

3. ETUDE DE SECURITE

ETUDE DE SECURITE
PROJET EOLIEN DE FAUVILLERS

Donneur d'ordre :

Air Energy s.a.
Avenue Pasteur, 6 Bâtiment H
1300 Wavre

Juin 2010

3.1. Renseignements généraux

Promoteur du projet:	Air Energy sa
Réalisation de l'étude:	SGS Belgium sa Rue Phocas Lejeune 4 5032 – Les Isnes Polderdijkweg 16 2030 – Anvers
<i>Auteur:</i>	<i>Catherine Nève</i>
<i>Relecteur :</i>	<i>Wouter De Clerck</i> <i>Erkend VR-deskundige</i>
Date de rédaction:	Juin 2010
Version:	1.0

Ce rapport est réalisé sur base des données reçues d'Air Energy. Ceci concerne tant des données écrites (textes, données chiffrées, plans), que des informations orales échangées au cours des réunions de préparation.

Ce rapport est la propriété d'Air Energy sa. Le rapport ne peut être reproduit en sa totalité ou en partie sans l'accord explicite d'Air Energy sa.

A moins qu'il ait été convenu autrement, les commandes seront exécutées sur base de la version la plus récente des conditions générales de SGS Belgium. Ces conditions vous seront de nouveau envoyées sur simple demande. L'attention est attirée sur la limitation de la responsabilité, ainsi que sur les dispositions en matière de compensation et de compétence déterminées par ces conditions. Chaque porteur de ce document doit savoir que les informations contenues dans ce document ne reprennent que les constatations de SGS Belgium au moment de son intervention et endéans les limites des instructions éventuelles du client. SGS Belgium n'est responsable que vis-à-vis de son client et lors d'une transaction commerciale, ce document ne décharge pas les parties de leur obligation d'exécuter tous leurs droits et obligations émanant des documents de transaction. Chaque adaptation non-approuvée ainsi que l'imitation ou la falsification du contenu ou de l'apparence de ce document est illégale et toute personne commettant une infraction sera poursuivie en justice.

3.2. Introduction

Air Energy envisage l'implantation de six éoliennes sur la commune de Fauvillers. La présente étude a pour objectif de déterminer et d'évaluer les risques d'accident externes liés à ces éoliennes de projet. La détermination des incidences et des risques sur l'environnement ne font pas partie de la présente étude.

Elle répond aux prescriptions de la DGO1 en cas d'impossibilité de respecter strictement les conditions définies dans le Cadre de Référence pour l'implantation des éoliennes en région Wallonne.

L'étude sera focalisée sur une éolienne en fonctionnement en ne tiendra donc pas compte des risques liés à la phase de chantier et à la phase de démantèlement.

L'étude comportera les sections suivantes :

- Informations générales
- Introduction
- Cadre réglementaire et méthodologie
- Description du projet
- Détermination et évaluation quantitative des risques d'accidents majeurs.

Les risques liés à l'exploitation de l'éolienne seront exprimés sur base des dommages potentiels sur les récepteurs suivants :

- Population habitante (riverains)
- Zones vulnérables
- Population industrielle
- Installations industrielles.

3.3. Cadre législatif et méthodologie

Actuellement en Wallonie, il n'existe pas de législation fédérale ou régionale fixant un cadre à la réalisation des études de risque pour les installations éoliennes en particulier. Seul en Région wallonne, un vade-mecum fixe les principes des études de sûreté, des notices d'évaluation des dangers et des rapports de sécurité en matière d'installations SEVESO. Ce rapport ne définit toutefois pas de méthodologie de travail précise pour l'analyse des risques induits par des installations industrielles.

En l'absence de cadre réglementaire contraignant en Wallonie spécifique aux parcs éoliens, l'approche méthodologique suivie dans cette étude se base sur la méthodologie établie en Flandres pour les parcs éoliens.

L'étude « Studie Windturbine en veiligheid » (étude sur la sécurité des turbines éoliennes) a été réalisée par SGS à la demande du gouvernement flamand et décrit la méthode de détermination des risques liés aux éoliennes. Cette étude énonce également les critères de risque auxquels les risques doivent être comparés. Cette étude de sécurité a été menée sur base de la méthode présentée dans cette étude.

3.4. Description du projet

3.4.1. Localisation

Le projet consiste à implanter six éoliennes à Fauvillers. Les coordonnées Lambert du lieu d'implantation sont données dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3-1: coordonnées Lambert (m) des éoliennes

	X	Y
1	245661	64383
2	245839	63931
3	246067	63643
4	245947	62384
5	246480	62005
6	247242	61505

Les figures 3-1 et 3-2 ci-dessous donnent la localisation de l'éolienne en projet sur le plan de secteur ainsi que sur une photo aérienne. Les éoliennes sont implantées sur une zone agricole (aplat jaune au plan de secteur).

Figure 3-1: Localisation des éoliennes au plan de secteur

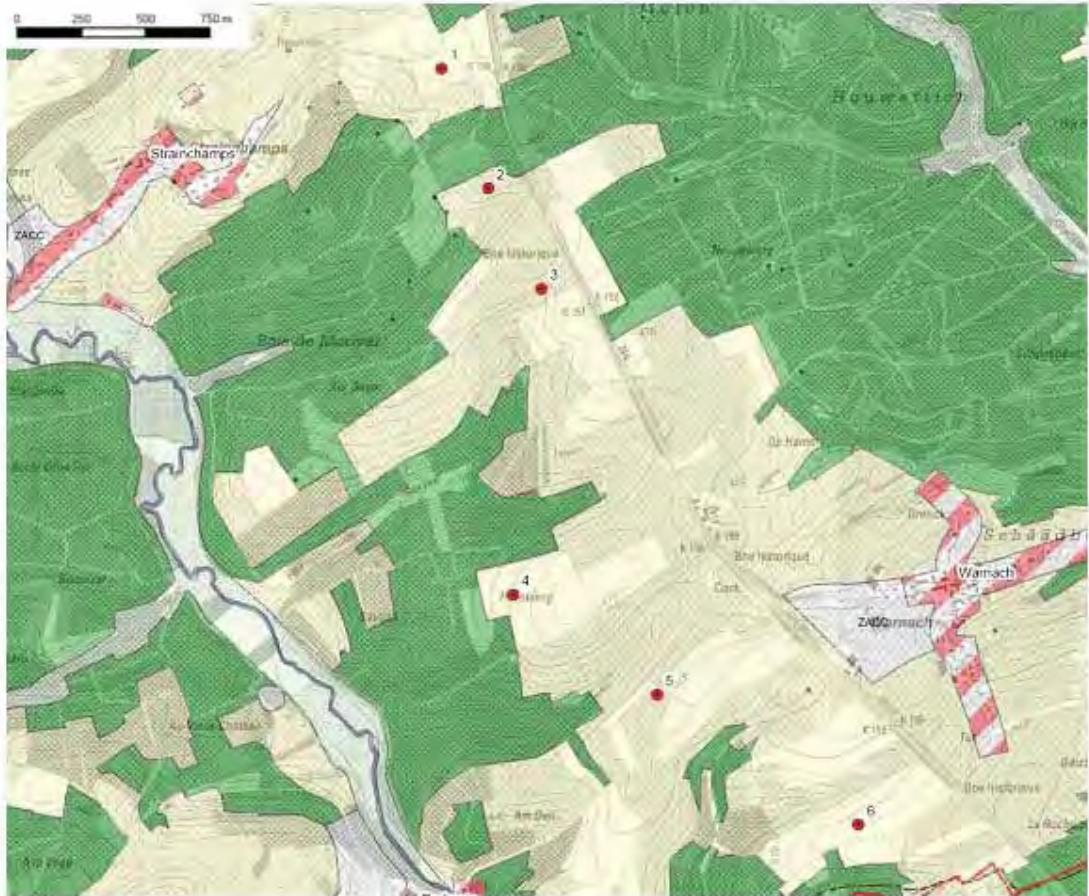


Figure 3-2: Localisation des éoliennes sur photo aérienne



3.5. Description du contexte local

Nous décrivons ci-dessous plus en détail le contexte local du projet. Comme préconisé dans le document *Studie windturbines en veiligheid*, cette partie s'attarde particulièrement sur :

- Zones d'habitat et zones vulnérables ;
- Installations classées Seveso et où des produits Seveso sont entreposés ;
- Conduites ou canalisations de produits Seveso ;

L'habitation la plus proche des éoliennes de projet est située à 650 m de l'éolienne 5. Elle fait partie d'un îlot isolé d'habitations et de fermes le long de la N4. Ces habitations se trouvent en zone agricole. La zone d'habitat au plan de secteur la plus proche des éoliennes couvre le village de Warnach, à 550 m de l'éolienne 6. Aucune zone d'habitat ni habitation isolée ne se trouve à l'intérieur du périmètre de la portée maximale de projection (décrit ultérieurement au point 3.7.2.1).

La catégorie de zone vulnérable recouvre les écoles (plus particulièrement les écoles maternelles, primaires et secondaires), les hôpitaux ainsi que les maisons de repos et de soins. Une zone vulnérable est constituée par l'ensemble du terrain sur lequel est situé le bâtiment vulnérable. Dans le cadre du projet de Fauvillers, aucune zone vulnérable n'a été identifiée à la portée maximale de projection.

Aucune installation industrielle de produit Seveso n'est également présente à la portée maximale des effets.

3.5.1. Données météorologiques

L'Institut Royal Météorologique nous livre les données statistiques météorologiques belges. La station de mesure la plus proche du projet éolien offrant des données de forme compatible à celle du modèle est celle de Kleine Brogel.

La distribution de la direction du vent à Kleine Brogel est donnée dans le tableau suivant. Ces données sont représentatives de la période de référence 1985-1996.

Tableau 3-2: distribution de la fréquence des directions de vent sur base des données de la station météo de Kleine Brogel

Secteur	Degrés (0 = Nord)	Fréquence (%)
1	-15-15	4,69
2	15-45	6,9
3	45-75	8,03
4	75-105	7,42
5	105-135	4,41
6	135-165	3,38
7	165-195	8,57
8	195-225	18,35
9	225-255	18,74
10	255-285	9,37
11	285-315	5,85
12	315-345	4,29

3.6. Description de l'éolienne

3.6.1. Exigences selon la norme IEC 61400-1

Les éoliennes modernes sont généralement construites selon des normes et standards spécifiques. La plupart des normes les plus communes sont dérivées de la norme internationale IEC 61400.

La 'partie 1' de la norme IEC 61400 vise à établir les exigences de conception à respecter pour fournir « un niveau approprié de protection contre les dommages résultant de tout risque durant la durée de vie de l'éolienne ».

Les exigences portent sur la conception, la fabrication, l'installation, les manuels pour l'exploitation et la maintenance ainsi que sur les procédures associées d'assurance de qualité afin d'obtenir la sécurité de la structure, des équipements mécaniques et électriques et du système de contrôle de l'éolienne.

3.6.1.1. Système de sécurité

Le système de sécurité des éoliennes sera activé à la suite d'un défaut dans le système de contrôle, à la suite de défauts externes ou dans le cas de situations dangereuses où les limites du dispositif sont dépassées :

- Sur-régime
- Surcharge ou défaillance du générateur
- Vibrations excessives
- Par défaillance des réseaux suivants
 - Panne de courant
 - Perte de puissance
- Torsion anormale des câbles

Le système est conçu pour pouvoir mettre les éoliennes à l'arrêt en sécurité en toute condition. Le système de sécurité a priorité sur le système de contrôle.

Des mesures ont été prises pour diminuer les risques cachés. L'arrêt en cas d'urgence remplaçant le système de contrôle automatique et permettant de tout débrancher est prévu dans tous les ateliers. Il n'est pas permis de redémarrer automatiquement les installations après l'arrêt d'urgence.

3.6.1.2. Description du modèle d'éolienne envisagé

Les modèles d'éoliennes envisagés sont les modèles N100, GE 2,5 et RE 3,3. Il s'agit de modèles à rotation lente d'une puissance électrique nominale variant de 2,5 à 3,3 MW. La description ci-dessous décrit les éléments et les caractéristiques principales de ce modèle. Les conclusions de cette étude sont également d'application pour d'autres modèles similaires d'éoliennes, pour autant que les données techniques soient comparables.

Tableau 3-3: Données techniques du modèle d'éolienne envisagé

Fournisseur	Nordex	Général Electric	REpower
Type	N 100/2500	GE 2,5	REpower 3,3
Puissance nominale	2,5 MW	2,5 MW	3,3 MW
Type de mât	Tubulaire	Tubulaire	Tubulaire
Diamètre du mât	Entre 3,0 et 4,0 m	Entre 3,0 et 4,3 m	Entre 3,0 et 4,2 m
Hauteur de mât (m)	100 m	100 m	98 m
Diamètre du rotor (m)	97,4 m	100 m	104 m
Vitesse nominale (t/min)	14,9 tours/min	14 tours/min	14,3 tours/min
Vitesse de rotation du rotor (suivant la vitesse du vent)	9,6 - 14,9 tours/min	5,0 – 14 tours/min	8,6 – 14,3 tours/min

L'évaluation des risques est basée sur l'hypothèse que ces éoliennes sont construites et certifiées conformément à la norme IEC 61 400 et qu'elles seront équipées, conformément à leur certification d'un système standard de protection contre la foudre et de détection de glace.

En effet, les éoliennes sont souvent touchées par la foudre en raison de leur hauteur imposante dans un milieu ouvert. Pour éviter les jets de morceaux ou parties du rotor dus à l'impact de la foudre, il est nécessaire que l'éolienne soit équipée d'un système antifoudre.

Il est nécessaire de détecter la production de givre sur les pales pour éviter la projection de glace durant les jours de gel et éviter une influence négative sur l'aérodynamisme ainsi que la création de vibrations du rotor.

3.7. Identification et évaluation des scénarii possibles

3.7.1. Identification des scénarii d'accidents

L'éolienne en projet devra être certifiée et répondre à la norme internationale IEC 61400-1 ou une norme nationale de valeur équivalente. Les éoliennes qui répondent à ces normes sont conçues pour avoir une durée de vie d'au moins 20 ans. Les prescriptions techniques ont trait à l'usure, la corrosion, les effets de l'humidité, etc.

En outre, les contraintes de sécurité sont telles que l'éolienne peut fonctionner en toute sécurité quelque soient les conditions météorologiques. De plus, les systèmes de sécurité sont conçus pour assurer une exploitation sûre, pouvant conduire jusqu'à l'arrêt complet des machines en cas d'éventuels défaut à l'installation.

Malgré les mesures énoncées ci-dessus, les éoliennes peuvent présenter des défaillances dans la pratique et donc présenter un risque pour leur environnement. Dans le document « Studie windturbine en veiligheid », les différents scénarii de défaillances des éoliennes sont décrits comme suit :

- Chute des composants vers le bas:
 - Chute vers le bas de l'ensemble de la nacelle et/ou du rotor;
- Défaillance structurelle:
 - Accident d'éolienne lié à la rupture du mât, ...;
- Rupture d'une pale entière:
 - Rupture de pale à la vitesse nominale de rotation;
 - Rupture de pale lors du freinage mécanique (= 1,25 x vitesse nominale);
 - Rupture de pale en cas d'emballement (= 2 x vitesse nominale);

Le scénario de projection de glace n'a pas été retenu comme expliqué ci-avant.

3.7.2. Scénarii d'accidents et distance relative des effets

3.7.2.1. Chute vers le bas de la nacelle et/ou du rotor

La chute de la nacelle et / ou du rotor est considérée selon l'étude *windstudie en veiligheid* comme des incidents qui mettent uniquement en péril la zone sous le rotor. Ce scénario est particulièrement pertinent en ce qui concerne le risque individuel (risque pour l'homme). Si la distance de sécurité de la moitié du diamètre du rotor est maintenue, il n'y a pas de risque pour les personnes passants au loin.

Dans le cas du projet de Fauvillers, la distance de jet maximale dans le cas de la chute vers le bas de la nacelle et/ou du rotor à considérer est de 52 m par rapport à l'axe du mât.

3.7.2.2. Défaillance structurelle

Lorsqu'une éolienne est en fonctionnement, le vent exerce une force qui est orientée perpendiculairement à la surface du rotor. Cette force va exercer une pression sur le mât de l'éolienne et sur les fondations. Plus la vitesse du vent est élevée, plus la force exercée sur les structures porteuses sera forte.

L'éolienne est arrêtée dès que la vitesse du vent dépasse une certaine valeur (vitesse de décrochage) afin d'éviter l'usure des structures porteuses. Comme pour toute construction, la pression du vent est présente, même pour une éolienne à l'arrêt. Ces pressions dues au vent peuvent être considérablement réduites en ajustant l'orientation des pales. Ces éléments sont pris en compte lors de la conception de l'installation.

Etant donné que l'ensemble de l'éolienne est exposé au vent, l'entièreté de l'installation doit être prise en considération pour le scénario d'une défaillance structurelle. Le périmètre de maximum des dommages correspond donc à la hauteur du mât, plus la moitié du diamètre du rotor. Pour les conduites souterraines, l'étude « *windturbine en veiligheid* » indique un périmètre de dommage maximal égal à la hauteur du mât (nacelle comprise).

Le périmètre maximum des dommages de défaillance structurelle dans le cas de Fauvillers est de 150 m

3.7.2.3. Rupture d'une pale entière

La vitesse du rotor de l'éolienne est variable et est réglée par les freins aérodynamiques. Bien que mettre une seule pale en drapeau soit suffisant pour stopper l'éolienne, elle possède 3 freins aérodynamiques (1 par pale). En cas de défaillance de ce système de régulation de la vitesse, l'éolienne dispose d'un système de freinage mécanique qui peut amener l'éolienne à l'arrêt complet via un système de frein à disques.

Dans l'étude « *windturbine en veiligheid* » trois scénarii possibles sont envisagés en cas de rupture de pale, soit :

- Rupture de pale à la vitesse nominale de rotation;
- Rupture de pale lors du freinage mécanique (= 1,25 x vitesse nominale);
- Rupture de pale en cas d'emballement (= 2 x vitesse nominale);

Le détachement d'une pale du rotor pendant la rotation aura pour résultat la projection de la pale dans la direction qui prolonge la surface du rotor. La distance de projection maximale dépend notamment de la vitesse de rotation. Les scénarios de défaillance diffèrent notamment selon les vitesses de rotation également.

Pour déterminer la distance maximale de projection dans le cas d'un scénario de rupture de pale, nous utilisons le modèle balistique proposé par l'étude « *windturbine en veiligheid* ». Le calcul du modèle balistique est explicité en annexe 1.

Le tableau ci-dessous renseigne les distances de projection maximales pour le modèle d'éolienne retenu.

Tableau 3-4: Distance maximale de projection pour différentes vitesses de rotation

Scenario	Distance maximale de projection	Distance maximale de projection	Distance maximale de projection (m)
Fournisseur	Nordex	General Electric	REpower
Type	N100 /2500	GE 2,5	REpower 3,3
Hauteur de mât (m)	100	100	98
Diamètre du rotor (m)	97,5	100	104
Vitesse nominale (t/min)	14,9	14	14,3
Rupture de pale à vitesse nominale (m)	133	128	134
Rupture de pale lors du freinage (m) (1,25 x vitesse nominale)	176	169	179
Rupture de pale en cas d'emballement (m) (2 x vitesse nominale)	347	323	357

3.7.3. Probabilité des différents scénarii d'accidents

3.7.3.1. Introduction

Tout d'abord, il convient de noter qu'une analyse statistique approfondie sur les turbines actuelles n'est pas encore disponible. En effet, l'industrie éolienne a subi un développement important sur une période relativement courte. La technologie datant d'il y a une dizaine d'année est ainsi difficilement comparable avec la technologie utilisée aujourd'hui dans l'industrie.

Les fréquences de défaillance doivent donc être maniées en regard des statistiques de base de la machine projetée. Peu de défaillances sont connues dans les modèles actuels en comparaison des installations ayant déjà une certaine durée de vie (par exemple plus vieilles que 10 ans).

Une éolienne peut représenter un risque pour les objets ou les activités proches lorsqu'ils sont situés à la distance de jet du rotor qui se romprait en situation de surrégime. Cette distance de jet doit être calculée en supposant que le rotor est en surrégime et tourne à une vitesse qui est comparable à deux fois la vitesse nominale, la pale se rompt au point d'ancrage de la pale et est propulsée selon sa trajectoire balistique sans tenir compte de la résistance de l'air. La gamme dans laquelle les récepteurs sont encore considérés comme vulnérables dépend principalement de l'éolienne. Ceci se fait principalement sur base du diamètre de l'éolienne, la vitesse du rotor à laquelle une pale se rompt et la hauteur du mât.

3.7.3.2. Fréquence de défaillance selon l'étude " *windturbines en veiligheid*"

L'étude de référence donne des probabilités d'occurrence pour les scénarii d'accidents cités précédemment.

Elle se base sur des données de défaillance de turbines danoises, allemandes et hollandaises. Ces fréquences de défaillance ont été établies en tenant compte d'hypothèses conservatives

(pour certaines banques de données, seules les éoliennes ayant connu une défaillance ont été reprises).

Le calcul des probabilités des scénarii d'accidents ne fait pas de distinction entre les différentes technologies. Par exemple, Il n'y a aucune distinction entre les générateurs alimentés directement ou indirectement ou entre les éoliennes certifiées et non certifiées.

Le tableau ci-dessous présente les probabilités des scénarii d'accidents telles qu'énoncées dans l'étude « *windturbine en veiligheid* ».

Tableau 3-5: Probabilité des scénarii d'incidents selon "Studie windturbines en veiligheid"

Scenario	Probabilité /éolienne.an
Rupture de pale	$6,3.10^{-4}$
<i>Vitesse nominale</i>	$3,15.10^{-4}$
<i>Freinage mécanique</i>	$3,15.10^{-4}$
<i>Emballement</i>	$8,50.10^{-6}$
Mât	$5,8.10^{-5}$
Nacelle et/ou rotor	$2,0.10^{-4}$

Les chiffres présentés dans le tableau ci-dessus signifient que la probabilité d'occurrence de la rupture de pale est de 0,00063 par éolienne et par an, ce qui est très faible. Voyons toutefois le risque externe lié aux éoliennes de projet.

3.8. Détermination et évaluation des risques externes liés à l'éolienne

3.8.1. Introduction

Les risques externes analysés dans la présente étude sont les risques humains liés à des accidents d'éoliennes. Les risques humains peuvent être répartis comme ceci :

- Risques directs ;
 - Risque lié à l'emplacement ;
 - Risque collectifs ;
- Risques indirects.

Les risques directs des éoliennes pour l'homme sont déterminés par les impacts directs de fragments sur une personne située à proximité de l'éolienne étudiée. Ces risques sont appelés risques liés à l'emplacement.

Les récepteurs des dommages dans le cas des risques directs peuvent être répartis selon différents groupes.

- Zones ayant une fonction d'habitat;
- Zone avec zones vulnérables;
- Population industrielle.

Dans le cas du projet de Fauvillers, aucune zone ayant une fonction d'habitat ni aucune zone vulnérable ni population industrielle n'est présente à la distance de projection maximale. Toutefois, la Nationale 4, dont la bordure externe est située à 140,2 m de l'éolienne 3 peut accueillir jusque 660 unités véhicules par heure, elle sera considérée comme récepteur de risque dans la discussion.

Le risque collectif est le risque qu'un groupe de personnes soit en une fois victime d'un événement indésirable. Il ne sera pas abordé dans le cas du projet éolien Fauvillers étant donné qu'il n'existe pas de bâtiments ou d'activité particulière à proximité des éoliennes pouvant héberger un certain nombre de personnes pendant une certaine durée. Notons toutefois qu'un parc à conteneur est situé à environ 460 m au nord-est de l'éolienne 5. Le risque d'accident lié à une éolienne n'y est pas significatif dans ce cas puisqu'il est situé à une distance supérieure à la distance maximale de projection de pale (cf tableau 3-4).

Le risque indirect détermine l'influence de l'éolienne sur le risque des installations existantes comprenant des produits SEVESO (appelé effet domino). Les risques indirects dépendent des installations secondaires. Il s'agit de dégâts causés à des installations à la suite d'un accident primaire, causé dans ce cas, par l'impact d'un élément d'éolienne.

Dans la présente étude, aucune conduite transportant contenant des produits SEVESO n'est identifiée dans la zone du parc éolien, ce type de risque ne sera pas abordé.

Comme indiqué plus haut, l'utilisation de la distance de projection maximale comme distance tampon entre les récepteurs des dommages et les éoliennes n'est généralement pas possible. C'est pourquoi le risque réel causé par les éoliennes en fonctionnement dans cette étude a été identifié et évalué.

3.8.2. Les risques directs : Introduction

Le risque de décès de cause involontaire varie en fonction de nos activités quotidiennes ou de notre style de vie. Le tableau suivant présente un aperçu des circonstances pouvant entraîner un risque accru de décès. Notons qu'un risque de 1.10^{-5} équivaut à un accident sur 100.000 événements par an.

Tableau 3-6: Risque de décès de cause involontaire

Activité	Risque de décès*
fumer (1 paquet de cigarette par jour)	$5.00 \cdot 10^{-3}$ /an
Rouler à moto	$1.00 \cdot 10^{-3}$ /an
Rouler à mobylette	$2.00 \cdot 10^{-4}$ /an
Rouler en voiture	$1.75 \cdot 10^{-4}$ /an
amiante (exposition professionnelle)	$6.25 \cdot 10^{-5}$ /an
Radiation	$5.00 \cdot 10^{-5}$ /an
Faire du vélo	$3.85 \cdot 10^{-5}$ /an
Marcher à pied	$1.85 \cdot 10^{-5}$ /an
Incendie et brûlure	$1.00 \cdot 10^{-5}$ /an
Risque maximal autorisé pour les substances cancérigènes (Concentrations maximales de substances cancérigènes)	$1.00 \cdot 10^{-5}$ /an
Voler	$1.23 \cdot 10^{-5}$ /an
Foudre	$5.00 \cdot 10^{-7}$ /an

Piqûre d'abeille	$2.00 \cdot 10^{-7}$	/an
Noyade par rupture de digue Noyade par effondrement de digues	$1.00 \cdot 10^{-7}$	/an
Cibles pour les agents cancérigènes	$1.00 \cdot 10^{-7}$	/an
Ablation d'un rein dans un bon hopital	$1.43 \cdot 10^{-9}$	/an
Collision de météorite	$1.00 \cdot 10^{-9}$	/an

*: Source: www.rechtomteweten.nl

Les concepts de risques locaux et de risques de groupe sont utilisés pour les personnes riveraines d'une entreprise. Le risque local (exprimé en risque par an) correspond au nombre de fois qu'un accident lourd se produit par an multiplié par l'effet sur une personne (décès) en conséquence d'une exposition à cette perturbation (effet toxique, chaleur, pression, l'impact d'un objet volant).

En général, le risque aux environs d'une activité est traité comme si un individu était présent en tout point en permanence. Les points ayant un risque local identique forment les lignes d'**iso-contours du risque**.

Un certain nombre de critères ont été définis par le gouvernement flamand en ce qui concerne les risques locaux. Ce document définit les critères de risque pour le risque humain externe, et montre comment ces critères doivent être utilisés. Ceux-ci sont discutés dans les paragraphes suivants :

Tableau 3-7: Critères de risque lié à l'emplacement pour différentes zones

Localisation	Critère
Limite de l'établissement	10^{-5} / an
Limite d'un quartier résidentiel	10^{-6} / an
Limite d'une zone avec une zone vulnérable	10^{-7} / an

Le premier critère signifie que hors du terrain de l'établissement, le risque local ne peut pas excéder 10^{-5} par an (à savoir que le périmètre de risque de 10^{-5} par an doit être entièrement inclus dans les limites du terrain de l'établissement). De manière analogue, le second critère signifie que dans un quartier résidentiel voisin à l'installation, le risque local doit être inférieur à 10^{-6} par an. Le troisième critère enfin signifie que sur un terrain comprenant une zone vulnérable, le risque local ne peut pas être inférieur à 10^{-7} par an. Le critère retenu dans l'évaluation du risque local des éoliennes est de 10^{-5} par an pour la Nationale 4. C'est en effet le critère utilisé en Flandre. Il nous paraît raisonnable de l'appliquer en Wallonie également.

3.8.3. Risque lié à l'emplacement

Les paragraphes suivants déterminent la distance des différents iso contours de risque (les isocontours de risque sont des lignes reliant les points ayant la même probabilité de risque lié à l'emplacement) aux éoliennes. Pour chaque scénario de défaillance, les risques de chutes sont déterminés en fonction de la distance à l'éolienne.

Pour le scénario « rupture de pale » spécifiquement, il faut prendre en compte la probabilité d'impact du centre de gravité de la pale ($P_{zwpt}(x,y)$). Cette probabilité d'impact est également donnée dans la figure suivante pour l'éolienne de projet en fonction de la distance à l'éolienne.

Une distribution des vents uniforme est ici prise en compte. La contribution du vent par secteur est prise en charge dans les calculs suivants.

Figure 3-3: Probabilité d'impact au centre de gravité (P_{zwppt}) suite à une rupture de pale (Nordex 100)

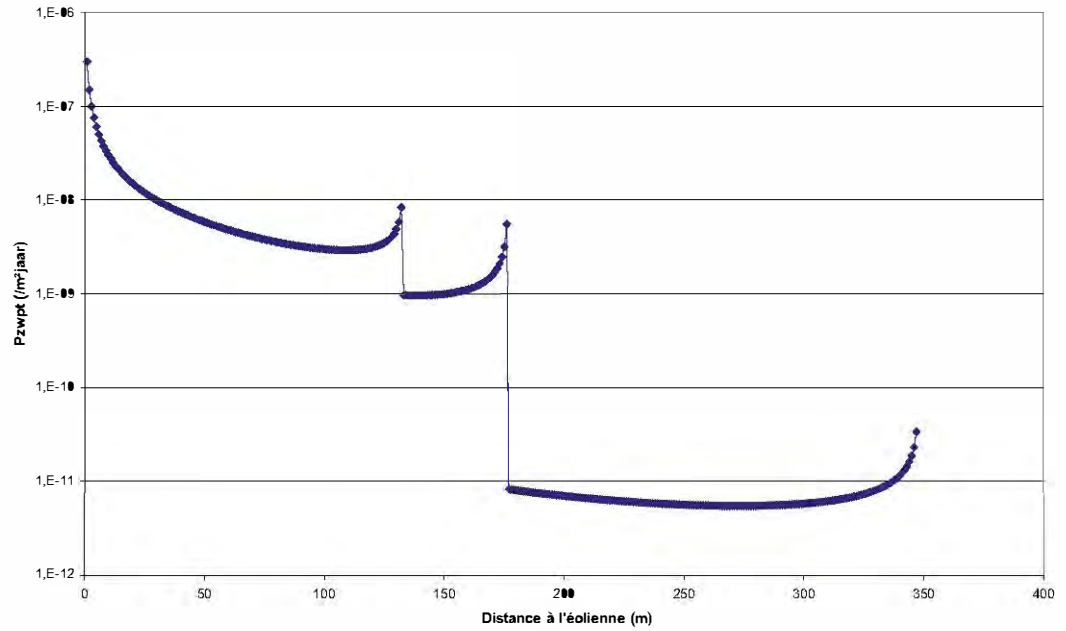


Figure 3-4: Probabilité d'impact au centre de gravité (P_{zwppt}) suite à une rupture de pale (GE 2,5)

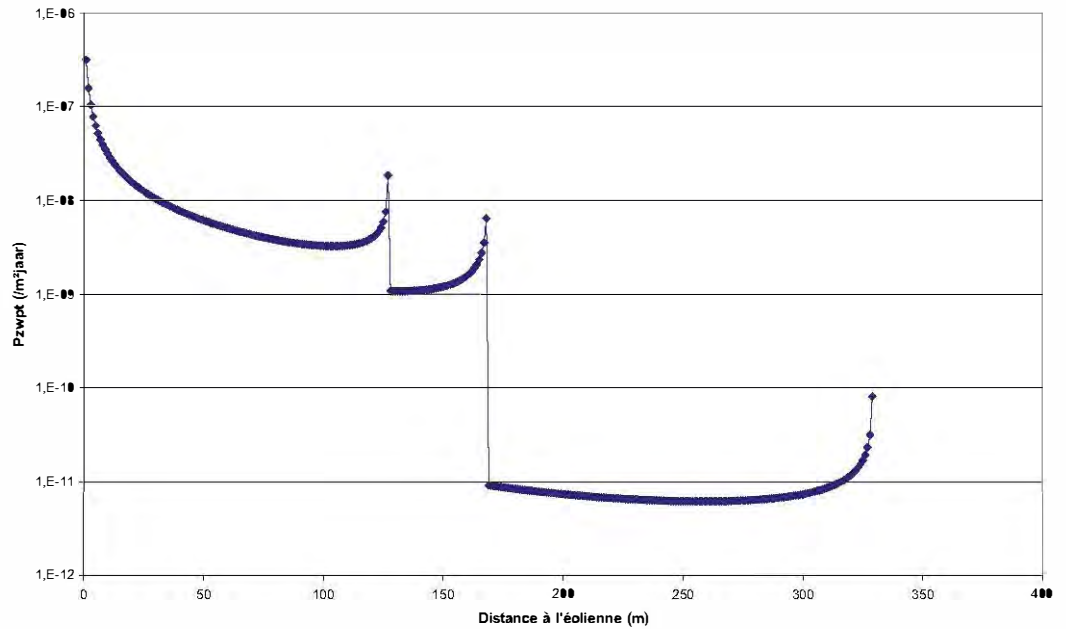
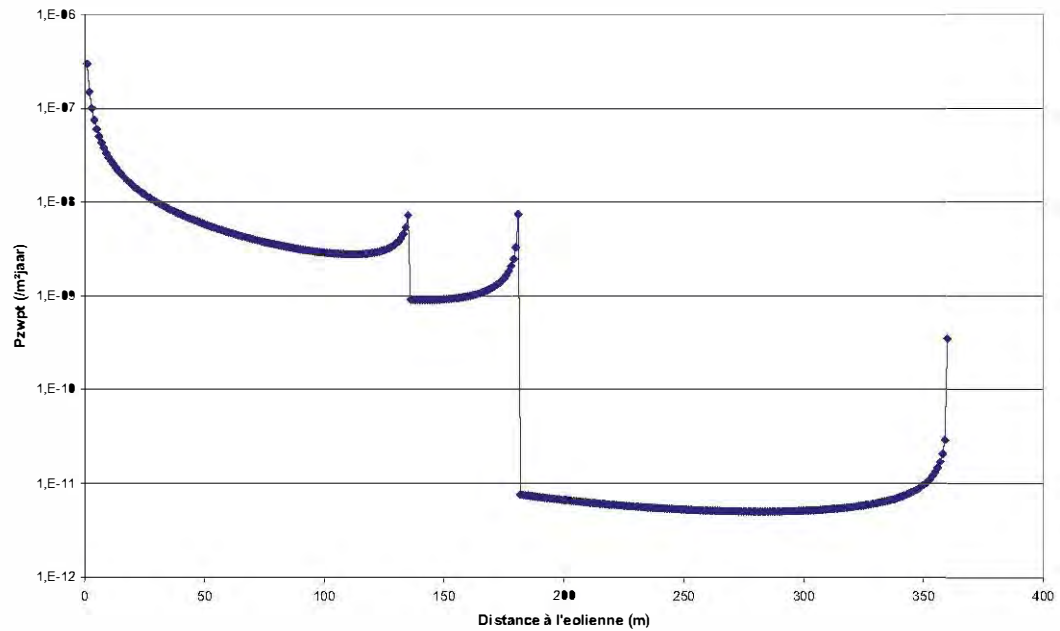


Figure 3-5: Probabilité d'impact au centre de gravité (Pzwpt) suite à une rupture de pale (REpower 3,3)



Ces graphes montrent qu'à la distance maximale de projection de pales en cas d'emballement (tableau 3.3, Nordex 100 à 347 m), la probabilité d'accident est comprise entre 10^{-10} et 10^{-11} /éolienne.an, ce qui est infime.

Dans les figures suivantes, la distance de jet correspondant aux probabilités critères est présentée sous la forme de contours d'iso-risques entourant la localisation projetée de l'éolienne.

Figure 3-6 Isocontours des Risques liés à l'emplacement (Nordex 100)

Figure 3-7 : Isocontours des risques liés à l'emplacement (GE 2,5)

Figure 3-8: Isocontours des risques liés à l'emplacement (REpower 3,3M)

En résumé, on peut dire que selon les calculs du risque lié à l'emplacement, il apparaît que :

1. le contour 10^{-5} est situé à maximum 52 m du pied du mât de l'éolienne. Personne ne peut se trouver en permanence à l'intérieur de ce périmètre.
2. le contour 10^{-6} est situé à maximum 181 m de l'éolienne. Ce périmètre ne contient aucune zone à fonction d'habitat.
3. le contour 10^{-7} est situé à maximum 181 m de l'éolienne. Ce périmètre ne comprend aucune zone vulnérable.

Le récapitulatif des distances maximales est repris dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3-8: Récapitulatif des distances maximales à l'éolienne des iso-contours critères

Critères	Distance maximale (m) à l'éolienne de la probabilité d'impact au centre de gravité		
	N 100	GE 2,5	REpower 3.3
10^{-5} /an	48	50	52
10^{-6} /an	176	168	181
10^{-7} /an	176	168	181

Notons que les distances maximales de jet pour les probabilités 10^{-6} et 10^{-7} sont identiques parce qu'à cette distance les probabilités chutent rapidement de 10^{-6} à 10^{-9} . Comme vous pouvez le constater, ces chiffres correspondent à la distance maximale de rupture de pale en cas de freinage mécanique.

Remarquons que l'hypothèse de calcul prend en compte qu'une personne est présente sur site en continu (24h/24 et 7j/7). Les critères de sécurité appliqués aux risques locaux tiennent compte de la présence continue d'une personne. Cette démarche est conservative puisque dans le cas du projet éolien de Fauvillers, aucune habitation ou lieu de travail n'existe à ces distances.

3.8.4. Discussion

De façon générale, il y a lieu de s'assurer que personne ne soit présent de façon permanente à l'intérieur du périmètre de 10^{-5} (sous le rotor). Etant donné la localisation actuelle des habitations isolées et des zones d'habitat, on peut conclure que le risque lié à l'emplacement pour le type d'éolienne envisagé est conforme aux critères définis.

La Nationale 4 est également située hors du périmètre de 10^{-5} . Le tableau ci-dessous détaille les valeurs de risque liées à la distance minimale entre la nationale 4 et l'éolienne la plus proche (éolienne 3).

Tableau 3-9: Probabilité de risque pour la distance entre la N4 et l'éolienne la plus proche (3).

Distance de jet	Probabilité de risque à la distance la plus proche de la N4		
	N100	GE 2,5	REpower 3,3
140 m (bordure de la N4)	$2.65 \cdot 10^{-7} / \text{an}$	$2.85 \cdot 10^{-7} / \text{an}$	$2,68 \cdot 10^{-7} / \text{an}$
148 m (centre de la N4)	$2.67 \cdot 10^{-7} / \text{an}$	$2,94 \cdot 10^{-7} / \text{an}$	$2,69 \cdot 10^{-7} / \text{an}$

Rappelons qu'une valeur de risque de $2,65 \cdot 10^{-7}$ correspond à une probabilité d'occurrence d'un accident de 0,000000265 par éolienne et par an ce qui représente un très faible risque.

Ces valeurs de risque calculées pour les différents modèles envisagés dans l'étude d'incidences sont inférieures au critère établi dans les limites de l'établissement (10^{-5}) et les limites des zones résidentielles (10^{-6}). Ces probabilités de risques répondent dès lors à des critères plus contraignant que les critères à prendre en compte dans le cas d'un axe de circulation.

3.9. Conclusion de l'étude de sécurité

Air Energy envisage l'implantation de 6 éoliennes à Fauvillers. La présente étude a porté sur la détermination et l'évaluation des risques de sécurité externes liés à l'exploitation d'une éolienne certifiée IEC (ou une norme nationale équivalente).

Le présent rapport se base sur les lignes directrices et critères de sécurité exposés dans l'étude de référence "Studie windturbines en veiligheid" étant donné l'absence de cadre méthodologique en Wallonie. Cette étude donne également la méthodologie à suivre pour l'étude de risque en ce qui concerne l'implantation des éoliennes.

→ Les risques directs

D'après le calcul du risque lié à l'emplacement

4. le contour 10^{-5} est situé à maximum 52 m du pied du mât de l'éolienne. Personne ne peut se trouver en permanence à l'intérieur de ce périmètre.
5. le contour 10^{-6} est situé à maximum 181 m de l'éolienne. Ce périmètre ne contient aucune zone à fonction d'habitat.
6. le contour 10^{-7} est situé à maximum 181 m de l'éolienne. Ce périmètre ne comprend aucune zone vulnérable.

En général, le contour 10^{-5} (en dessous du rotor) ne peut abriter des personnes en permanence. Il n'existe aucune installation industrielle, aucune habitation ni zone vulnérable à la distance maximale de projection. Ce contour de risque est toutefois pris en compte comme critère pour discuter du risque au droit de la N4, axe fréquemment utilisé puisqu'on y relève des pics maximum de 660 unités véhicules particuliers / heure.

Quel que soit le modèle d'éolienne, la valeur de probabilités de risque à la distance à la bordure de la N4 (140 m), est comprise entre 10^{-6} et 10^{-7} /éolienne.an Ces risques sont dès lors largement inférieurs au critère d'acceptabilité de 10^{-5} /an. Ces valeurs de probabilités sont reprises dans le tableau ci-dessous.

Distance de jet	Probabilité de risque à la distance la plus proche de la N4		
	N100	GE 2,5	REpower 3,3
140 m (bordure de la N4)	$2.65 \cdot 10^{-7}$ /an	$2.85 \cdot 10^{-7}$ /an	$2,68 \cdot 10^{-7}$ /an
148 m (centre de la N4)	$2.67 \cdot 10^{-7}$ /an	$2,94 \cdot 10^{-7}$ /an	$2,69 \cdot 10^{-7}$ /an

Aucun risque collectif n'est identifié sur la zone. Aucun risque indirect n'a été identifié étant donné l'absence de sites SEVESO ou de conduites pouvant contenir des produits SEVESO dans la zone de projet.

En conclusion, le risque externe lié à l'implantation de 6 éoliennes à Fauvillers est considéré comme acceptable.