couplée au réseau électrique.

Les éoliennes ENERCON sont dépourvues de multiplicateur. La génératrice est entraînée directement par l'arbre « lent » lié au rotor et transforme alors l'énergie mécanique captée par les pales en énergie électrique.

La puissance électrique produite varie en fonction de la vitesse de rotation du rotor, l'éolienne fournit sa puissance maximale quand une certaine vitesse de vent est atteinte. Cette puissance est dite « nominale ».

Les éoliennes ENERCON E92 disposent d'un système de contrôle spécial « Mode tempête » leur permettant de fonctionner par vents violents. Sans ce mode tempête, les éoliennes s'arrêteraient quand la vitesse de vent atteint environ 25m/s. Avec l'activation de ce mode, elles peuvent continuer à produire en mode bridé jusqu'à 40m/s (en moyenne sur 12s). Cela signifie que le système contrôle de l'éolienne va réduire la puissance de l'éolienne jusqu'à la vitesse d'arrêt. Ce système offre deux avantages : un gain de productible et une influence positive sur la stabilité du réseau électrique du fait que la puissance injectée est réduite graduellement évitant les passages brusques de pleine puissance à puissance nulle.

❖ Sécurité de l'installation

La société ENERCON, fournissant les machines et en assurant la maintenance, est certifiée ISO 9001. Le système de management de la qualité et tous les processus de production sont conformes à la norme ISO 9001.

Les aérogénérateurs de type E92 font l'objet d'évaluations de conformité (tant lors de la conception que lors de la construction), de certifications de type (certifications CE) par un organisme agréé et de déclarations de conformité aux standards et directives applicables. Les équipements projetés répondront aux normes internationales de la Commission électrotechnique internationale (CEI) et Normes françaises (NF) homologuées relatives à la sécurité des éoliennes, et notamment :

- la norme IEC61400-1 / NF EN 61400-1 intitulée « Exigence de conception », qui spécifie les exigences de conception essentielles pour assurer l'intégrité technique des éoliennes. Elle a pour objet de fournir un niveau de protection approprié contre les dommages causés par tous les risques pendant la durée de vie prévue. Elle concerne tous les sous-systèmes des éoliennes tels que les mécanismes de commande et de protection, les systèmes électriques internes, les systèmes mécaniques et les structures de soutien ; La norme IEC 61400-1 spécifie les exigences de conception essentielles pour assurer l'intégrité technique des éoliennes.
- la norme IEC61400-22 / NF EN 61400-22 Avril 2011 intitulée « essais de conformité et certification », qui définit les règles et procédures d'un système de certification des éoliennes comprenant la certification de type et la certification des projets d'éoliennes installées sur terre ou en mer. Ce système spécifie les règles relatives aux procédures et à la gestion de mise en œuvre de l'évaluation de la conformité d'une éolienne et des parcs éoliens, avec les normes spécifiques et autres exigences techniques en matière de sécurité, de fiabilité, de performance, d'essais et d'interaction avec les réseaux électriques.
- la norme CEI/TS 61400-23:2014 intitulée « essais en vraie grandeur des structures des pales » relative aux essais mécaniques et essais de fatigue.

D'autres normes de sécurité sont applicables :

- la génératrice est construite suivant le standard IEC60034 et les équipements mécaniques répondent aux règles fixées par la norme ISO81400-4.
- la protection foudre de l'éolienne répond au standard IEC61400-24
- l'éolienne respecte la réglementation NF EN 55011 de 2009 relative aux réglementations qui concernent les ondes électromagnétiques.

- le traitement anticorrosion des éoliennes répond à la norme ISO 9223.

Au cours de la construction de l'éolienne, le maître d'ouvrage mandatera un bureau de vérification pour le contrôle technique de construction.

Les performances des éoliennes sont garanties dans la mesure où les conditions d'installation sont conformes aux spécifications d'ENERCON.

❖ Opérations de maintenance de l'installation

Au moment de la mise en service des tests et inspection spécifiques sont réalisées :

- **Tests de mise en service** : essai de survitesse et tests électriques.
- **Maintenance des 300 heures** : La première maintenance après la mise en service a lieu après 300 heures. Au cours de cette opération, l'intégralité des opérations de maintenance précédemment mentionnées est effectuée.

Puis, les équipes de techniciens Enercon interviennent au moins une fois tous les 6 mois sur les éoliennes en maintenance préventive :

- **6 mois** : graissage d'entretien
- **12 mois** : maintenance électrique et mécanique
- **18 mois** : graissage d'entretien
- **24 mois** : maintenance électrique et mécanique
- **48 mois** : maintenance étendue (réalisée tous les 4 ans)

Chaque éolienne dispose d'un carnet de maintenance dans lequel sont consignées les différentes opérations réalisées. De plus, une inspection visuelle de l'état général de l'éolienne est effectuée lors de chaque opération de maintenance.

Ces opérations de maintenance garantissent le suivi et la durabilité des éoliennes dans le temps, comme le montrent les photos ci-dessous.

○ Inspection visuelle

Lors des inspections visuelles, les points particuliers de vigilance sont axés sur les aspects suivants :

- Corrosion
- Dommages mécaniques (par ex. fissures, déformation, écaillage, câbles usés)
- Fuites (huile, eau)
- Unités incomplètes
- Encrassements / corps étrangers

Ces opérations d'inspection sont faites au moins une fois par an.

○ Graissage d'entretien

Les opérations de graissage visent à s'assurer du bon état des pièces mobiles et d'assurer un appoint ou de vidanger les huiles et lubrifiants.

L'ensemble des points à vérifier est précisé dans le Plan de Maintenance relatif au graissage défini pour chaque modèle.

○ Maintenance électrique

Les opérations de maintenance électrique visent à s'assurer du bon fonctionnement de tous les équipements électrique actifs (transformateurs, éclairage, mises à jour logicielles, ...) et passifs (mises à la terre, ...).

L'ensemble des points à vérifier est précisé dans le Plan de Maintenance Electrique défini pour chaque modèle.

○ Maintenance mécanique

Lors des opérations de maintenance mécanique, les points particuliers de vigilance sont axés sur les aspects suivants :

- Panneaux d'avertissement
- Pied du mât / local des armoires électriques
- Fondations
- Mât : Echelle de secours, ascenseurs de service, Plateformes et accessoires, Chemin et fixation de câbles, Assemblages à vis
- Nacelle : treuil à chaîne, extincteurs et trousse de secours, système de ventilation, câbles, trappes, support principal, arbre de moyeu, Transmissions d'orientation, Contrôle d'orientation (« yaw »), Couronne d'orientation, Entrefer du générateur, Groupe hydraulique, Frein électromécanique, Dispositif de blocage du rotor, Assemblages à vis, ...
- Tête du rotor : Rotor, Câbles et lignes, Générateur, moyeu du rotor et adaptateur de pale, engrenage de réglage des pales (« pitch »), Système de graissage centralisé, vis des pales du rotor, pales de rotor,
- Système parafoudre
- Anémomètre

Ces opérations d'inspections sont faites au moins une fois par an.

III.3. LES AIRES DE MONTAGE

Plusieurs emprises au sol sont nécessaires pour la construction et l'exploitation des parcs éoliens :

- **La surface de chantier** est une surface temporaire, durant la phase de construction, destinée aux manœuvres des engins et au stockage au sol des éléments constitutifs des éoliennes.
- **La fondation de l'éolienne** est recouverte de terre végétale. Ses dimensions exactes sont calculées en fonction des aérogénérateurs et des propriétés du sol.
- **La zone de surplomb ou de survol** correspond à la surface au sol au-dessus de laquelle les pales sont situées, en considérant une rotation à 360° du rotor par rapport à l'axe du mât.
- **La plateforme** correspond à une surface permettant le positionnement de la grue destinée au montage et aux opérations de maintenance liées aux éoliennes. Sa taille varie en fonction des éoliennes choisies et de la configuration du site d'implantation.

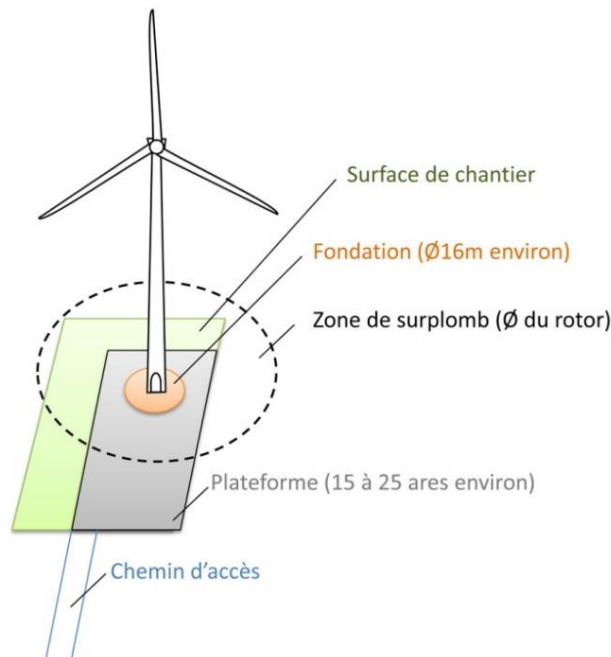


Figure 2: Illustration des emprises au sol d'une éolienne

III.4. LE RACCORDEMENT

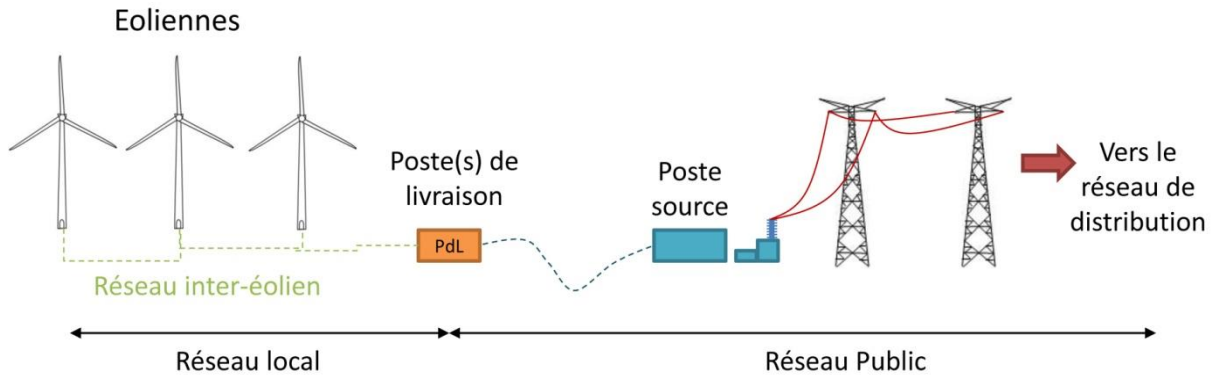


Figure 3 : Raccordement électrique des installations

❖ Réseau inter-éolien

Le réseau inter-éolien permet de relier le transformateur, intégré ou non dans le mât de chaque éolienne¹, au point de raccordement avec le réseau public. Ce réseau comporte également une liaison de télécommunication qui relie chaque éolienne au terminal de télésurveillance. Ces câbles constituent le réseau interne de la centrale éolienne, ils sont tous enfouis à une profondeur minimale de 80 cm.

❖ Poste de livraison

Le poste de livraison est le nœud de raccordement de toutes les éoliennes avant que l'électricité ne soit injectée dans le réseau public. Certains parcs éoliens, par leur taille, peuvent posséder plusieurs postes de livraison, voire se raccorder directement sur un poste source, qui assure la liaison avec le réseau de transport d'électricité (lignes haute tension).

Les postes de livraison seront composés de compteurs électriques, de cellules de protection, de sectionneurs et de filtres électriques. La tension réduite de ces équipements (20 000 volts) n'entraîne pas de risque magnétique important. L'impact est donc globalement limité à l'emprise au sol de 27.5 m² pour le poste de livraison de la ferme éolienne de la Butte de Menonville. L'impact paysager de ce dernier est de plus limité par un crépi ton pierre, afin de faire s'accorder avec le poste de livraison du parc du Canton de Bonneval.

La localisation exacte du poste de livraison est fonction de la proximité du réseau inter-éolien et de la localisation du poste source vers lequel l'électricité est ensuite acheminée.

Dans notre cas, le poste de livraison se situera près de l'éolienne E01.

¹ Si le transformateur n'est pas intégré au mât de l'éolienne, il est situé à l'extérieur du mât, à proximité immédiate, dans un local fermé.

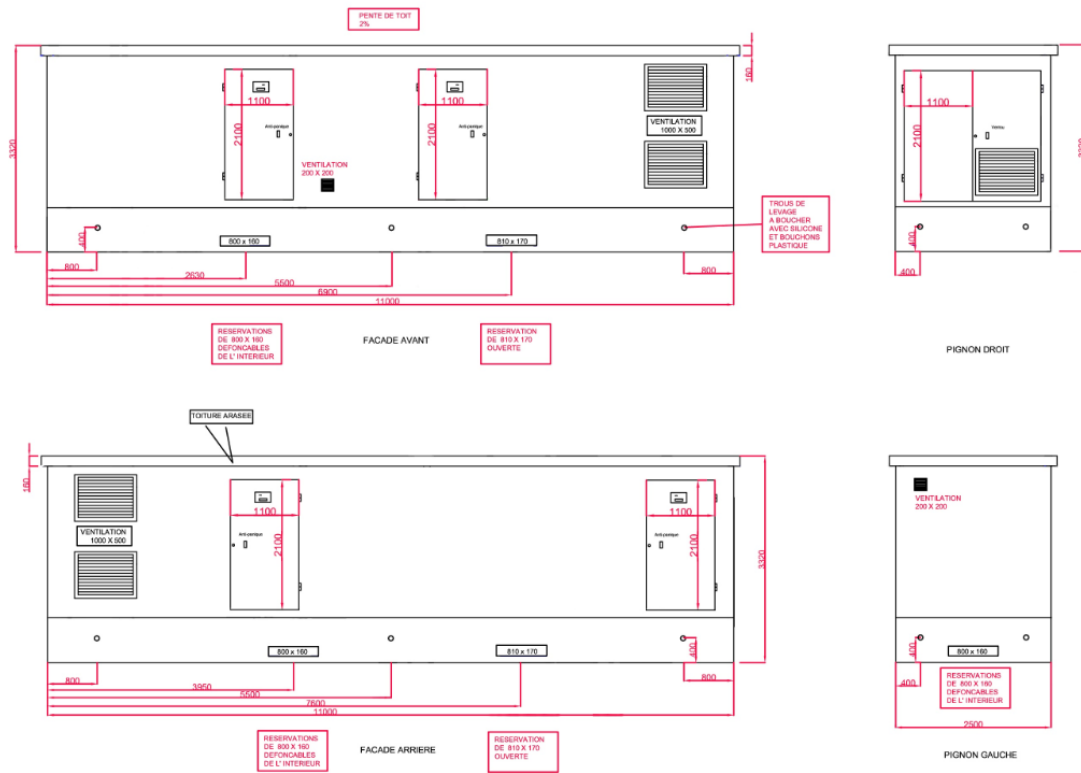
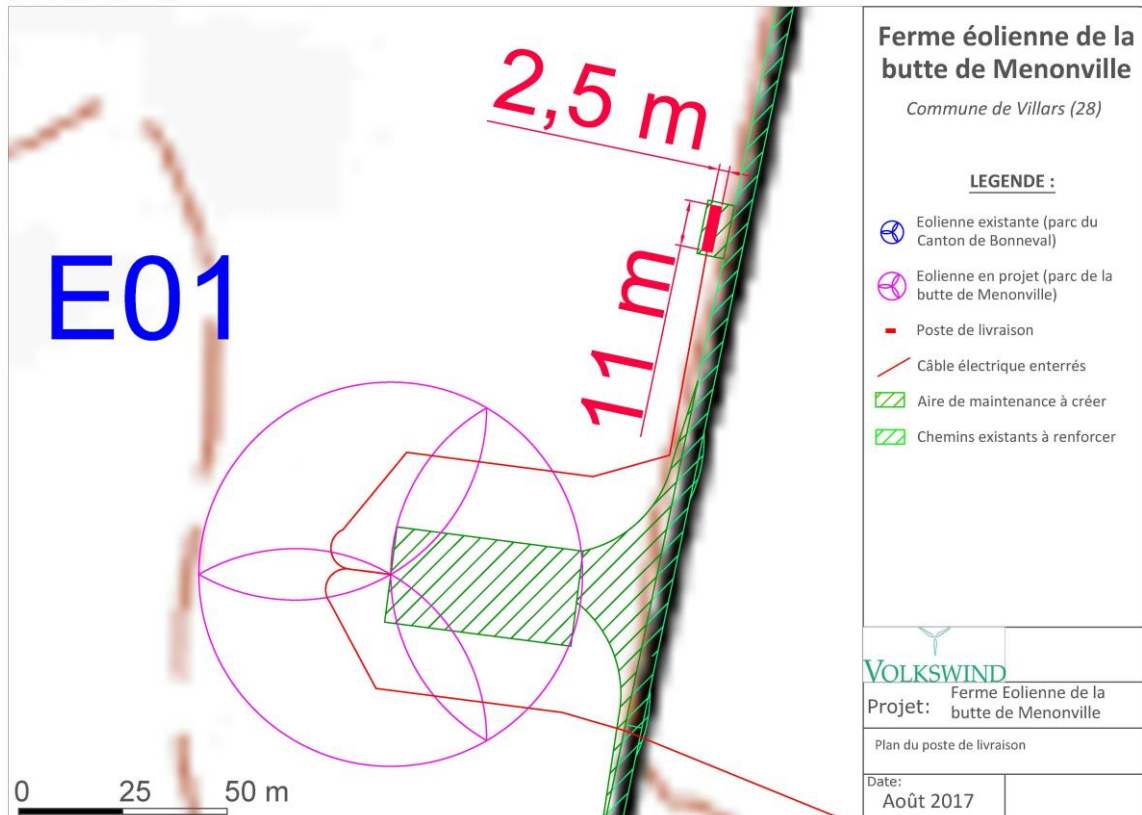
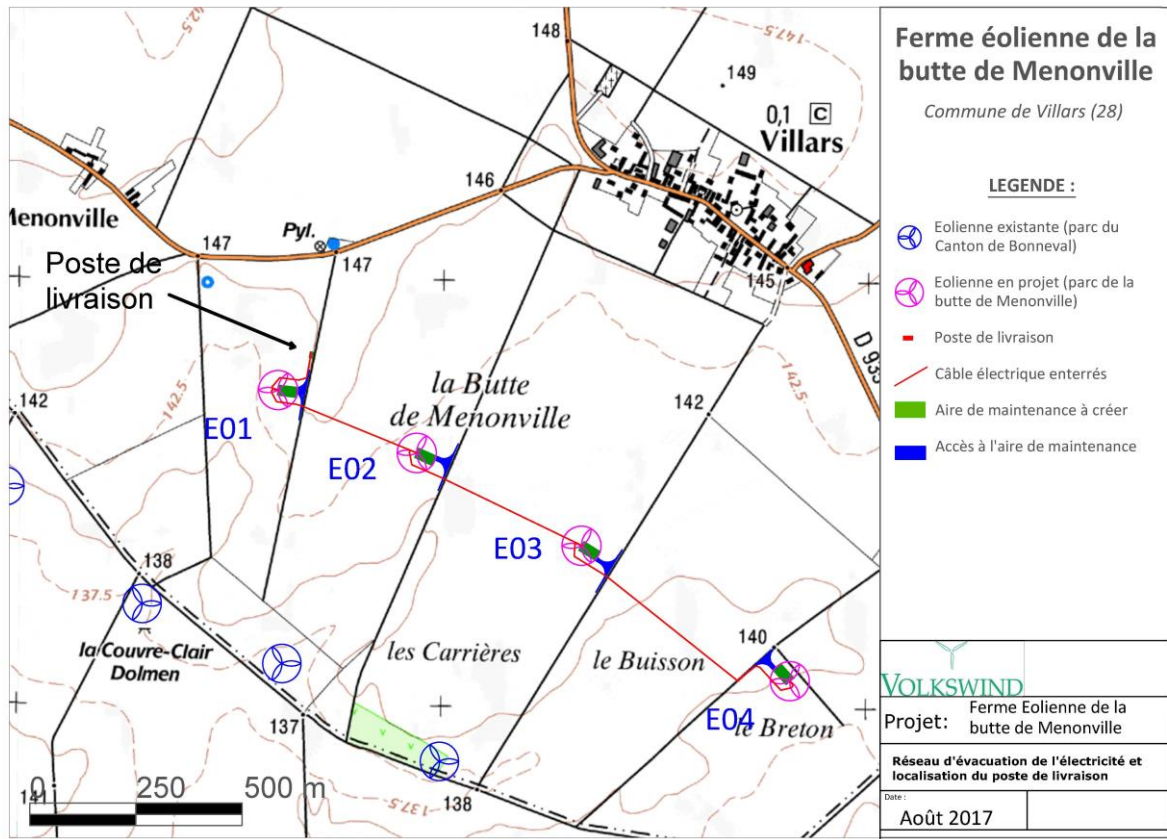


Figure 4 : Plan du poste de livraison 11 m x 2.55 m



Carte 3: Plan d'implantation du poste de livraison



Carte 4 : Carte de localisation du réseau inter-éolienne

IV. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT

IV.1. L'ENVIRONNEMENT HUMAIN ET MATERIEL

❖ Les zones urbanisées

La commune de Villars comptait 161habitants en 2013 (source : INSEE).

La commune de Villars ne dispose d'aucun document d'urbanisme. L'urbanisation de cette commune est donc réglementée par le RNU (Règlement National d'Urbanisme).

L'article 3 de l'arrêté du 26 août 2011 impose une distance de 500m de toute zone destinée à l'habitation. Les éoliennes du projet respectent bien la règle des 500m vis-à-vis des limites de propriété.

❖ Etablissements recevant du public (ERP)

Aucun ERP ne se trouve dans le périmètre d'étude du projet.

❖ Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)

Une installation ICPE est présente à proximité du périmètre d'étude, il s'agit du parc éolien de canton de Bonneval, composé de 8 éoliennes Vestas V90 – 3MW.

Aucune éolienne n'est présente dans le périmètre d'étude de 500m.

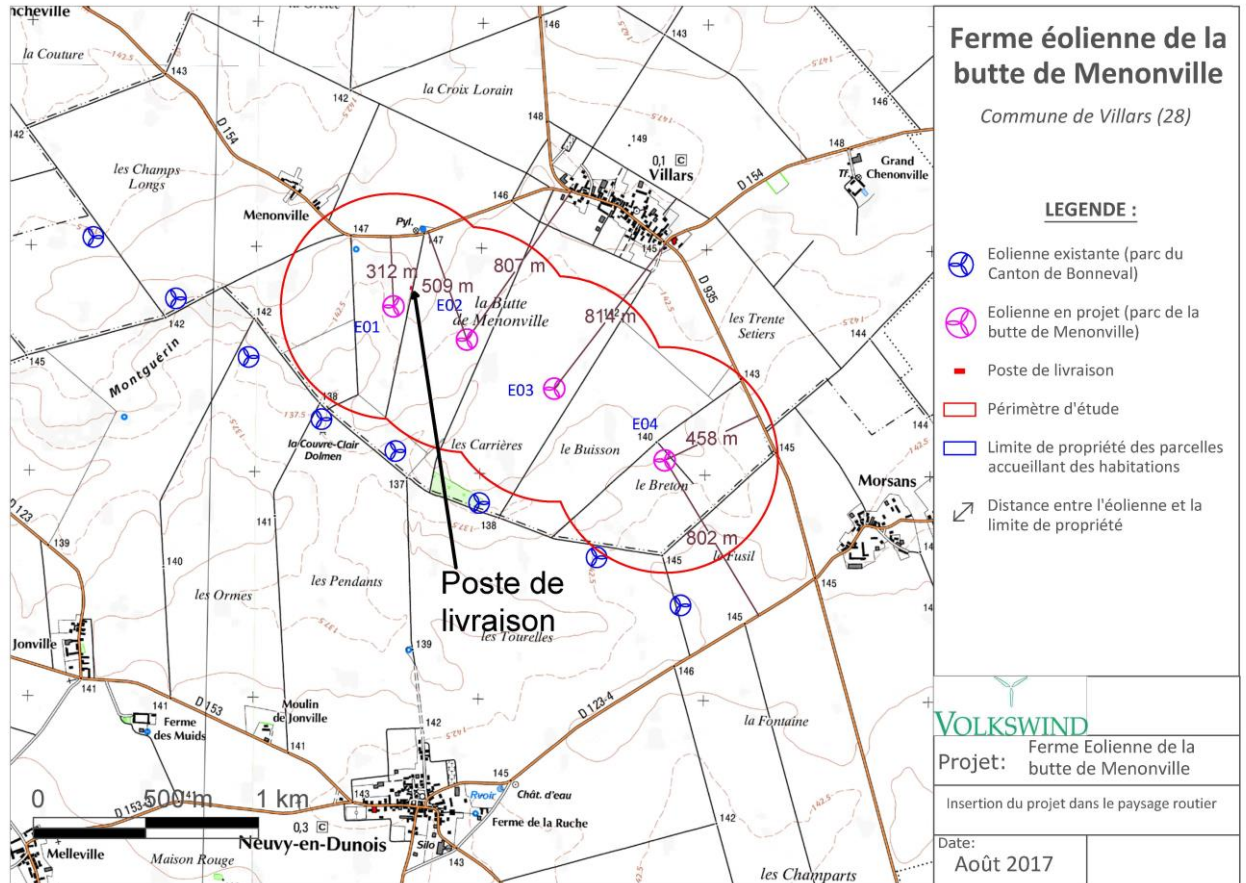
❖ Voies de communication

○ Transport routier

Les routes départementales RD154 et RD935 traversent l'aire d'étude du parc éolien de la Butte de Menonville. Cependant ce ne sont pas des routes structurantes, le trafic sur ces routes est inférieur à 2 000 véhicules par jour. L'éolienne la plus proche de ces routes est l'éolienne E01 qui est à 312 de la RD154 et l'éolienne E04 qui est à 458m de la RD935.

Routes (autoroute et départementales)	Distance requise demandée par le gestionnaire	Distance requise selon la réglementation	Distance à la première éolienne	Longueur dans le périmètre d'étude	TMJA (Source : CG 28)
RD154	150m	Pas d'obligation réglementaire	312m (E01)	521 m	200
RD935	150m	Pas d'obligation réglementaire	458m (E04)	414 m	1 640
RD123-4	150m	Pas d'obligation réglementaire	802m (E04)	0	-

Tableau 3 : Distance du parc aux routes



Carte 5 : Localisation des voies de communication dans le périmètre d'étude

○ Transport ferroviaire

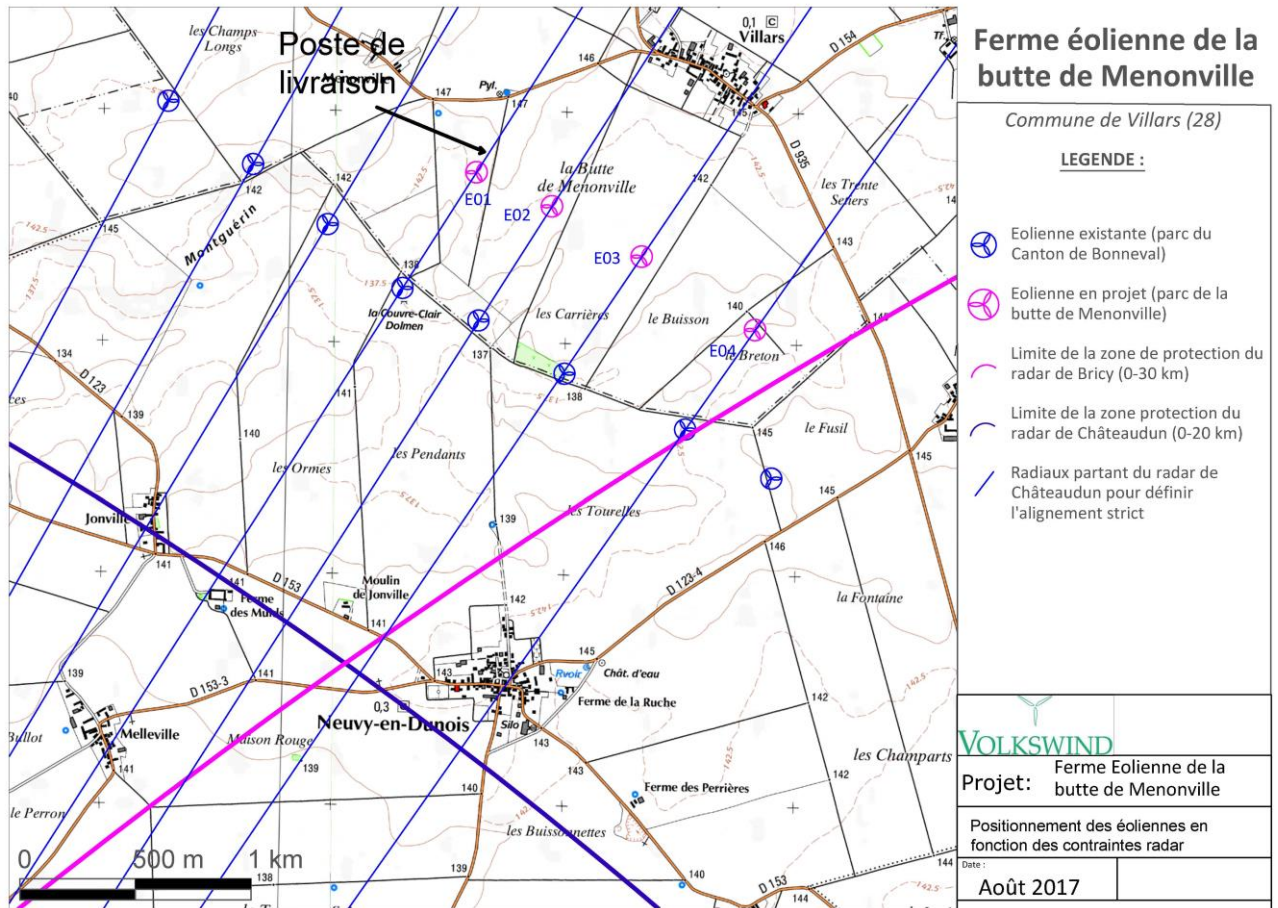
Il n'y a pas de transport ferroviaire sur la zone de projet. Une ligne ferroviaire est présente à proximité de la zone d'étude, à 2,076 km de la première éolienne ; il s'agit de la ligne reliant Paris au Mans et à Tours. Compte tenu de la distance entre les éoliennes et la ligne TGV, aucune préconisation n'a été demandée au gestionnaire (RFF - Réseau Ferré de France).

○ Transport aérien

Il n'existe pas d'activité de transport aérien sur la commune de Villars. De fait, la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC), a émis un avis favorable en date du 9 juillet 2014 (cf. avis ci-après). Toutefois Le balisage nocturne et diurne des machines devra être conforme à l'arrêté du 13 novembre 2009.

En date du 28 juin 2017, la Zone Aérienne de Défense Sud de l'Armée de l'Air a émis un avis favorable (cf. avis ci-après), sous conditions de respecter certaines conditions. Les nouvelles éoliennes devront respecter 122 m de hauteur maximale en bout de pale pour l'éolienne E01, 123m pour l'éolienne E02 et 124 m pour l'éolienne E03 et E04. De plus, elles devront être parfaitement alignées sur un axe radar de Châteaudun / éoliennes existantes. En effet, le projet éolien se situe dans les 20-30 kms du radar Défense de la Base Aérienne de Châteaudun et en partie dans les 20-30 kms du radar Défense de la Base Aérienne 123 d'Orléans-Bricy.

Les éoliennes sont localisées de façon à être parfaitement alignées par les radiaux du parc existant de Villars-Neuvy. De plus, elles respectent la hauteur limite définie par l'aviation militaire.



Carte 6 : Positionnement des éoliennes en fonction des contraintes radar

❖ Réseaux publics et privés

- Canalisation d'hydrocarbures :

La commune de Villars est concernée par une canalisation de gaz qui traverse son territoire. Cependant, la canalisation passe à l'extrémité Nord-Ouest du village, elle n'impacte donc pas la zone de projet. Le gestionnaire (SFDM : société Française Donges-Metz) préconise une distance de retrait de quatre hauteurs d'éolienne, soit 496m. La distance minimale entre l'éolienne E01 la plus proche et cet ouvrage est de 874m, nous respectons les préconisations du gestionnaire.

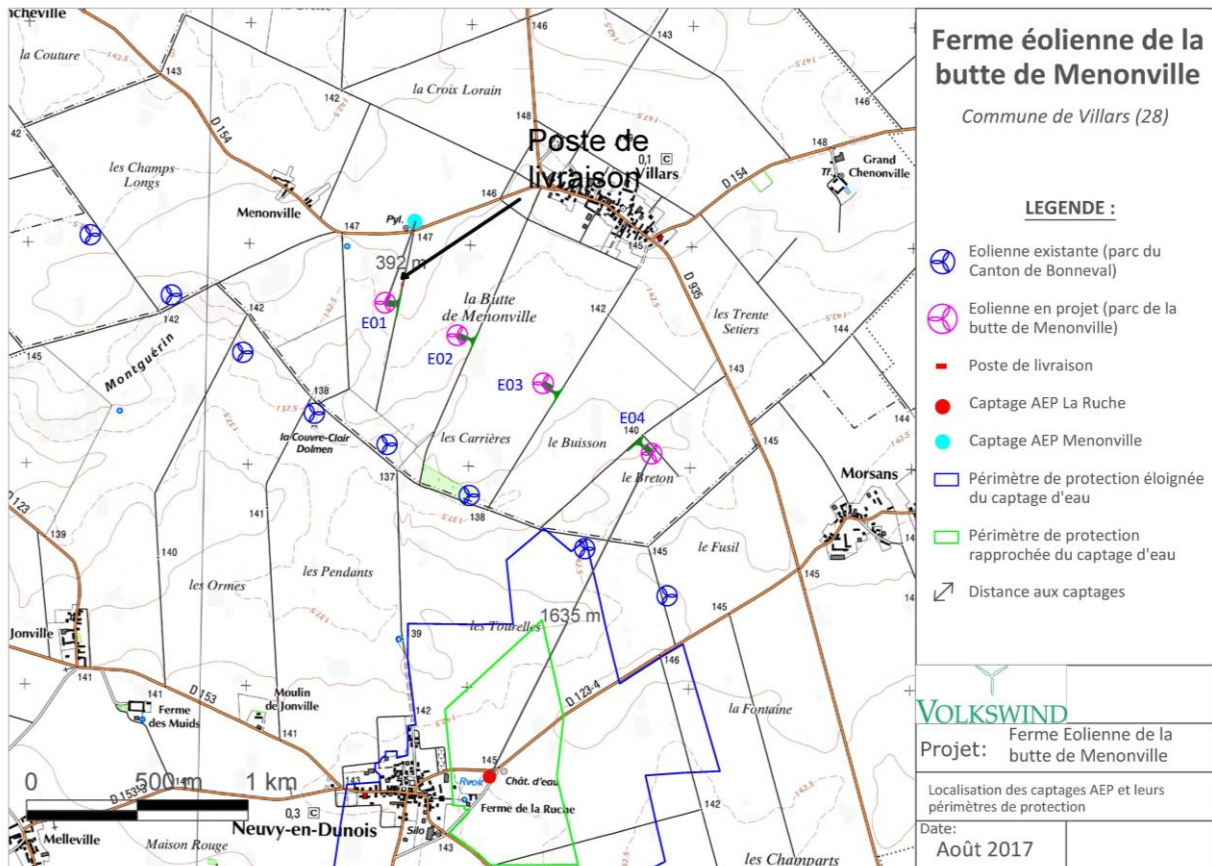
- Ligne électrique :

Une ligne électrique de faible voltage gérée par ERDF est présente dans la zone de projet (le long de la RD935). Cet ouvrage n'est surplombé par aucune éolienne, par conséquent, seules des mesures préventives peuvent être prises en compte lors de la construction et du démantèlement des éoliennes de ce projet.

- Captage d'eau potable :

D'après L'Agence Régionale de Santé (ARS Centre), les communes de Villars et Neuvy-en-Dunois possèdent chacune un captage AEP :

- « Menonville» à Villars dont les périmètres de protection ne sont pas définis.
- « La Ruche» à Neuvy-en-Dunois dont le périmètre de protection rapprochée et le périmètre de protection éloignée sont définis.



Carte 7 : Localisation des captages d'eau et de leurs périmètres de protection

Le captage de Neuvy-en-Dunois se situe 1,630 m de l'éolienne E04. Une partie du périmètre de protection éloigné du captage situé sur Neuvy-en-Dunois fait également partie du périmètre d'étude. Le niveau statique de la nappe d'eau du captage de Neuvy-en-Dunois se situe à -27m (source : ARS² – Région Centre). Selon le rapport de l'ANSES³ sur l'exploitation d'énergies renouvelables dans les périmètres de protection des captages d'eau destinée à la consommation humaine daté d'août 2011, le risque global de dégradation de la qualité des eaux souterraines est jugé faible à négligeable en présence d'une nappe libre dont la surface piézométrique se situe à une profondeur supérieure à 10 mètres, ce qui est le cas ici.

Le captage de Villars se situe dans le périmètre d'étude à 392m de l'éolienne E01. Le captage de Villars ne dispose pas de périmètre de protection, ceux-ci n'ayant pas été définis. Le niveau statique de la nappe n'est pas défini, mais doit être très proche de celui de Neuvy-en-Dunois. Seule la profondeur du captage est donnée à 37m de profondeur.

Compte tenu de la localisation de ce captage, seuls des travaux de renforcement de la voirie existante seront menés à proximité. Enfin, les éoliennes ne génèrent pas de pollution du sol. Le seul risque concerne un écoulement accidentel de fluides en phase de chantier (carburant ou huiles des engins) ou d'exploitation (écoulement de fluides depuis les éoliennes).

Les éoliennes sont équipées tout d'abord de capteurs de niveaux d'huile, permettant de détecter rapidement les fuites éventuelles. Ensuite, elles sont équipées de bacs de rétention dimensionnés pour recueillir l'ensemble des fluides présents dans l'éolienne. Enfin, en cas d'écoulement dans le sol, seule la partie superficielle de la terre sera souillée. Des entreprises spécialisées peuvent alors être missionnées pour retirer la terre souillée et la remplacer par de la terre végétale. Par ailleurs, la distance des éoliennes à ce captage (environ 390m) réduit

² Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'environnement et du travail

d'autant les risques de pollution de la nappe. Ainsi, une attention particulière sera portée en phase de travaux à proximité de ce captage.

IV.2. L'ENVIRONNEMENT NATUREL

❖ Climat

La région Centre possède un climat océanique à océanique dégradé. Les informations ci-après sont issues des données fournies par Météo France. La station de mesure la plus proche de notre zone d'étude est celle de Châteaudun distante de 20 km.

Sur la station de Châteaudun, les températures moyennes varient de 3,8°C en janvier à 19,2°C en août; soit 15,4 °C d'amplitude. Les températures minimales varient de 0,6 à 13°C (12,4 °C d'amplitude) et les maximales de 6,7 à 25,3°C (18,6 °C d'amplitude).

À Châteaudun, il est possible d'avoir des températures inférieures ou égales à 0°C 8 mois par an. On rencontre également des températures inférieures ou égales à -10°C 5 mois par an en janvier, février, mars, novembre et décembre.

❖ Potentiel éolien

La rose des vents ci-dessous et les données de la station de Chartres sont fournies à titre indicatif, car elles ne sauraient nullement représenter fidèlement les régimes de vent observés au niveau local.

Cependant, d'après les indications de Météo-France, les vents seraient majoritairement de secteur Sud-ouest à Nord-est (Cf rose des vents de Chartres ci-après).

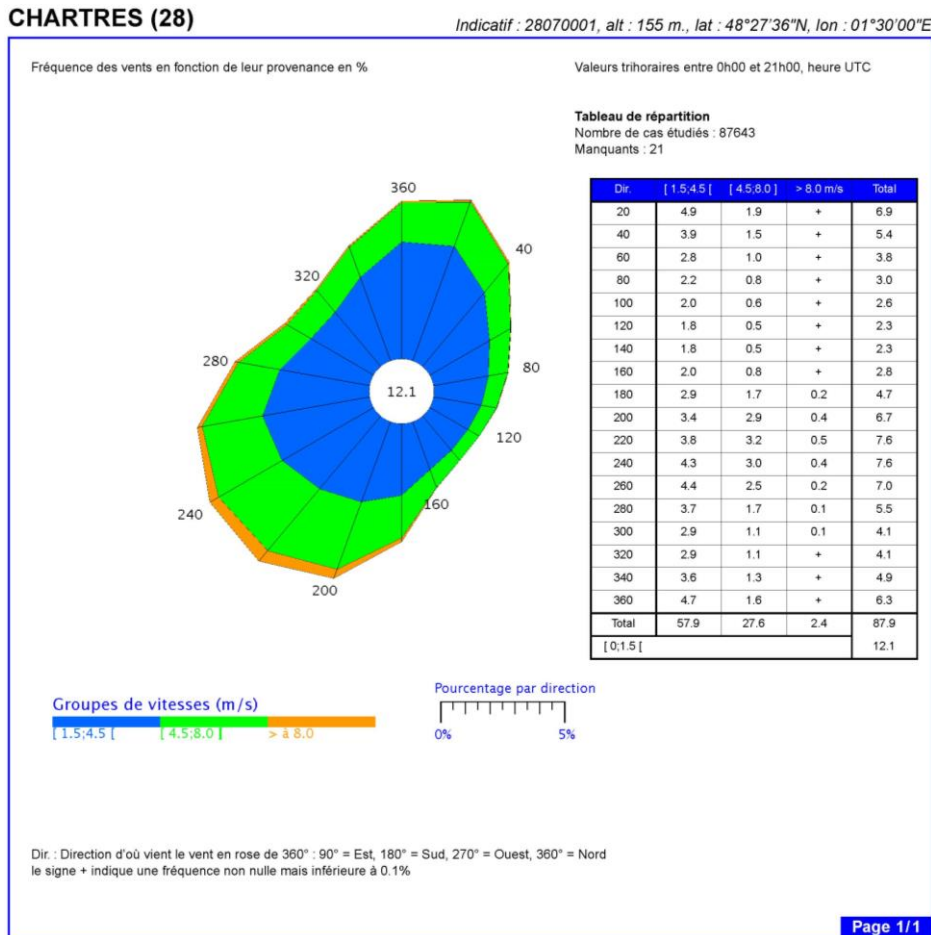


Figure 5 : Rose des vents de la station de Chartres (Source Météo France – données 1971-2000)

❖ Risques naturels

La foudre

Les éoliennes sont des projets de grande dimension, pour lesquels le risque orageux, et notamment la foudre, doit être pris en compte. L'activité orageuse d'une région est définie par le niveau kéraunique (Nk), c'est-à-dire le nombre de jours où l'on entend gronder le tonnerre.

Le niveau kéraunique de la zone de projet est de 14. Les grands orages sont donc exceptionnels sur cette partie du territoire, la zone d'étude étant dans une région française où le niveau kéraunique est le plus faible.

Sismicité

Le territoire national est divisé au niveau cantonal en cinq zones de sismicité croissante en fonction de la probabilité d'occurrence des séismes : une zone de sismicité 1 où il n'y a pas de prescription parasismique particulière, et quatre zones 2, 3, 4 et 5, où les règles de construction parasismiques sont applicables.

D'après la carte des aléas sismiques sur le territoire national, la zone de projet se trouve dans une zone où la sismicité est très faible (zone de sismicité 1).

Inondation

La zone de projet ne se situe pas dans une zone soumise aux inondations. La commune ne possède pas de PPRI⁴ sur son territoire.

Remontée de nappe phréatique

Des risques de remontées de nappes sont possibles sur le site du projet. D'après la carte, le site comprend une zone à sensibilité forte avec un risque de nappe d'eau sub-affleurante.

Cette contrainte sera prise en compte lors du dimensionnement des fondations. Dans le cas d'un terrain à masse d'eau affleurant, la fondation de l'éolienne devra être plus conséquente (plus étalée), de manière à compenser la perte de portance du sol. D'une manière générale, le dimensionnement des fondations est réalisé à l'aide d'une étude géotechnique qui va déterminer précisément la profondeur de la nappe au droit de l'implantation prévue de l'éolienne ou des éoliennes. Grâce à cette information, ainsi que la nature précise du sous-sol, la fondation sera dimensionnée en conséquence. Les éléments annexes au parc (ici poste de livraison) feront également l'objet d'un dimensionnement précis de leur fondation avec une possibilité de surélévation de la fondation et un dimensionnement de l'épaisseur du béton constituant la structure du poste de livraison. En cas de surélévation des fondations, scénario non privilégié à ce stade, la société s'engage à le notifier à l'administration compétente.

Le risque de retrait ou de gonflement des argiles

Le BRGM, à la demande du Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, a réalisé une cartographie de référence de cet aléa. En effet, les sols argileux se rétractent en période de sécheresse, ce qui se traduit par des tassements différentiels pouvant occasionner des dégâts parfois importants aux constructions de taille raisonnable comme les habitations.

Un aléa de retrait-gonflement faible des argiles est présent dans le périmètre immédiat du projet, mais la zone d'implantation des éoliennes se trouve en dehors de l'aléa. Au vu de la profondeur des fondations des éoliennes, les sols et sous-sols ne présentent pas de contraintes quant à l'installation d'éoliennes. Cependant par principe de précaution et au regard de la masse des aérogénérateurs, une étude géotechnique au droit de l'implantation des éoliennes sera réalisée en préambule aux travaux de construction.

Mouvements de terrain

Le site du BRGM⁵ recense une cavité naturelle dans la zone de projet. Elle se trouve à distance des éoliennes du projet. Pour autant, une étude géotechnique menée en amont des travaux permettra de s'assurer de l'absence de contrainte vis-à-vis du projet.

⁴ Plan de Prévention des Risques Inondation

⁵ Bureau de Recherche Géologique et Minière

Arrêtés de catastrophe naturelle

Après consultation de la base de données sur le site Prim.net, la commune de Villars est concernée par l'arrêté de catastrophe naturelle suivant :

Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999

Tableau 4 : Arrêté de catastrophe naturelle sur la commune de Villars

La zone du projet ne se trouve pas dans un plan de prévention des risques naturels.

V. PRESENTATION DE LA METHODE D'ANALYSE DES RISQUES

V.1. IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS DE L'INSTALLATION

L'analyse des risques concernant ce projet commence par une identification des potentiels de dangers de l'installation. Il s'agit d'identifier les éléments de l'installation pouvant constituer un danger potentiel, que ce soit au niveau des éléments constitutifs des éoliennes, des produits contenus dans l'installation, des modes de fonctionnement, etc. L'identification des enjeux sur la zone de projet et le choix des éoliennes E92-2.35MW permettent de réduire significativement ces potentiels de dangers et garantir une sécurité optimale de l'installation.

V.2. ANALYSE DU RETOUR D'EXPERIENCE

Les principaux phénomènes dangereux potentiels sont sélectionnés grâce à l'inventaire des incidents et accidents en France et à l'étranger. Cet inventaire se base sur le retour d'expérience de la filière éolienne provenant de sources différentes (sources officielles, articles de presse, base de données d'associations, etc.).

Par ordre d'importance, les accidents les plus recensés sont les ruptures de pale, les effondrements, les incendies, les chutes de pale et les chutes des autres éléments de l'éolienne. La principale cause de ces accidents est la tempête. La foudre est également une cause importante.

Cependant, il apparait clairement que le nombre d'incidents n'augmente pas proportionnellement au nombre d'éoliennes installées. Depuis 2005, l'énergie éolienne s'est en effet fortement développée en France, mais le nombre d'incidents par an reste relativement constant, du fait d'une évolution technologique plus fiable et plus sûre.

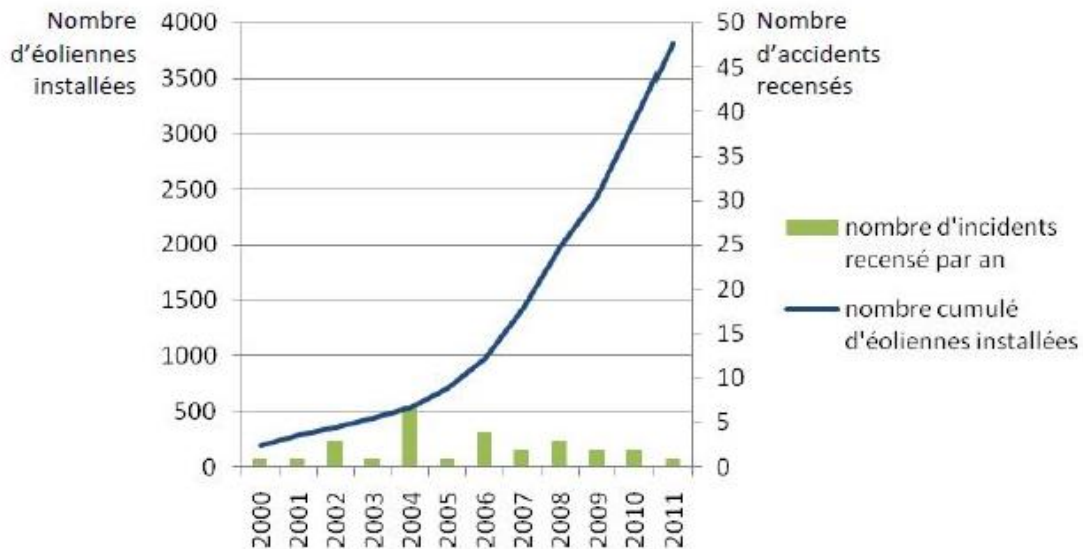


Figure 6 : Evolution du nombre d'accident en fonction du nombre d'éoliennes installées

V.3. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

Cette analyse a pour objectif d'identifier les scénarios d'accidents majeurs et les mesures de sécurité qui empêchent ces scénarios de se produire ou en limiter les effets. Les scénarios sont ensuite hiérarchisés en fonction de leur intensité et de l'étendue possible de leurs conséquences, permettant ainsi de filtrer les scénarios aux conséquences limitées et ceux induisant des conséquences sur les personnes.

Le tableau suivant rappelle les principales mesures de maîtrise des risques et leur description.

Fonction de sécurité	Description
Prévenir la mise en mouvement de l'éolienne lors de la formation de glace	<p>Système de détection redondant du givre permettant, en cas de détection de glace, une mise à l'arrêt rapide de l'aérogénérateur.</p> <p>Le redémarrage peut ensuite se faire soit automatiquement après disparition des conditions de givre, soit manuellement après inspection visuelle sur site.</p>
Prévenir l'atteinte des personnes par la chute de glace	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).
Prévenir l'échauffement significatif des pièces mécaniques	<p>Capteurs de température des pièces mécaniques.</p> <p>Définition de seuils critiques de température pour chaque type de composant avec alarme.</p> <p>Mise à l'arrêt ou bridage jusqu'à refroidissement.</p> <p>Systèmes de refroidissement indépendants pour le multiplicateur et la génératrice.</p>
Prévenir la survitesse	<p>Systèmes de coupure s'enclenchant en cas de dépassement des seuils de vitesse prédéfinis, indépendamment du système de contrôle commande.</p> <p>NB : Le système de freinage est constitué d'un frein aérodynamique principal (mise en drapeau des pales) et / ou d'un frein mécanique auxiliaire.</p>
Prévenir les courts-circuits	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.
Prévenir les effets de la foudre	<p>Respect de la norme IEC 61 400 – 24 (juin 2010)</p> <p>Parafoudres sur la nacelle + récepteurs de foudre sur les 2 faces des pales</p> <p>Mise à la terre (nacelle/mât, sections de mât, mât/fondation)</p> <p>Parasurtenseurs sur les circuits électriques</p>
Protection et intervention incendie	<p>Détecteurs de fumée qui lors de leur déclenchement conduisent à la mise en arrêt de la machine et au découplage du réseau électrique. De manière concomitante, un message d'alarme est envoyé au centre de télésurveillance.</p> <p>L'éolienne est également équipée d'extincteurs qui peuvent être utilisés par les personnels d'intervention (cas d'un incendie se produisant en période de maintenance).</p>
Prévention et rétention des fuites	<p>Nombreux détecteurs de niveau d'huile permettant de détecter les éventuelles fuites d'huile et d'arrêter l'éolienne en cas d'urgence.</p> <p>Présence de plusieurs bacs collecteurs au niveau des principaux composants.</p> <p>Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. Des kits de dépollution d'urgence composés de grandes feuilles de textile absorbant pourront être utilisés. Si ces kits de dépollution s'avèrent insuffisants, une société spécialisée récupérera et traitera</p>

	le gravier souillé via les filières adéquates, puis le remplacera par un nouveau revêtement.
Prévenir les défauts de stabilité de l'éolienne et les défauts d'assemblage (construction – exploitation)	Préconisations du manuel de maintenance Formation du personnel Chaque intervention fait l'objet d'une procédure définissant les tâches à réaliser, les équipements à utiliser et les mesures à mettre en place pour limiter les risques d'accidents Check-list assurant la traçabilité des opérations effectuées
Prévenir les erreurs de maintenance	Préconisations du manuel de maintenance Formation du personnel
Prévenir les risques de dégradation de l'éolienne en cas de vent fort	L'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse de vent mesurée dépasse la vitesse maximale pour laquelle elle a été conçue.
Empêcher la perte de contrôle de l'éolienne en cas de défaillance réseau	Surveillance du réseau + surveillance des défaillances réseau par le convertisseur principal qui entraîne la déconnexion de l'éolienne du réseau électrique. Commande de l'éolienne et communication externe assurées pendant environ 10 min, permettant l'arrêt automatique de l'éolienne.

Tableau 5: Principales mesures de maîtrise des risques et leur description

Dans le cadre de l'analyse préliminaire des risques génériques des parcs éoliens, trois catégories de scénarios sont à priori exclues de l'étude détaillée, en raison de leur faible intensité :

- Incendie de l'éolienne (effets thermiques)
- Incendie du poste de livraison ou du transformateur
- Infiltration d'huile dans le sol

Les cinq catégories de scénarios étudiées dans l'étude détaillée des risques sont les suivantes :

- Projection de tout ou une partie de pale
- Effondrement de l'éolienne
- Chute d'éléments de l'éolienne
- 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.

V.4. ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

❖ Méthode

L'étude détaillée des risques vise à caractériser les scénarios retenus à l'issue de l'analyse préliminaire des risques en termes de probabilité, cinétique, intensité et gravité. Son objectif est donc de préciser le risque généré par l'installation et d'évaluer les mesures de maîtrise des risques mises en œuvre. L'étude détaillée permet de vérifier l'acceptabilité des risques potentiels générés par l'installation.

Chaque scénario est caractérisé en fonction des paramètres suivants :

- Cinétique
- Intensité
- Gravité
- probabilité

La cinétique d'un accident est supposée « rapide » pour tous les scénarios, ce paramètre ne sera donc pas détaillé pour chacun des phénomènes redoutés.

L'intensité est définie selon un seuil d'effet toxique, de surpression, thermique ou lié à l'impact d'un projectile, pour les hommes et les structures. Elle dépend du degré d'exposition, lui-même 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.

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

Tableau 6: Conversion d'intensité d'un risque en degré d'exposition

La zone d'effet est définie pour chaque événement accidentel comme la surface exposée à cet événement.

Les seuils de gravité sont déterminés en fonction du nombre de personnes pouvant être atteint par le phénomène dangereux dans chacune des zones d'effet définies.

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.

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.

Niveaux	Échelle qualitative	Échelle quantitative (probabilité annuelle)
A	Courant Se produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie des installations, malgré d'éventuelles mesures correctives.	$P > 10^{-2}$

B	Probable S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations.	$10^{-3} < P \leq 10^{-2}$
C	Improbable 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.	$10^{-4} < P \leq 10^{-3}$
D	Rare S'est déjà produit, mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité.	$10^{-5} < P \leq 10^{-4}$
E	Extrêmement rare Possible, mais non rencontré au niveau mondial. N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles.	$\leq 10^{-5}$

Tableau 7: Classes de probabilité

Pour le scénario « effondrement de l'éolienne », sa probabilité dans la littérature permet de le classer en catégorie « C ». Cependant, les évolutions technologiques des éoliennes, le respect des normes et les contrôles réguliers des installations permettent de le classer en catégorie « D ». D'ailleurs, aucun effondrement d'éolienne n'a été recensé depuis 2005.

Le scénario « chute d'éléments de l'éolienne » a été classé en catégorie « C » d'après le retour d'expérience.

Pour le scénario de « projection de pales ou de fragments de pales », la bibliographie renvoie vers des classes de probabilité « B », « C » ou « E ». Le retour d'expérience français montre lui, une classe de probabilité « C ». Néanmoins, les dispositions constructives des éoliennes ont fortement évolué, le niveau de fiabilité est aujourd'hui bien meilleur. C'est pourquoi la classe de probabilité retenue est « D » pour ce scénario.

Pour le scénario « chute de glace » (lorsque l'éolienne est à l'arrêt), de façon conservatrice, il est considéré que la probabilité est de classe « A ».

Concernant le scénario « projection de morceaux de glace », compte tenu de la difficulté à établir un retour d'expérience précis sur cet événement, considérant que l'arrêté du 26 août 2011 précise les mesures de prévention de projection de glace et constatant qu'aucun accident lié à une projection de glace n'a été recensé, une probabilité « B » est proposée pour cet événement.

➤ Résultats

Les niveaux de gravité et de probabilité pour chaque type de cible sont synthétisés dans le tableau suivant. Pour chaque scénario, les 4 éoliennes de la ferme éoliennes de la Butte de Menonville ont le même niveau de gravité et de probabilité.

SYNTHESE					
Scénario	Zone d'effet	Cinétique	Intensité	Probabilité	Gravité
Effondrement de l'éolienne	Disque dont le rayon correspond à une hauteur totale de la machine en bout de pale, soit 124 mètres	Rapide	exposition forte	D	Sérieux pour l'ensemble des éoliennes
Chute d'élément de l'éolienne	Zone de survol, soit un rayon de 46 mètres	Rapide	exposition modérée	C	Modéré pour l'ensemble des éoliennes
Chute de glace	Zone de survol, soit un rayon de 46 mètres	Rapide	exposition modérée	A	Modéré pour l'ensemble des éoliennes
Projection	500 m autour de l'éolienne	Rapide	exposition modérée	D	Modéré pour l'ensemble des éoliennes
Projection de glace	1,5 x (H + 2R) autour de l'éolienne	Rapide	exposition modérée	B	Modéré pour l'ensemble des éoliennes

Tableau 8 : Tableaux de synthèse des scénarios étudiés

➤ Synthèse de l'acceptabilité des risques

La dernière étape de cette étude détaillée consiste à rappeler l'acceptabilité des accidents potentiels pour chacun des phénomènes dangereux étudiés. La matrice de criticité ci-dessous est utilisée, adaptée de la circulaire du 29 septembre 2005 reprise dans la circulaire du 10 mai 2010.

Conséquence	Classe de Probabilité				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux		Effondrement			
Modéré		Projection de pale	Chute élément éolienne	Projection de glace	Chute de glace

Légende de la matrice

Niveau de risque	Couleur	Acceptabilité
Risque très faible		acceptable
Risque faible		acceptable
Risque important		non acceptable

Tableau 9 : Synthèse de l'acceptabilité des risques

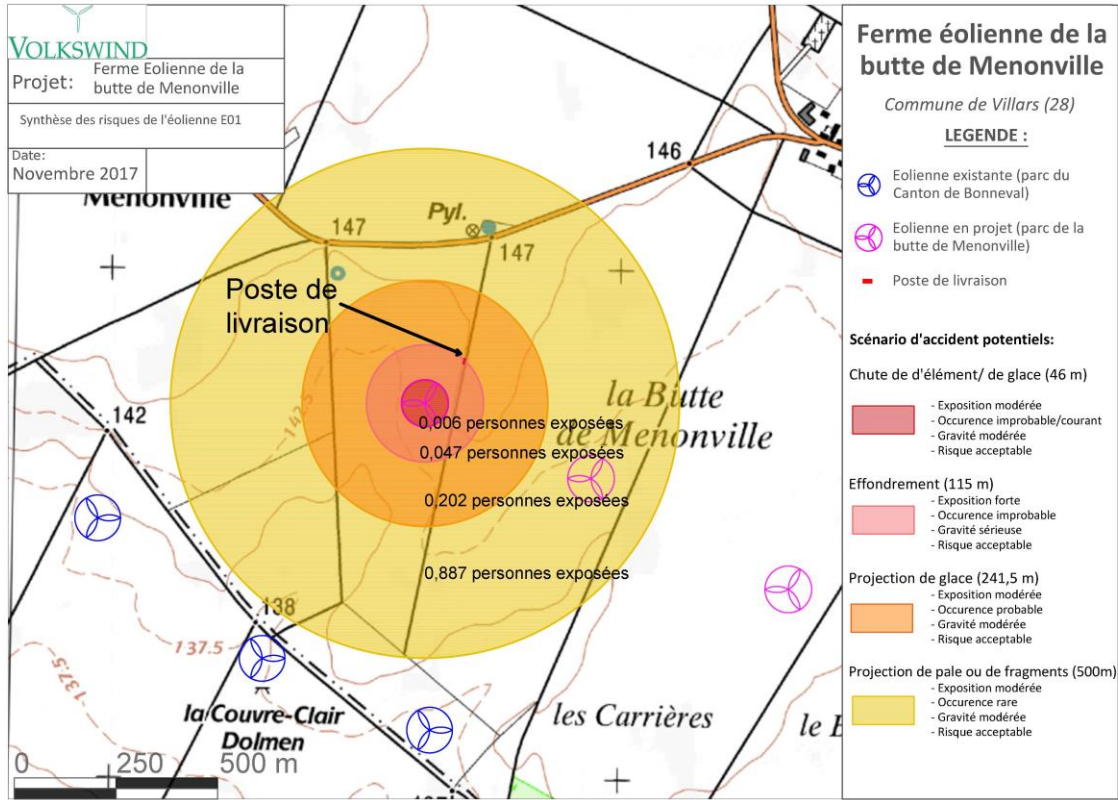
Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice
- seule la « chute de glace » figure en case jaune. Pour cet accident, il convient de souligner que les fonctions de sécurité détaillées dans la partie VII.6 sont mises en place.

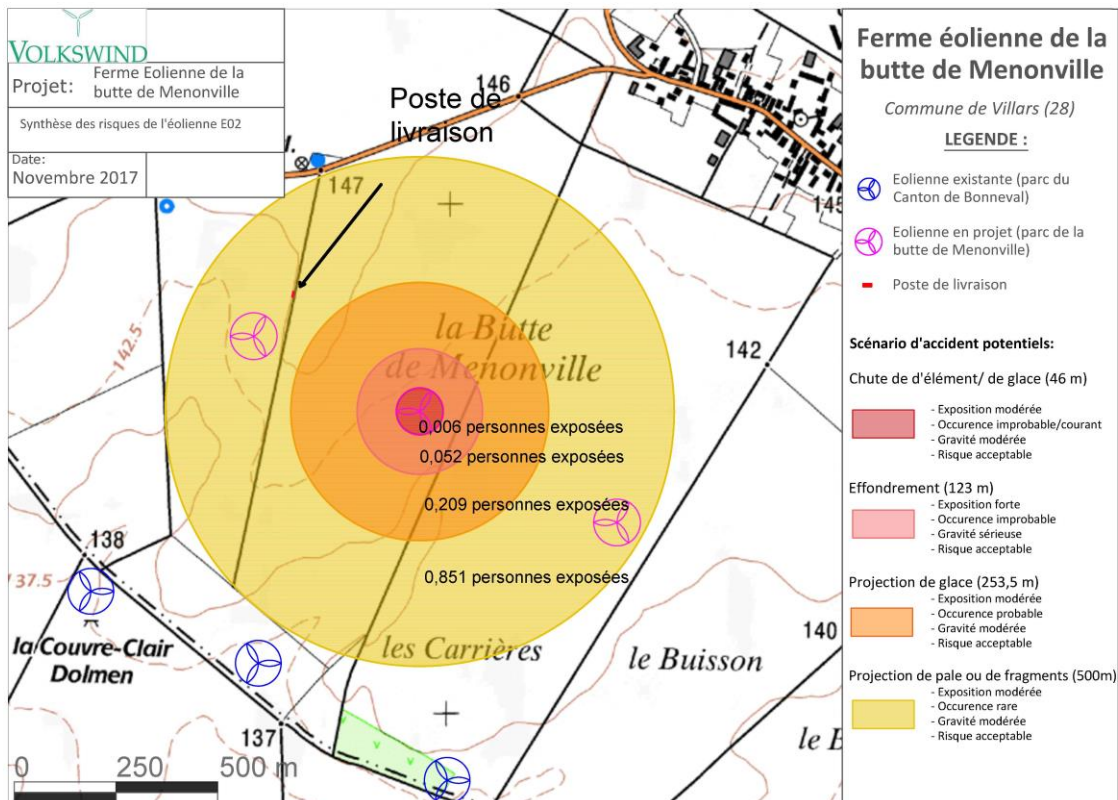
Événement	Nombre de personnes exposées	Mesures de sécurité	Niveau de risque
Chute de glace	0,006 pour l'éolienne E01 à E03 et 0.009 pour l'éolienne E04	Système de détection ou de déduction de la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. Procédure adéquate de redémarrage. Panneautage en pied de machine. Éloignement des zones habitées et fréquentées.	Acceptable

Tableau 10 : Récapitulatif du risque de chute de glace

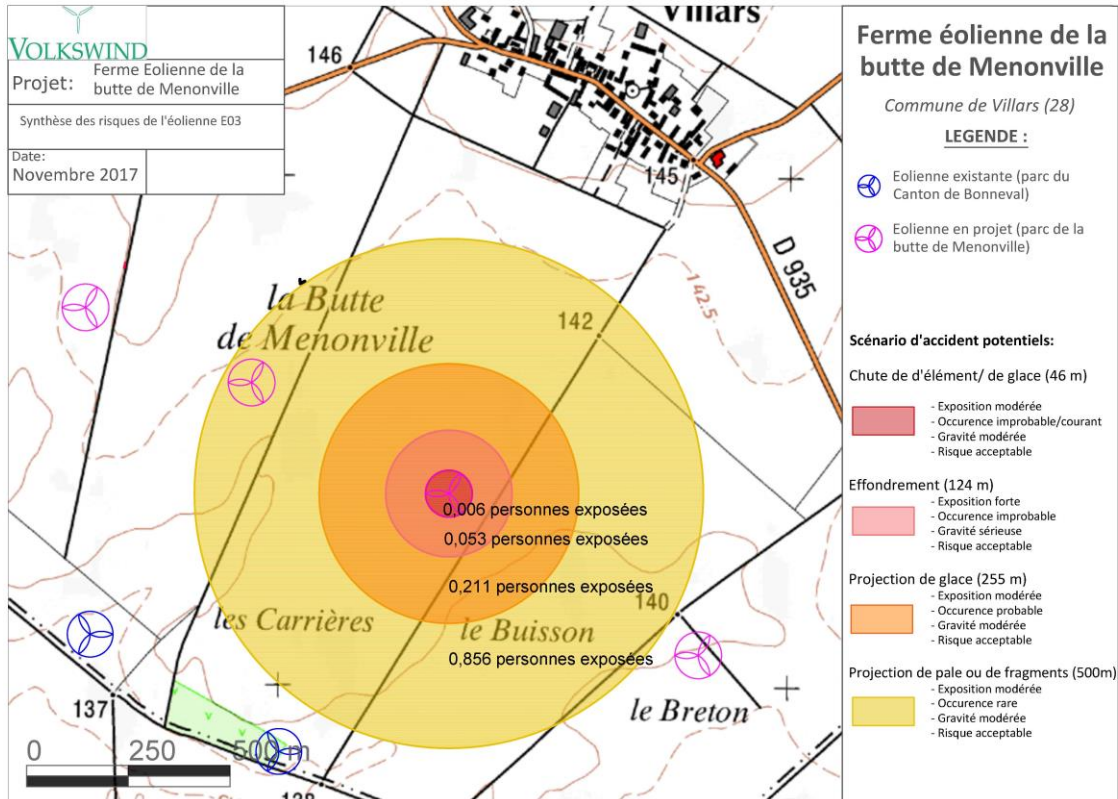
➤ **Cartographie des risques**



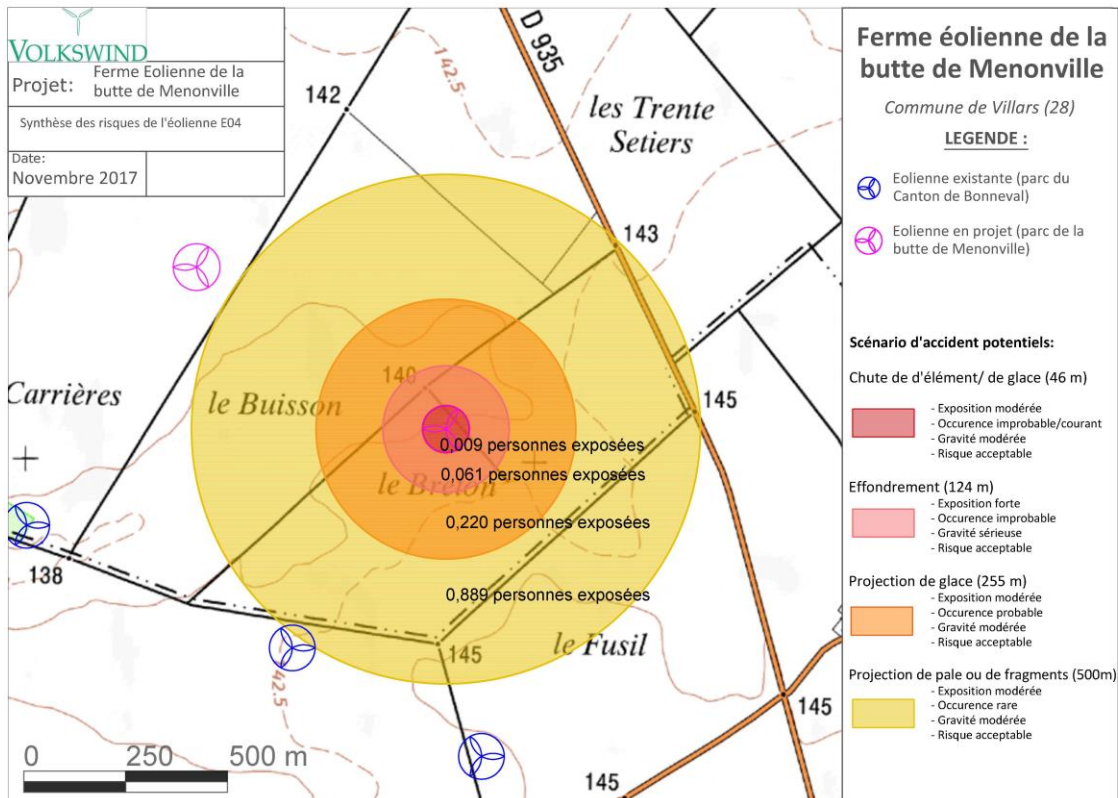
Carte 8 : Synthèse des risques de l'éolienne E01



Carte 9 : Synthèse des risques de l'éolienne E02



Carte 10 : Synthèse des risques de l'éolienne E03



Carte 11 : Synthèse des risques de l'éolienne E04