4.7 CONTEXTE URBANISTIQUE

4.7.1 Méthodologie et périmètre d'étude

L'objet du présent chapitre est de vérifier l'adéquation des installations prévues par le projet avec les plans d'aménagement du territoire et les règlements urbanistiques en vigueur à l'échelle communale, supra-communale et régionale.

Pour rappel, un parc éolien est composé des éoliennes à proprement parler mais également d'une cabine de tête et des aménagements annexes (aires de manutention, chemins d'accès, raccordement électrique, etc.).

La production d'électricité verte par un parc éolien peut, de manière générale, être considérée comme une activité d'utilité publique, au sens du CWATUPE, à condition d'une injection de la production au niveau d'un réseau de transport ou de distribution d'électricité. A ce titre, l'implantation d'un parc éolien peut bénéficier de dérogations par rapport aux affectations et prescriptions urbanistiques en vigueur. En effet, l'article 127, §3 du CWATUPE stipule que les actes et travaux d'utilité publique peuvent s'écarter des prescriptions du plan de secteur, d'un plan communal d'aménagement, d'un règlement communal d'urbanisme ou d'un plan d'alignement à condition que la demande soit préalablement soumise à des mesures particulières de publicité et à consultation et qu'ils «*soit respectent, soit structurent, soit recomposent les lignes de force du paysage* ».

Le respect de cette condition paysagère est analysé de manière exhaustive à la partie précédente de la présente étude.

▶ Voir PARTIE 4 : 4.6. Paysage et Patrimoine

Sur cette base, il appartiendra au Fonctionnaire délégué du Service public de Wallonie d'octroyer ou non les éventuelles dérogations requises.

Dans tous les cas, au-delà du respect des plans d'aménagement du territoire et des règlements urbanistiques, éventuellement par dérogation, il convient de vérifier si la localisation de la cabine de tête est judicieuse et d'analyser son intégration paysagère dans son site à caractère rural. Même si l'impact potentiel de cette cabine peut être considéré comme réduit en comparaison à l'ampleur de la modification apportée par la construction des éoliennes, il s'agit néanmoins de le limiter au maximum.

4.7.2 Législation applicable

- Code Wallon de l'Aménagement du Territoire, de l'Urbanisme, du Patrimoine et de l'Energie (CWATUPE).
- Cadre de référence pour l'implantation d'éoliennes en Région wallonne approuvé par le Gouvernement wallon le 18 juillet 2002.
- Plans de secteur, Plans communaux d'aménagement, Règlements régionaux d'urbanisme et Règlements communaux d'urbanisme en vigueur.

4.7.3 Etat initial

4.7.3.1 Plans et règlements en vigueur

<u>Plan de secteur</u>

Toutes les éoliennes et la cabine de tête sont projetées sur des parcelles situées en zone agricole au plan de secteur.

▶ Voir CARTE n°2 : Plan de secteur

L'article 35 du CWATUPE stipule que «*la zone agricole est destinée à l'agriculture au sens général du terme. Elle contribue au maintien ou à la formation du paysage. Elle ne peut comporter que les constructions indispensables à l'exploitation et le logement des exploitants […]* ».

Plan communal d'aménagement (PCA)

Aucun PCA n'est en vigeur dans un périmètre d'un kilomètre de rayon depuis les éoliennes.

Règlement communal d'urbanisme (RCU)

La commune de Hannut dispose d'un règlement d'urbanisme en vigueur depuis 1995, il est actuellement en cours de révision.

Ce règlement impose en zone rurale plusieurs éléments :

Au niveau de l'implantation :

- il faut respecter d'une part le relief naturel du sol et se placer en fonction des lignes de forces du paysage ;
- et, d'autre part, l'alignement aux limites parcellaires latérales avec un recul d'une fois et demi la hauteur sous gouttière du bâtiment.

Au niveau de la volumétrie :

- les volumes doivent être simples sans retrait ou saillie dépassant 10 cm ;
- le plan est un rectangle dont le rapport façade/pignon est compris entre 1,3 et 2 ;
- la toiture doit avoir deux versants droits de même inclinaison et de même longueur de pente (ou éventuellement de longueur inégale, le rapport des versants étant compris entre 1 et 1,5)
- les pentes se situeront entre 35° et 45° ;
- pas de corniche saillante, gouttière à fleur de façade ou dépassant de toiture (avec gouttière) de 30 cm maximum.

Matériaux et couleurs :

- garantir une unité de matériaux entre chaque façade ;
- parement de façade : pierre bleue, tuffeau, briques ou blocs de béton rugueux de teinte rouge foncée (hauteur 5 à 10 cm, longueur +/- 20 cm), brique recouverte d'un enduit rugueux de teinte blanche ;
- toiture : ardoises naturelles ou artificielles, tuiles de teinte grises ou rouge ; verrières, serres, capteurs solaires admis si dans le même plan et si il y a harmonisation de la tonalité ;

Abords, végétation :

- le tarmac est interdit sur la surface comprise entre les façades et la voie publique ;
- la végétation est obligatoirement indigène.

4.7.3.2 Site d'implantation de la cabine de tête

La cabine de tête est prévue à proximité de l'éolienne 2, sur le territoire communal de Hannut.

▶ Voir CARTE n°3a : Chemins d'acès et raccordement interne

L'endroit où elle serait construite est un champ de grande taille dépourvu de tout élément ligneux et à proximité d'un chemin agricole.

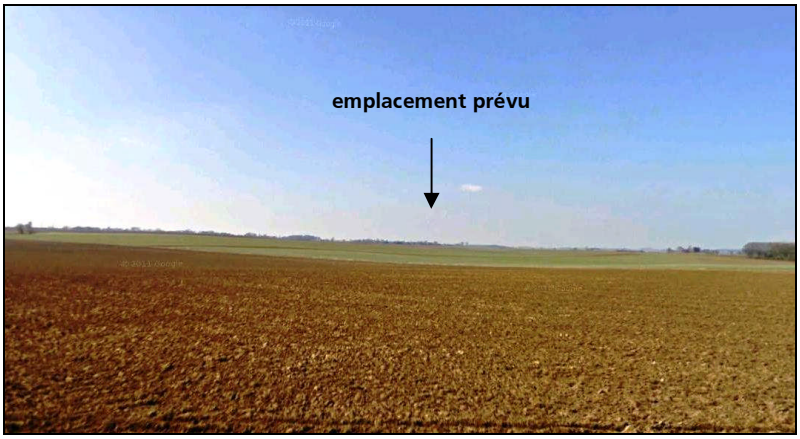

Figure 61 : Cadre paysager du lieu d'implantation prévu de la cabine de tête au pied de l'éolienne 2.

4.7.4 Incidences en phase de réalisation

La cabine de tête correspond à un bâtiment rectangulaire en béton préfabriqué avec parement en briques de ton brun-rouge. Il s'agit d'un bâtiment relativement standard pour tous les parcs éoliens, dont les dimensions (L x l x h) seront les suivantes : 4,30 m x 2,50 m x 3,20 m.

▶ Voir PARTIE 3 : 3.3.3.4. Cabine de tête

Le bâtiment de la cabine de tête respecte *a priori* les prescriptions du Règlement Communal d'Urbanisme (RCU) en vigueur sur le territoire communal.

L'implantation de la cabine de tête sur le site du projet n'aura qu'un impact réduit sur le paysage par comparaison à l'ampleur de la modification apportée par la construction des éoliennes. Elle sera néanmoins bien visible étant donné son isolement dans le paysage agricole.

Ainsi, pour accompagner le bâtiment et favoriser son insertion paysagère, l'auteur d'étude recommande la plantation d'arbustes d'essences indigènes à coté de la cabine de tête. Cette plantation doit se limiter à 2 ou 3 individus afin de ne pas altérer le caractère ouvert du plateau agricole.

4.7.5 Incidences en phase d'exploitation

Aucune incidence à ce niveau.

4.7.6 Conclusion

Les éoliennes et la cabine de tête sont projetées sur des parcelles situées en zone agricole au plan de secteur. Compte tenu de la destination de cette zone, une dérogation, prévue par le CWATUPE, sera requise pour l'implantation du projet.

La cabine de tête est prévue à proximité de l'éolienne 2, sur le territoire communal de Hannut, qui dispose d'un Schéma de structure communal (SSC) et d'un Règlement communal d'urbanisme (RCU).

La cabine de tête correspond à un bâtiment rectangulaire en béton préfabriqué avec un parement en briquette de ton brun-rouge. Elle n'aura qu'un impact réduit sur le paysage mais sera néanmoins bien visible étant donné son isolement dans le paysage agricole. La plantation de quelques arbustes d'essences indigènes à son pourtour améliorerait son intégration.

4.7.7 Recommandations

- Plantation de quelques arbustes d'essence indigène à côté de la cabine de tête du parc pour favoriser son intégration paysagère.

4.8 INFRASTRUCTURES ET ÉQUIPEMENTS PUBLICS

4.8.1 Méthodologie et périmètre d'étude

En phase de réalisation, l'impact d'un projet éolien sur les infrastructures et équipements publics concerne avant tout l'éventuelle perturbation de la circulation locale liée au passage du charroi et aux aménagements de voirie.

En phase d'exploitation, le charroi généré par le projet se limitera aux opérations de maintenance des éoliennes, qui sont réalisées deux fois par an avec des camionnettes. Les seuls aspects à considérer dans le cadre de l'étude concernent le risque de perturbation des systèmes de télécommunication et la capacité d'accueil encore disponible au niveau du réseau électrique.

Signalons que la sécurité des infrastructures éventuellement présentes sur le site (lignes haute tension, conduites souterraines, etc.) est traitée au chapitre 4.12 Santé et sécurité.

4.8.2 Cadre réglementaire et normatif

- Cadre de référence pour l'implantation d'éoliennes en Région wallonne

4.8.3 Etat initial

4.8.3.1 Transport des personnes et marchandises

Réseau routier interurbain

L'accessibilité de la région de Hannut est assurée par trois axes principaux. Il s'agit de l'autoroute E40 au nord, qui relie Bruxelles à Liège, et des routes nationale N64 et N80 à l'est du projet, qui traversent la commune de Hannut du nord au sud.

▶ Voir CARTE 1a : Localisation

Réseau routier local

Le site d'étude du projet est accessible via les routes nationales N240 (au nord) et N624 (au sud-est) et localement via la route de liaison qui relie Thisnes à Merdorp (rue Chapelle Dony) et via plusieurs chemins agricoles (rue du Warichet au nord, rue de l'Enfer et rue Chapelle Hardy à l'est et au sud du projet).

▶ Voir CARTE 1b : Vue aérienne

Transport ferroviaire

Aucune ligne ferroviaire n'est située dans un rayon de 1 km autour du site d'étude.

4.8.3.2 Transport d'énergie

Réseau électrique

La localisation du projet par rapport au réseau électrique de transport d'ELIA est illustrée à la figure suivante.

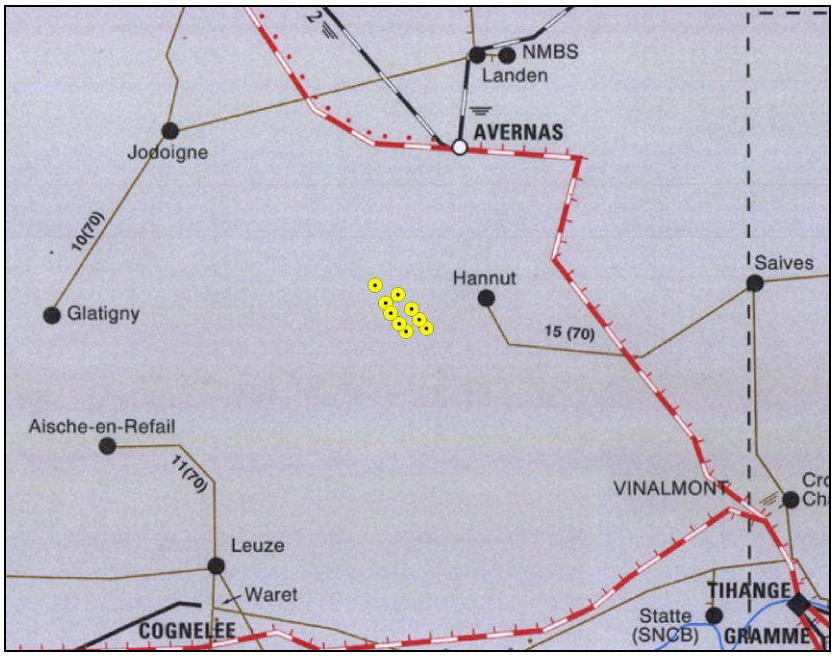

Figure 62 : Situation du projet par rapport au réseau électrique de transport (réseau haute tension) géré par Elia (source : Elia, 2006).

Aucune ligne électrique à haute tension ne se situe dans le périmètre d'étude immédiat du projet (rayon de 1 km). La ligne haute tension la plus proche, située à plus de 2 kilomètres à l'est du projet, établit une connexion 70 kV jusque Hannut.

Le poste de raccordement le plus proche du projet est situé à Hannut. Il s'agit d'un poste de 70 kV interconnecté au réseau.

Conduites de gaz

Une canalisation de la société Fluxys destinée à la distribution du gaz passe à 460 m au sud du projet.

- Voir CARTE 2 : Plan de Secteur

Conduites d'hydrocarbures

Aucune canalisation d'hydrocarbures n'est indiquée au plan de secteur à proximité du projet. S'agissant des conduites du réseau de l'OTAN, dont le tracé n'est pas public, le Ministère de la Défense, consulté par l'intermédiaire du Service Public Fédéral Mobilité et Transports, n'en fait aucune mention.

- Voir ANNEXE A : Avis préalable des autorités aéronautiques et de l'IBPT

4.8.3.3 Autres infrastructures de transport

Conduites d'eau

Aucune conduite d'eau n'est renseignée dans un rayon de 500 m autour du projet.

4.8.4 Incidences en phase de réalisation

4.8.4.1 Impact du charroi lourd et exceptionnel

Quantification du charroi

La construction d'une éolienne génère un charroi exceptionnel pour le transport de la grue de montage et l'acheminement des différents éléments constituant l'éolienne. Le nombre et le gabarit des convois dépendront du type de machine installée, et notamment de la nature de la tour (acier ou béton).

En considérant une éolienne avec un mât en acier d'une hauteur de 100 m et un rotor de 100 m de diamètre, le charroi exceptionnel peut être estimé comme suit :

- 15 convois exceptionnels pour la construction et le démontage de la grue (celle-ci est ensuite déplacée sur le site soit le long des chemins existants s'il s'agit d'une grue sur pneus, soit à travers les champs s'il s'agit d'une grue sur chenilles).
- 14 convois exceptionnels pour l'acheminement des pièces de l'éolienne, dont : 6 pour les éléments de la tour, 1 pour le moyeu, 1 pour la nacelle, 3 pour les pales, 1 pour l'anneau d'ancrage de la fondation, 2 pour des pièces diverses.

La longueur maximale d'un convoi sera de l'ordre de 50 m, mesurée entre le front du véhicule et l'extrémité de la charge transportée.

Au charroi exceptionnel s'ajoute le charroi lourd nécessaire à l'évacuation des déblais (*cfr. partie 4.1 Sol, sous-sol et eaux souterraines*) et à l'acheminement des matériaux de construction, y compris des graviers pour la stabilisation des aires de montage et des chemins d'accès.

La construction du parc générera ainsi un charroi conséquent, estimé à 1 530 camions (3 060 mouvements) dont 280 pour l'évacuation des terres excédentaires du chantier des éoliennes. Ce charroi se répartira sur toute la durée du chantier, soit environ un an, avec cependant une concentration pendant deux à trois mois durant lesquels s'effectueront l'aménagement des chemins d'accès et la construction des fondations. Les pics de circulation sont atteints lors du coulage d'une fondation, nécessitant une soixante de camions sur une journée.

Tableau 47 : Estimation du charroi généré par la construction du parc éolien[29].

Type de charroi	Par éolienne	Total parc
Convois exceptionnels pour l'acheminement des éoliennes	14	126
Convois exceptionnels pour le transport de la grue	//	15
Camions malaxeurs et camions pour l'acheminement des armatures	60	540
Evacuation des terres de déblai de la fondation	26	234
Evacuation terres de déblai liées à l'aménagement des voiries et à la pose des câbles électriques souterrains entre les éoliennes et la cabine de tête	//	46
Evacuation terres de déblai liées à la pose des câbles électriques souterrains entre la cabine de tête et le poste de transformation de Hannut	//	50
Apport de matériaux pierreux pour la stabilisation des aires de montage	12	108
Apport de matériaux pierreux pour la stabilisation des chemins d'accès	//	322
Apport de sables pour la pose des câbles électriques	//	90
TOTAL	**//**	**1 530**

[29] Concernant le transport des terres et des matériaux pierreux, on considère par hypothèse des camions d'une capacité de 25 m^3

Itinéraires d'accès au chantier

Les transports exceptionnels sont soumis au règlement général sur la police de la circulation routière et nécessitent l'obtention d'une autorisation auprès du SPF Mobilité et Transports, Direction Sécurité routière, Service Transport Exceptionnel. Cette autorisation précisera l'itinéraire obligatoire et sera valable pendant 12 mois.

Au stade actuel du projet, le demandeur estime que l'itinéraire d'accès des convois exceptionnels empruntera l'autoroute E40 jusqu'à la sortie de Lincent, la RN64 sur environ 4,4 km, la route de Thisnes et la R62 dans son prolongement pour rejoindre la RN240 (chaussée de Wavre) à Wansin, prendre la direction de Thisnes et bifurquer après 900 m dans la rue de Merdorp jusqu'au site de Tecteo Energy.

- Voir CARTE 3b : Accès chantier et raccordement externe

Concernant le reste du charroi utilisé principalement pour l'évacuation des terres de déblai excédentaires et l'acheminement des matériaux d'empierrement, du béton et des barres d'armatures, l'accès au chantier se fera en fonction de la localisation du siège des entreprises désignées. Néanmoins, Tecteo Energy a prévu d'aménager la rue de Warichet qui passe au niveau de l'éolienne 9 jusqu'à la chaussée de Wavre (N240). De cette manière, le chemin existant sera complètement réaménagé avec un empierrement, de manière à ce que la quasi-totalité des camions évite le passage par le village de Thisnes.

Impacts sur la circulation locale

Malgré le fait que le chantier générera un charroi conséquent en volume, celui-ci ne devrait pas provoquer de perturbations de la circulation compte tenu de la capacité suffisante que peut supporter les différentes voiries régionales et du fait qu'aucun village n'est traversé par le charroi lourd (béton, terres, gravier, …).

L'élargissement temporaire et le renforcement du réseau de voiries existant se fait exclusivement au niveau des chemins agricoles présents sur le site éolien. Ces chemins étant principalement empruntés par des agriculteurs (il ne s'agit pas de voiries de passage), l'organisation du chantier devra se faire en concertation avec les exploitants concernés de façon à garantir l'accès à leurs champs à tout moment.

Dégradations et modifications de voiries publiques

Le charroi lourd et exceptionnel généré par la réalisation du projet ne dépassera pas les charges communément autorisées sur le réseau routier belge, à savoir une charge maximale de 12 t par essieu (max. 100 t par véhicule). Les voiries sont dimensionnées pour de telles charges, qui correspondent à celles d'un convoi agricole classique.

Des dégradations de voiries sont néanmoins possibles en raison de la fréquence inhabituelle de passage. Un état des lieux contradictoires sera réalisé avant le début des travaux avec les gestionnaires des voiries concernées, et notamment avec le Service Travaux de la commune de Hannut. Un deuxième état des lieux réalisé à la fin des travaux permettra de mettre en évidence les éventuels dégâts causés aux voiries publiques, dont la réparation sera entièrement à charge du demandeur.

4.8.4.2 Impact des travaux de raccordement électrique

La pose des câbles électriques entre éoliennes et jusqu'à la cabine de tête prévue à proximité de l'éolienne 2 concerne les voiries agricoles et les mêmes remarques s'appliquent.

Concernant la liaison électrique jusqu'au poste de transformation de Hannut, les travaux s'effectueront sur des voiries publiques. Ces travaux n'impacteront pas la circulation locale de manière significative étant donné la largeur des voiries permettant le passage des véhicules du moins en alternance.

4.8.5 Incidences en phase d'exploitation

4.8.5.1 Risques de perturbation des systèmes de télécommunication

Radiodiffusion

Dans certains cas, les éoliennes peuvent engendrer des perturbations des ondes électromagnétiques utiles créées par des sources externes. Ces perturbations ont été identifiées et étudiées en Europe.

Les troubles sont principalement dus à la capacité de réflexion et de diffraction, par les éoliennes, des ondes électromagnétiques d'émetteurs externes et non aux émissions directes de ces ouvrages.

Les phénomènes de réflexion et de diffraction peuvent entraîner la création d'une interférence destructive (altération du signal utile) entre l'émetteur et le récepteur. Ce phénomène n'est pas propre aux éoliennes. Il peut également se produire suite à la présence d'un immeuble ou d'un bâtiment de grande taille.

Les émissions d'une éolienne sont quant à elles liées à son appareillage électronique, principalement localisés au niveau de la turbine. Il s'agit d'une électronique relativement standard dont les émissions sont conformes aux exigences de Compatibilité électromagnétique[30] et aux normes génériques (EN 61000).

Le service public le plus vulnérable aux perturbations pouvant être provoquées par les éoliennes est la radiodiffusion TV analogique. Celle-ci utilise des modulations d'amplitude et non des modulations à enveloppe constante (mieux adaptés aux environnements multi-trajets), comme c'est le cas pour la téléphonie mobile ou la radiodiffusion FM. Il semblerait cependant que même dans ce premier cas les impacts liés aux éoliennes soient très rarement problématiques. Selon une étude réalisée par l'Agence Nationale française des Fréquences, 28 plaintes ont été enregistrées en Allemagne, pour un parc comptant plusieurs milliers d'éoliennes. En France, seuls quelques cas de brouillage de la réception TV analogique ont été rapportés.

Dans son avis préalable du 05/02/2010, la Radio Télévision Belge Francophone (RTBF) soulève une éventuelle perturbation de la réception hertzienne analogique et numérique de ses émissions que pourrait provoquer les éoliennes dans un rayon de 5,12 km depuis le centre géographique du projet. Elle condition son accord sur le projet à l'acceptation préalable par le gestionnaire du projet de prendre à sa charge l'ensemble des coûts consécutifs à une modification des caractéristiques techniques du site d'émission perturbé ou, au besoin, liés à l'installation ou au renforcement d'un autre site d'émission si une telle perturbation devait se vérifier après l'installation des éoliennes.

▶ Voir ANNEXE A : Avis préalable des autorités aéronautiques et de l'IBPT

Faisceaux hertziens

Un faisceau hertzien est un système de transmission directionnelle de signaux entre deux sites fixes qui utilise les ondes radioélectriques à des fréquences de 1 GHz à 40 GHz (par exemple liaison entre antennes GSM, Astrid, etc.). Dans certaines conditions, l'implantation d'une éolienne trop proche d'un faisceau hertzien peut également engendrer une perturbation des transmissions par effet d'obstruction.

Un faisceau hertzien, relativement concentré grâce à des antennes directives, peut être décrit par l'ellipsoïde de Fresnel. Le rayon de cet ellipsoïde varie en fonction de la distance par rapport à l'antenne émettrice et prend sa valeur maximale à mi-distance entre l'émetteur et le récepteur. De manière générale, une approche conservatrice pour éviter toute perturbation consiste à respecter une distance approximative correspondant à trois fois le rayon de Fresnel. Cette distance de sécurité est préconisée par différents organismes, dont notamment l'IBPT en Belgique et Radio Canada.

[30] Directive 2004/108/CE du Parlement européen et du Conseil du 15 décembre 2004 relative au rapprochement des législations des Etats membres concernant la comptabilité électromagnétique.

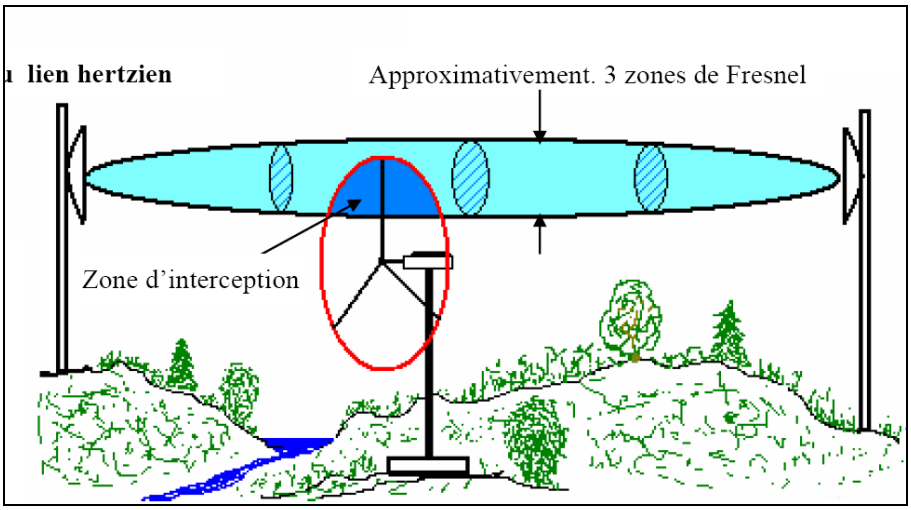

Figure 63 : Interférence entre éolienne et liaison hertzienne (source : CBC – Radio Canada).

Le rayon de l'ellipsoïde de Fresnel dépend de la longueur d'onde du faisceau et de la distance du point considéré par rapport aux antennes émettrice et réceptrice. Il peut être calculé selon la formule suivante :

$$r = \sqrt{\lambda \cdot \frac{d_1 \cdot d_2}{d_1 + d_2}}$$

Avec : r : Rayon de l'ellipsoïde de Fresnel au niveau d'un point P situé entre deux antennes [m]

l : Longueur d'onde du faisceau hertzien [m]

d_1 : Distance du point P par rapport à l'antenne émettrice [m]

d_2 : Distance du point P par rapport à l'antenne réceptrice [m]

Dans le cas du projet éolien objet de la présente étude, un avis préalable a été demandé à l'IBPT, Institut compétent au niveau de la Belgique pour la gestion des systèmes de télécommunication. Dans son courrier du 12/01/2010, l'IBPT indique que le projet ne risque pas d'interférer avec les faisceaux hertziens autorisés.

▶ Voir ANNEXE A : Avis préalable des autorités aéronautiques et de l'IBPT

4.8.5.2 Capacité d'accueil disponible sur le réseau électrique

Un parc éolien de puissance doit être raccordé à un poste de transformation MT/HT existant. Lorsque la consommation locale est suffisante, l'électricité produite est physiquement injectée dans le réseau de distribution (réseau moyenne tension) qui dessert les villages situés dans les environs de ce poste. Lorsque la consommation locale est par contre insuffisante, la production du parc est élevée en tension et injectée dans le réseau de transport (réseau haute tension) pour être consommée ailleurs.

Le poste de raccordement le plus proche du projet est situé à Hannut (6,9 km via les voiries principales).

Selon les informations de l'étude préalable de l'intercommunale Tecteo Resa, le raccordement du projet de 9 éoliennes de Tecteo Energy est possible. Elément important pour le projet, la capacité d'injection électrique au niveau du poste de Hannut est limitée à 25 MW. En conséquence, si Tecteo Energy devait implanter 9 éoliennes d'un modèle de 3 MW, les turbines devront être bridées par moment à une puissance nominale de 2,75 MW.

4.8.6 Conclusions

La construction du parc éolien générera un charroi conséquent pendant plusieurs mois, estimé à environ 1 530 camions. La majeure partie de ce charroi accédera au chantier via la rue du Warichet au niveau de l'éolienne 9, tandis que les villages de Thisnes ou Merdorp seront évités. L'itinéraire des convois exceptionnels (trafic très limité) aboutira sur le site éolien via la RN240 et la rue de Merdorp.

L'aménagement des voies d'accès (élargissement et renforcement de certains chemins existants) et l'ouverture de tranchées pour la pose des câbles électriques souterrains ne devraient pas engendrer de perturbations importantes de la circulation locale ; la majeure partie des travaux concernant des voiries peu fréquentées. Les travaux devront en outre être planifiés en concertation avec les exploitants agricoles concernés de façon à garantir à tout moment un accès à leurs champs. Dans tous les cas, un état des lieux contradictoires des voiries empruntées par le charroi lourd devra être réalisé au début et à la fin des travaux, de façon à garantir la réparation des éventuels dégâts aux frais du demandeur.

En phase d'exploitation, le fonctionnement du parc éolien n'induit pas d'impact notable sur les infrastructures et équipements publics. L'avis de l'Institut Belge des Services Postaux et des Télécommunications (IBPT) confirme l'absence de risque de perturbation des systèmes de télécommunication.

Enfin, le poste de raccordement de Hannut dispose des capacités suffisantes pour accueillir la production électrique des éoliennes. Elément important pour le projet, la capacité d'injection électrique au niveau du poste de Hannut est limitée à 25 MW. En conséquence, si Tecteo devait implanter 9 éoliennes d'un modèle de 3 MW, les turbines devront être bridées ponctuellement à une puissance nominale de 2,75 MW.

4.8.7 Recommandations

Phase de réalisation

- Réalisation d'un état des lieux des voiries empruntées par le charroi lourd et exceptionnel au début et à la fin des travaux. Réparation des éventuels dégâts occasionnés aux frais du demandeur.
- Mise en place d'une signalisation adéquate des itinéraires de chantier.

Phase d'exploitation

Néant

4.9 ENVIRONNEMENT SONORE ET VIBRATIONS

4.9.1 Introduction

L'impact d'un projet éolien sur l'environnement sonore concerne principalement la phase d'exploitation, la phase de réalisation étant de durée limitée et exécutée en période de jour. Au sein de la phase d'exploitation, le bruit généré par le fonctionnement des éoliennes est le plus important, les niveaux sonores associés aux équipements auxiliaires (transformateurs, raccordements électriques) étant négligeables. Outre la vérification des valeurs limites réglementaires au niveau des habitations et des zones d'habitat proches, il y a également lieu d'analyser l'émergence du bruit des éoliennes dans le bruit ambiant, en tenant compte du bruit de fond, spécifique au lieu d'implantation.

L'analyse des sons de basse fréquence et des infrasons (inaudibles par l'oreille humaine) est présentée au point 4.12.6.2 ci-après.

▶ Voir PARTIE 4.12.6.2 : Infrasons et basses fréquence

Concernant les vibrations, seul le passage des poids lourds dans les zones habitées est à considérer en phase de construction. En phase d'exploitation, le projet n'est pas susceptible d'induire de vibrations notables.

4.9.2 Cadre réglementaire et normatif

- Cadre de référence pour l'implantation d'éoliennes en Région wallonne
- Arrêté du Gouvernement wallon du 4 juillet 2002 fixant les conditions générales d'exploitation des établissements visés par le décret du 11 mars 1999 relatif au permis d'environnement
- Arrêté du Gouvernement wallon du 1er juillet 2010 relatif aux laboratoires et organismes en matière de bruit
- Norme IEC 61400-11 relative à la caractérisation du bruit émis par une éolienne
- Norme DIN 4150-3 relative aux vibrations

L'arrêté du Gouvernement wallon du 4 juillet 2002 fixant les conditions générales d'exploitation définit les valeurs limites de bruit à respecter par tout établissement classé en Wallonie. Elles sont reprises dans le tableau en page suivante.

Selon l'arrêté, les valeurs limites à respecter au niveau des zones d'habitat inscrites au plan de secteur et au niveau des habitations isolées situées en zone agricole au plan de secteur sont de 40 dB[A] en période de nuit, 45 dB[A] en période de transition et 50 dB[A] en période de jour. Ces valeurs s'appliquent à l'extérieur des habitations et doivent être respectées pour toute mesure d'une durée d'une heure (il s'agit de niveaux équivalents calculés sur une période d'une heure).

Tableau 48 : Valeurs limites générales applicables aux installations classées (source : AGW 04/07/2002).

Zone d'immission		Valeurs limites en dB [A]		
		Jour (jours ouvrables et samedis de 7h à 19h)	**Transition** (jours ouvrables et samedis de 6h à 7h et de 19h à 22h, dimanches et jours fériés de 6h à 22h)	**Nuit** (tous les jours de 22h à 6h)
I	Toutes zones, lorsque le point de mesure est situé à moins de 500 m de la zone d'extraction, d'activité économique industrielle ou d'activité économique spécifique, ou à moins de 200 m de la zone d'activité économique mixte dans laquelle est situé l'établissement	55	50	45
II	Zones d'habitat et d'habitat à caractère rural, sauf I	50	45	40
III	Zones agricoles, forestières, d'espaces verts, naturelles, de parcs, sauf I	50	45	40
IV	Zones de loisirs, de services publics et d'équipements communautaires	55	50	45

Cependant, les valeurs limites fixées par l'arrêté du 4 juillet 2002 sont uniquement valables lorsque la vitesse du vent mesurée à une hauteur de 10 m du sol est inférieure ou égale à 5 m/s (18 km/h). Au-delà de cette vitesse, on considère que le bruit ambiant (ou bruit parasite) créé par le vent devient trop important. Or, les éoliennes génèrent les niveaux de bruit les plus importants à des vitesses de vent supérieures à 5 m/s. En effet, elles commencent à tourner à partir d'une vitesse de 1 à 2 m/s et leur puissance acoustique devient maximale pour des vitesses de vent égales ou supérieures à 7 m/s (vitesses de vent mesurées à 10 m du sol).

Pour cette raison, le Cadre de référence pour l'implantation d'éoliennes en Région wallonne définit les valeurs guides à respecter pour des vitesses de vent comprises entre 5 et 12 m/s (à 10 m du sol), sur base de la législation en vigueur aux Pays-Bas au moment de l'élaboration du Cadre. Celle-ci admet que le bruit particulier généré par un parc éolien puisse augmenter avec la vitesse du vent, le bruit ambiant généré par ce dernier pouvant partiellement (voire complètement) masquer le bruit des éoliennes. Elle spécifie une courbe de bruit maximale (WindNormCurve WNC 40) à respecter (*voir figure suivante*).

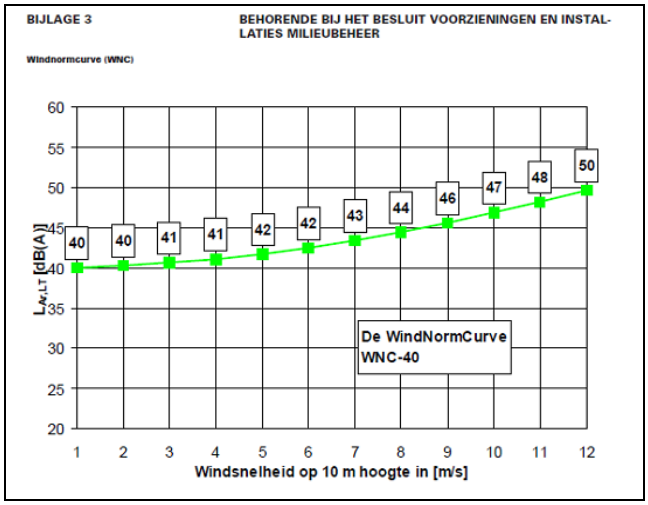

Figure 64 : Courbe de bruit maximale (WindNormCurve WNC 40) issue de la législation néerlandaise.

Dans la pratique, il convient donc de vérifier à la fois le respect des valeurs limites définies par l'arrêté du 4 juillet 2002 pour des vitesses de vent inférieures ou égales à 5 m/s, et le respect des valeurs guides définies par le 'Cadre de référence' pour des vitesses de vent supérieures. La figure suivante illustre cette double condition pour les zones d'immission II et III.

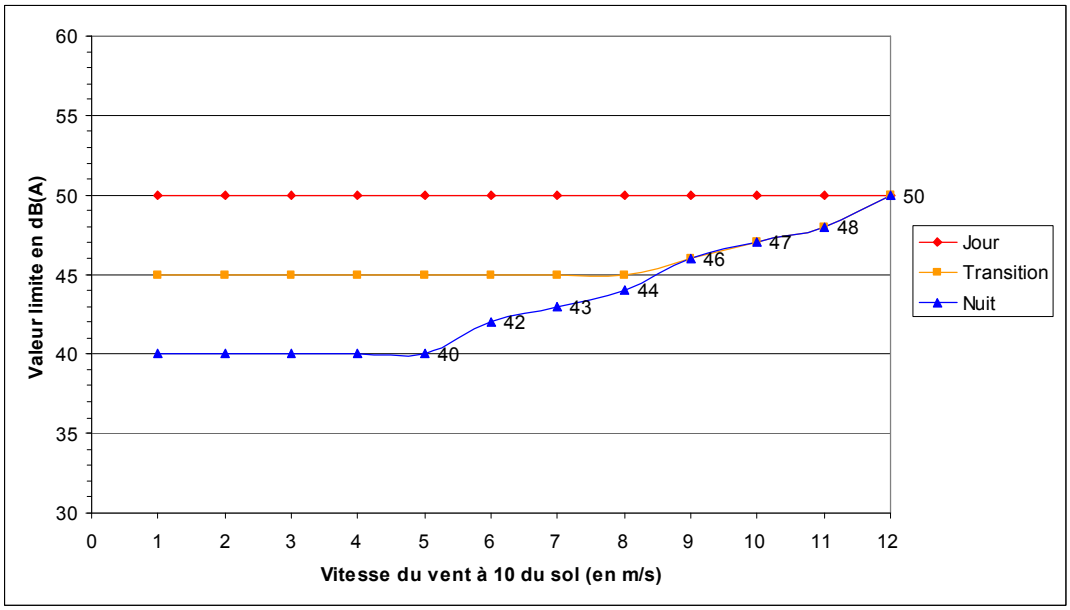

Figure 65 : Valeurs limites de bruit définies par l'AGW du 04/07/2002 et le Cadre de référence pour les zones d'immission II et III.

Tenant compte du fait que la période nuit est la plus contraignante en termes de valeurs limites à respecter et que les éoliennes peuvent fonctionner à pleine puissance à tout moment de la journée ou de la nuit, l'examen de la compatibilité du projet se fera donc en priorité pour cette période, soit entre 22 h et 6 h du matin.

4.9.3 Etat initial

4.9.3.1 Sources de bruit existantes

Le périmètre d'étude n'est actuellement pas influencé par des sources de bruit importantes. Les principales sources d'émissions sonores préexistantes sont l'activité agricole et la circulation locale.

Le site éolien et les villages proches sont ainsi caractérisés par une ambiance sonore calme, qui s'explique par leur situation en milieu rural.

4.9.3.2 Caractérisation des niveaux de bruit en situation existante

MESURES EN COURS SUITE A DIFFERENTS PROBLEMES

Suite à différents problèmes avec le bureau d'acoustique avec qui nous travaillions ces dernières années, CSD a fait l'acquisition d'un nouveau sonomètre de pointe qui a nécessité différents réglages et calibrages ces dernières semaines.

TOUT SERA TERMINE LA SEMAINE PROCHAINE

4.9.4 Incidences en phase de réalisation

Les effets d'un projet éolien sur l'ambiance sonore en phase de construction sont de deux types : le bruit généré par les engins de chantier à proprement parler (excavatrices, grues,…) et le bruit généré par le charroi nécessaire à l'acheminement des éoliennes sur le site.

4.9.4.1 Bruit généré par les engins de chantier

La construction d'une éolienne nécessite des engins lourds qui sont sources de bruit. Il s'agit principalement des pelles mécaniques pour l'excavation des fondations, le creusement des tranchées du raccordement électrique et la préparation des chemins d'accès, des grues pour l'érection des éoliennes, des camions pour le transport des matériaux, et éventuellement d'un groupe électrogène.

Le tableau suivant représente la puissance acoustique de ce type d'engins ainsi que les niveaux sonores qu'ils engendrent à une distance de 500 m.

Tableau 49 : Niveaux sonores générés par différents engins de chantier à une distance de 500 m.

Engins de chantier	Puissance acoustique L_{WA} (dB[A])	Niveau sonore à 500 m (dB[A]) (propagation en champs libre)
Pelle mécanique	92 à 107	30 à 45
Grue	80 à 103	18 à 41
Camion de chargement	95 à 105	33 à 43
Groupe électrogène	100 à 108	38 à 46

Considérant que ces niveaux sonores sont inférieurs à 50 dB[A], que le fonctionnement des engins sera limité aux jours et heures de travail habituels et que les travaux seront d'une durée limitée, les incidences sont jugées non significatives au niveau des premières habitations en raison des distances élevées qui les séparent des zones de travaux (> 500 m).

Si le recours à des fondations profondes par pieux ou par colonnes ballastées devait s'avérer nécessaire, le battage de ceux-ci pourrait ponctuellement générer des niveaux de bruit important à caractère impulsif. Ces travaux peuvent être source de gêne, mais seront limités dans le temps.

4.9.4.2 Bruit et vibrations générés par le charroi lourd

En phase de construction, il convient de distinguer deux types de charroi :

- Les camions exceptionnels nécessaires à l'acheminement des éoliennes. Le transport des pales, de la nacelle et des différentes parties du mât nécessite une quinzaine de transports exceptionnels par éolienne. Cet acheminement se fera via le réseau autoroutier. La majeure partie du transport s'effectuera durant la nuit pour éviter la perturbation de la circulation sur les axes principaux. Les convois exceptionnels attendront alors la levée du jour sur une aire ou sortie d'autoroute située à proximité du site éolien de manière à réaliser la dernière partie du trajet (voiries locales) durant la journée afin d'éviter toute gêne de la population. Les transports exceptionnels ne devraient donc pas occasionner de nuisance particulière pour les riverains.
- Les camions nécessaires à l'exécution des travaux de fondation et de raccordement électrique. Il s'agit principalement des camions nécessaires à l'acheminement du béton et des matériaux pierreux et à l'évacuation des déblais. Ce charroi est évalué à un peu plus de 1 530 poids lourds (*cfr. paragraphe 4.8.4.1 Impacts du charroi lourd et exceptionnel*). L'itinéraire prévu par le demandeur pour les camions classiques, qui constituent la grande majorité du charroi, permet d'éviter la traversée de tous les villages environnants. Les nuisances seront par conséquent fortement réduites.

4.9.5 Incidences en phase d'exploitation

4.9.5.1 Considérations générales

Le bruit généré par une éolienne a deux origines : le bruit mécanique et le bruit aérodynamique. La puissance acoustique émise peut fortement varier d'un modèle à l'autre. Cette puissance dépend essentiellement des technologies utilisées et de la longueur des pales. Il n'existe toutefois pas de lien de proportionnalité entre la puissance sonore d'une éolienne et sa puissance électrique.

Bruit mécanique

Le bruit mécanique est créé par les différents éléments en mouvement, et principalement par les engrenages à l'intérieur du multiplicateur qui se trouve dans la nacelle.

Diverses innovations technologiques ont permis de réduire considérablement ce type de bruit. Par ailleurs, des éoliennes sans multiplicateur sont aujourd'hui disponibles sur le marché (éoliennes à transmission directe). C'est notamment le cas pour les modèles Enercon qui font partie des modèles envisagés sur le site.

Bruit aérodynamique

Le freinage du vent et son écoulement autour des pales engendrent un son caractéristique, qui peut parfois être audible même si les éoliennes sont à l'arrêt. Ce type de bruit a pour origine les turbulences qui sont provoquées à l'extrémité de la pale et dans une moindre mesure sur son bord de fuite.

L'utilisation de profils et de géométries de pales spécifiques à l'éolien a permis de réduire cette source de bruit. La plupart des constructeurs poursuivent les recherches pour optimaliser le comportement aérodynamique des pales, tant pour des raisons acoustiques que de performance.

Autres sources de bruit

Le bruit provoqué par la rotation de la nacelle suite à la modification de la direction du vent peut être perceptible à courte distance de l'éolienne. Cependant, le positionnement azimutal étant assuré par des moto-réducteurs dont la contribution au bruit d'ensemble est très faible et intermittente, la rotation de la nacelle n'a pas d'influence sur les niveaux équivalents particuliers estimés sur une période d'une heure.

Le transformateur et le convertisseur de fréquences logés dans le mât de l'éolienne constituent également des sources de bruit annexes. Néanmoins, le bruit généré par ces équipements n'est perçu qu'à proximité directe de l'éolienne et devient inaudible à quelques dizaines de mètres.

4.9.5.2 Puissances acoustiques des éoliennes considérées

Conformément à la norme IEC 61400-11, l'émission sonore d'une éolienne est caractérisée en un seul point au niveau du moyeu. Elle est déterminée pour chaque vitesse de vent sur base de mesures sonores in situ ou de simulations informatiques réalisées par les constructeurs eux-mêmes ou par des organismes de certification indépendants mandatés par ces derniers.

Les puissances acoustiques des types d'éoliennes considérées dans le cadre de la présente étude d'incidences en fonction de la vitesse du vent mesurée à 10 m du sol sont reprises au tableau suivant. Pour chaque modèle, son spectre d'émission propre est par ailleurs pris en compte (spectre d'émissions par bandes de tiers d'octave).

Tableau 50 : Courbes de puissance acoustique des types d'éoliennes (source : constructeurs).

Modèle	Puissance nominale [kW]	Hauteur moyeu [m]	Diamètre rotor [m]	Puissance acoustique L_{WA} [dB] [31]					
				≤ 3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	≥ 8 m/s
GE2.5	2 500	100	100	97,6	97,6	97,6	102,7	105,8	105,8
GE2.75	2 750	98	103	97,9	97,9	97,9	103,0	105,8	105,8
Vestas V112	3 000	94	112	95,7	98,5	102,2	105,5	107,5	107,5
Enercon E-101	3 000	100	101	100,0	100,0	100,0	103,9	106,4	107,0

Commentaires :

- Enercon E-101 : La courbe de puissance du modèle est une courbe garantie par le constructeur. Celui-ci conseille toutefois l'application d'un facteur de sécurité de 1 dB[A] dans le cadre des études d'implantation.
- GE2.5xl et GE2.75 : Les courbes de puissance de ces modèles sont des courbes garanties par le constructeur. Celui-ci conseille toutefois l'application d'un facteur de sécurité de 0,8 dB[A] dans le cadre des modélisations acoustiques.
- Vestas V112 : La courbe de puissance de ce modèle est une courbe calculée par le constructeur sur base de ces autres modèles. Un facteur correctif ne de 1 dB(A) doit dès lors être pris en considération.

Sauf exception, les constructeurs ne garantissent des courbes de puissance acoustique que pour un fonctionnement de leurs modèles à puissance nominale. Ce sont ces courbes, reprises en annexe, qui ont été utilisées dans la présente étude.

▶ Voir ANNEXE E : Courbes d'émission acoustique des éoliennes considérées

4.9.5.3 Modélisation des niveaux sonores à l'immission

Hypothèses de calcul

Les niveaux de bruit à l'immission ont été calculés à l'aide du logiciel CadNaA. Celui-ci se base sur la méthode de calcul défini par la norme ISO 9613-2 'Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors'.

Les simulations ont été réalisées en prenant en compte les conditions les plus favorables à la propagation du bruit et mènent donc à des résultats maximalistes.

Conformément aux directives européennes, les niveaux de bruit sont calculés à 4 m du sol, à savoir à une hauteur représentative de l'étage où se trouve habituellement la chambre à coucher. Les zones boisées n'ont pas été intégrées dans la modélisation numérique pour se placer dans une approche maximisant les incidences.

Pour vérifier le respect des valeurs limites, 22 récepteurs (points de calcul) sont considérés. Ces récepteurs sont soit placés au niveau des habitations existantes les plus proches (à 3,50 m de leur façade tel que prescrit par l'arrêté du 4 juillet 2002), soit en limite des terrains urbanisables au plan de secteur qui n'ont pas encore été mis en œuvre.

[31] Puissance acoustique pour des vitesses de vent mesurées à 10 m du sol et y compris le facteur de sécurité du modèle

Tableau 51 : Récepteurs (points de calcul) considérés pour les modélisations acoustiques.

N°	Localisation	Plan de secteur*	Type	Distance [m] *
R1	Rue de Merdorp, Thisnes	ZH	terrain	1 225 (1)
R2	Rue de la Vallée, Thisnes	ZH	villa	1 470 (2)
R3	Rue de la Vallée, Thisnes	ZA	habitation isolée	1 390 (2)
R4	Rue de l'Enfer, Thisnes	ZA	ferme	1 150 (2)
R5	Rue de l'Enfer, Thisnes	ZH	terrain	1 080 (2)
R6	Chavée des Loups, Thisnes	ZA	ferme	1 280 (3)
R7	Chavée des Loups, Thisnes	ZH	habitation	1 020 (3)
R8	Rue des Ange, Thisnes	ZH	ferme Dieu-le-Garde	1 030 (4)
R9	Rue Chapelle Clerc, Merdorp	ZH	Château	665 (7)
R10	Rue Chapelle Dony, Merdorp	ZH	habitation	630 (7)
R11	Rue Longue Vesse, Merdorp	ZH	villa	750 (7)
R12	Rue de la Chapelle, Merdorp	ZA	villa	695 (7)
R13	Rue de la Chapelle, Merdorp	ZA	ferme	740 (7)
R14	Rue de la Chapelle, Merdorp	ZP	Château-ferme	830 (8)
R15	Rue de la Chapelle, Merdorp	ZH	terrain	800 (8)
R16	Rue de la Chapelle, Merdorp	ZH	villa	935 (8)
R17	Rue de la Chapelle, Merdorp	ZA	habitation isolée	785 (8)
R18	Rue de la Chapelle, Merdorp	ZA	ferme	830 (8)
R19	Rue du Chèra, Wanzin	ZH	terrain	1 000 (1)
R20	Rue de Wavre (RN240), Thisnes	ZA	ferme	1 370 (1)
R21	Rue de la Vallée, Thisnes	ZH	habitation	1 345 (1)
R22	Rue de Merdorp, Thisnes	ZH	ferme	1 200 (1)

* l'éolienne la plus proche est indiquée entre ( )

Résultats des modélisations

Les tableaux suivants reprennent les résultats obtenus pour des vitesses de vent comprises entre 3 et 8 m/s (mesurées à 10 m du sol). Au-delà de ces vitesses, la puissance acoustique des éoliennes ne croit généralement plus, alors que le bruit ambiant continue d'augmenter.

Les cartes 10a et 10b illustrent les résultats sous forme de courbes iso-phones pour les modèles considérés et pour une vitesse de vent de 7 m/s, la plus défavorable.

▶ Voir CARTES n°10a et 10b : Immissions sonores GE2.75 et V112

General Electric GE 2.5xl – mât de 100 m et rotor de 100 m

Tableau 52 : Niveaux d'immission prévisibles en fonction de la vitesse du vent de la GE 2.5xl.

N°	Localisation	Niveaux d'immission en dB[A]			
		≤ 5 m/s	6 m/s	7 m/s	≥ 8 m/s
R1	Rue de Merdorp, Thisnes	25,5	30,7	33,8	33,8
R2	Rue de la Vallée, Thisnes	24,5	29,7	32,8	32,8
R3	Rue de la Vallée, Thisnes	25,4	30,6	33,7	33,7
R4	Rue de l'Enfer, Thisnes	27,3	32,5	35,6	35,6
R5	Rue de l'Enfer, Thisnes	28,6	33,9	36,9	36,9
R6	Chavée des Loups, Thisnes	26,8	32,0	35,1	35,1
R7	Chavée des Loups, Thisnes	29,3	34,5	37,5	37,5
R8	Rue des Ange, Thisnes	27,0	32,2	35,2	35,2
R9	Rue Chapelle Clerc, Merdorp	33,1	38,3	41,4	41,4
R10	Rue Chapelle Dony, Merdorp	33,4	38,6	41,7	41,7
R11	Rue Longue Vesse, Merdorp	32,1	37,3	40,3	40,3
R12	Rue de la Chapelle, Merdorp	32,6	37,8	40,9	40,9
R13	Rue de la Chapelle, Merdorp	32,2	37,4	40,5	40,5
R14	Rue de la Chapelle, Merdorp	31,3	36,5	39,6	39,6
R15	Rue de la Chapelle, Merdorp	31,3	36,5	39,5	39,5
R16	Rue de la Chapelle, Merdorp	29,8	35,0	38,1	38,1
R17	Rue de la Chapelle, Merdorp	31,2	36,5	39,5	39,5
R18	Rue de la Chapelle, Merdorp	30,7	35,9	39,0	39,0
R19	Rue du Chèra, Wanzin	27,8	33,0	36,1	36,1
R20	Rue de Wavre (RN240), Thisnes	23,9	29,1	32,2	32,2
R21	Rue de la Vallée, Thisnes	24,5	29,7	32,8	32,8
R22	Rue de Merdorp, Thisnes	26,5	31,7	34,7	34,7
	Valeurs limites	**40,0**	**42,0**	**43,0**	**≥ 44,0**

General Electric GE 2.75 – mât de 98 m et rotor de 103 m

Tableau 53 : Niveaux d'immission prévisibles en fonction de la vitesse du vent de la GE 2.75.

N°	Localisation	Niveaux d'immission en dB[A]			
		≤ 5 m/s	6 m/s	7 m/s	≥ 8 m/s
R1	Rue de Merdorp, Thisnes	25,8	31,0	33,8	33,8
R2	Rue de la Vallée, Thisnes	24,8	30,0	32,8	32,8
R3	Rue de la Vallée, Thisnes	25,7	30,9	33,7	33,7
R4	Rue de l'Enfer, Thisnes	27,6	32,8	35,6	35,6
R5	Rue de l'Enfer, Thisnes	28,9	34,2	36,9	36,9
R6	Chavée des Loups, Thisnes	27,1	32,3	35,1	35,1
R7	Chavée des Loups, Thisnes	29,6	34,8	37,5	37,5
R8	Rue des Ange, Thisnes	27,3	32,5	35,2	35,2
R9	Rue Chapelle Clerc, Merdorp	33,4	38,6	41,4	41,4
R10	Rue Chapelle Dony, Merdorp	33,7	38,9	41,7	41,7
R11	Rue Longue Vesse, Merdorp	32,4	37,6	40,3	40,3

N°	Localisation	Niveaux d'immission en dB[A]			
		≤ 5 m/s	6 m/s	7 m/s	≥ 8 m/s
R12	Rue de la Chapelle, Merdorp	32,9	38,1	40,9	40,9
R13	Rue de la Chapelle, Merdorp	32,5	37,7	40,5	40,5
R14	Rue de la Chapelle, Merdorp	31,6	36,8	39,6	39,6
R15	Rue de la Chapelle, Merdorp	31,6	36,8	39,5	39,5
R16	Rue de la Chapelle, Merdorp	30,1	35,3	38,1	38,1
R17	Rue de la Chapelle, Merdorp	31,5	36,8	39,5	39,5
R18	Rue de la Chapelle, Merdorp	31,0	36,2	39,0	39,0
R19	Rue du Chèra, Wanzin	28,1	33,3	36,1	36,1
R20	Rue de Wavre (RN240), Thisnes	24,2	29,4	32,2	32,2
R21	Rue de la Vallée, Thisnes	24,8	30,0	32,8	32,8
R22	Rue de Merdorp, Thisnes	26,8	32,0	34,7	34,7
	Valeurs limites	**40,0**	**42,0**	**43,0**	**≥ 44,0**

Enercon E-101 – mât de 100 m et rotor de 101 m

Tableau 54 : Niveaux d'immission prévisibles en fonction de la vitesse du vent de l'E-101.

N°	Localisation	Niveaux d'immission en dB[A]			
		≤ 5 m/s	6 m/s	7 m/s	≥ 8 m/s
R1	Rue de Merdorp, Thisnes	27,6	31,4	34,0	34,6
R2	Rue de la Vallée, Thisnes	26,3	30,2	32,7	33,3
R3	Rue de la Vallée, Thisnes	27,3	31,1	33,7	34,2
R4	Rue de l'Enfer, Thisnes	29,3	33,2	35,7	36,3
R5	Rue de l'Enfer, Thisnes	30,6	34,5	37,0	37,6
R6	Chavée des Loups, Thisnes	28,8	32,6	35,1	35,7
R7	Chavée des Loups, Thisnes	31,3	35,1	37,7	38,2
R8	Rue des Ange, Thisnes	28,9	32,8	35,3	35,9
R9	Rue Chapelle Clerc, Merdorp	35,3	39,2	41,7	42,3
R10	Rue Chapelle Dony, Merdorp	35,6	39,5	42,0	42,6
R11	Rue Longue Vesse, Merdorp	34,2	38,0	40,6	41,2
R12	Rue de la Chapelle, Merdorp	34,7	38,6	41,1	41,7
R13	Rue de la Chapelle, Merdorp	34,3	38,2	40,7	41,3
R14	Rue de la Chapelle, Merdorp	33,3	37,2	39,7	40,3
R15	Rue de la Chapelle, Merdorp	33,4	37,3	39,8	40,4
R16	Rue de la Chapelle, Merdorp	31,9	35,7	38,3	38,8
R17	Rue de la Chapelle, Merdorp	33,3	37,2	39,7	40,3
R18	Rue de la Chapelle, Merdorp	32,8	36,7	39,2	39,8
R19	Rue du Chèra, Wanzin	29,9	33,8	36,3	36,9
R20	Rue de Wavre (RN240), Thisnes	25,7	29,6	32,1	32,7
R21	Rue de la Vallée, Thisnes	26,4	30,3	32,8	33,4
R22	Rue de Merdorp, Thisnes	28,5	32,3	34,9	35,5
	Valeurs limites	**40,0**	**42,0**	**43,0**	**≥ 44,0**

Vestas V112 – mât de 94 m et rotor de 112 m

Tableau 55 : Niveaux d'immission prévisibles en fonction de la vitesse du vent (à 10 m du sol) de la V112.

N°	Localisation	Niveaux d'immission en dB[A]					
		≤ 3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	≥ 8 m/s
R1	Rue de Merdorp, Thisnes	23,0	25,9	29,5	32,9	34,8	34,8
R2	Rue de la Vallée, Thisnes	22,0	24,8	28,4	31,8	33,7	33,7
R3	Rue de la Vallée, Thisnes	22,9	25,7	29,4	32,7	34,7	34,7
R4	Rue de l'Enfer, Thisnes	24,8	27,7	31,3	34,6	36,6	36,6
R5	Rue de l'Enfer, Thisnes	26,2	29,0	32,6	36,0	37,9	37,9
R6	Chavée des Loups, Thisnes	24,3	27,2	30,8	34,1	36,1	36,1
R7	Chavée des Loups, Thisnes	26,7	29,5	33,2	36,5	38,5	38,5
R8	Rue des Ange, Thisnes	24,5	27,3	31,0	34,3	36,3	36,3
R9	Rue Chapelle Clerc, Merdorp	30,7	33,5	37,2	40,5	42,5	42,5
R10	Rue Chapelle Dony, Merdorp	31,0	33,8	37,5	40,8	42,8	42,8
R11	Rue Longue Vesse, Merdorp	29,6	32,4	36,1	39,4	41,4	41,4
R12	Rue de la Chapelle, Merdorp	30,2	33,0	36,7	40,0	42,0	42,0
R13	Rue de la Chapelle, Merdorp	29,7	32,6	36,2	39,6	41,5	41,5
R14	Rue de la Chapelle, Merdorp	28,8	31,6	35,3	38,6	40,6	40,6
R15	Rue de la Chapelle, Merdorp	28,9	31,7	35,4	38,7	40,7	40,7
R16	Rue de la Chapelle, Merdorp	27,4	30,2	33,8	37,2	39,1	39,1
R17	Rue de la Chapelle, Merdorp	28,8	31,6	35,3	38,6	40,6	40,6
R18	Rue de la Chapelle, Merdorp	28,3	31,1	34,8	38,1	40,1	40,1
R19	Rue du Chèra, Wanzin	25,3	28,1	31,8	35,1	37,0	37,0
R20	Rue de Wavre (RN240), Thisnes	21,4	24,2	27,9	31,2	33,2	33,2
R21	Rue de la Vallée, Thisnes	22,0	24,8	28,5	31,8	33,8	33,8
R22	Rue de Merdorp, Thisnes	24,0	26,8	30,5	33,8	35,8	35,8
Valeurs limites à considérer		**40,0**	**40,0**	**40,0**	**42,0**	**43,0**	**≥ 44,0**

Interprétation des résultats au regard des valeurs limites

Les modélisations acoustiques réalisées pour les éoliennes du type General Electric GE2.5 (2,5 MW), General Electric GE2.75 (2,75 MW), Enercon E-101 (3 MW) et Vestas V112 (3 MW) présélectionnées par le demandeur permettent de garantir le respect des valeurs limite et de référence à considérer en Région wallonne pour toutes les périodes de la journée (jour, soirée et nuit) au droit de toutes les zones habitées proches et de toutes les maisons isolées.

- Voir CARTES n°10a et 10b : Immissions sonores à 7 m/s GE2.75 et E-101

Interprétation des résultats en termes d'émergence acoustique

EN ATTENTE DES RESULTATS DES MESURES

4.9.6 Conclusions

Les modélisations acoustiques réalisées pour les éoliennes du type General Electric GE2.5 (2,5 MW), General Electric GE2.75 (2,75 MW), Enercon E-101 (3 MW) et Vestas V112 (3 MW) présélectionnées par le demandeur permettent de garantir le respect des valeurs limite et de référence à considérer en Région wallonne pour toutes les périodes de la journée (jour, soirée et nuit) au droit de toutes les zones habitées proches et de toutes les maisons isolées.

En dehors du respect des valeurs limites, il convient également de vérifier l'émergence du bruit généré par les éoliennes dans le bruit ambiant, même s'il n'existe aucune norme wallonne à ce niveau. Les mesures de bruit réalisées en situation existante sont représentatives d'une ambiance sonore caractéristique d'un milieu rural calme.

EN ATTENTE DES RESULTATS DES MESURES

4.9.7 Recommandations

Néant

4.10 DÉCHETS

4.10.1 Introduction

La construction et l'exploitation d'un parc éolien génèrent une quantité très limitée de déchets, ce qui explique pourquoi cet aspect est traité de manière succincte.

4.10.2 Cadre réglementaire et normatif

- Arrêté du Gouvernement wallon du 14 juin 2001 favorisant la valorisation de certains déchets

4.10.3 Etat initial

Sans objet.

4.10.4 Incidences en phase de réalisation

La construction du parc éolien génère une quantité limitée de déchets de construction et de déchets industriels de classe 2 (emballages en plastique, déchets divers). Les déchets seront repris régulièrement par les entrepreneurs pour être dirigés vers les filières de valorisation appropriées.

En ce qui concerne les terres de déblais, cet aspect a été examiné à la partie 4.1.

▶ Voir PARTIE 4.1 : Sol, sous-sol et eaux souterraines

4.10.5 Incidences en phase d'exploitation

Les déchets résultant de l'exploitation et de l'entretien courant du parc seront principalement les cartouches de graissage usagées des différents roulements. Ces cartouches seront emportées par la firme qui effectuera les opérations d'entretien et de maintenance.

4.10.6 Conclusions

La construction et l'exploitation du parc éolien ne générera pas de quantités notables de déchets.

4.10.7 Recommandations

- Evacuation des déchets produits lors de la construction des éoliennes et pendant les opérations de maintenance vers les filières appropriées.
- Valorisation des terres de déblai excédentaires conformément aux dispositions de l'arrêté du Gouvernement wallon du 14 juin 2001 favorisant la valorisation de certains déchets.

4.11 MILIEU HUMAIN ET CONTEXTE SOCIO-ÉCONOMIQUE

4.11.1 Introduction

Les incidences du projet au niveau socio-économique peuvent être positives et/ou négatives. Parmi les effets positifs figurent principalement la création d'emplois liée à la construction, à la maintenance technique et à l'exploitation du parc éolien, ainsi que les éventuelles retombées financières locales. Les effets négatifs, quant à eux, concernent principalement l'impact sur l'agriculture et sur d'éventuelles autres activités socio-économiques comme la chasse ou le tourisme.

L'analyse du milieu humain et du contexte socio-économique est réalisée à l'échelle du périmètre d'étude rapproché (rayon de 5 km). Au sein de ce périmètre, se situent les communes de Hannut, Orp-Jauche, Wasseiges, Lincent, Eghezée et Braives. L'analyse socio-économique se concentre essentiellement sur la commune de Hannut.

4.11.2 Cadre réglementaire et normatif

Sans objet.

4.11.3 Etat initial

4.11.3.1 Structure démographique de la commune

Hannut est une commune située à l'extrême ouest de la province de Liège. La commune a une densité de population de 175 habitants par km². Au sein du périmètre d'étude immédiat de 1 km qui se concentre principalement dans le village de Merdorp, l'auteur d'étude a recensé une population d'environ 155 habitants (62 habitations avec 2,5 habitants par ménage) ; le Service Urbanisme de la Ville de Hannut n'ayant pas pu nous donner une donnée plus précise.

▶ Voir CARTE n°7 : Densité de population

Tableau 56 : Données de population (source : données INS).

Indicateur	Hannut
Nombre d'habitants (2010)	15 173
Nombre de ménages (2006)	5 704
Densité de population (hab/km²) (2010)	175
Population approximative au sein du périmètre d'étude immédiat = 1 km (2011)	155

4.11.3.2 Activités socio-économiques

<u>Agriculture et sylviculture</u>

La commune de Hannut appartient à la zone agro-géographique de la Hesbaye. La superficie agricole représente environ 70% du territoire de la commune. La pédologie de la zone favorise les cultures qui dominent l'activité agricole (80% des terres) en comparaison avec l'élevage (10% des terres).

L'activité agricole connaît la même tendance générale qu'en Wallonie :

- diminution de la surface agricole utilisée : -3,3% entre 1990 et 2005 ;
- diminution du nombre d'exploitations : - 40 exploitations de 2001 à 2010 ;

- augmentation de la superficie moyenne par exploitation : + 18% de 1999 et 2007 ;
- Le site éolien se situe dans une zone où les cultures et les prairies occupent presque tout l'espace.

  ▶ Voir CARTE n°6a : Milieu biologique

Tableau 57 : Données concernant la situation agricole de la commune (source : CAP Ruralité, Gembloux agro bio tech, SPW-DGO3 – 'Fiches environnementales par commune').

Indicateur	Hannut
Nombre d'exploitations (2010)	116
Superficie moyenne par exploitation (ha) (2007)	48
Nombre d'exploitations en agriculture biologique (2009)	0
Mesures agri-environnementales introduites (2006)	33
Superficie toujours couvertes d'herbe (ha) (2010)	729
Superficie des cultures sur terres arables (ha) (2010)	4 644
Evolution de la superficie agricole de 1990 à 2005 (ha)	-253 (-3,3%)

La sylviculture joue un rôle très marginal dans la région. Les forêts des environs remplissent principalement des fonctions récréatives. Il n'y a pas de forêts à proximité du projet.

Industrie

L'activité industrielle est inexistante à proximité du projet.

Tourisme

Le tourisme sur Hannut est peu développé comparé à l'ensemble de la Région wallonne. La commune est cependant dynamique et propose de nombreuses manifestations culturelles et communales tout au long de l'année. Les infrastructures d'accueil sont limitées et se concentrent principalement sur les gîtes et les chambres d'hôtes. Il y a 5 infrastructures d'accueil situées à moins de 2 km du projet. Le tourisme à Hannut est essentiellement orienté vers le tourisme rural et le tourisme d'un jour.

Les activités de villégiature organisées sur la commune et les informations concernant les infrastructures d'accueil sont consultables sur le site internet de la commune de Hannut, dans la section « tourisme ».

▶ Voir CARTE n°12 : Activités de villégiature

Tableau 58 : Infrastructures d'accueil touristique (source : CAP Ruralité, Gembloux agro bio tech, SPW-DGO3 – 'Fiches environnementales par commune', Commune de Hannut, 2011).

Indicateur	Hannut
Tourisme rural	
Camping (2009)	0
Hôtellerie (2009)	0
Tourisme de terroir (capacité en nombre de lits - 2011)	10 (70)
Hors tourisme rural	
Nombre d'arrivées (2006)	0
Nombre de nuitées (2006)	0
Durée moyenne du séjour (nombre de nuits) (2006)	0

4.11.3.3 Activités récréatives

Promenades

Promenades communales

Une dizaine de promenades permettent de découvrir l'entité de Hannut et son patrimoine (anciens moulins, fontaines, fermes, châteaux, églises, chapelles et potales) sur base de fascicules détaillés disponibles à la commune.

Parmi ces promenades, 4 d'entres elles passent à proximité du parc éolien en projet : la « promenade des Chapelles » entre Crehen et Thisnes passe à 720 m de l'éolienne 3, la «promenade des champignons » entre Wansin et Petit-Hallet, la « promenade des sources » entre Avin et Moxhe et la « promenade des grands espaces » qui fait une boucle autour du village de Merdorp, en passant à 315 m de l'éolienne 5. Ces promenades pédestres sont également praticables en vélo ou en VTT. Un livret descriptif des différentes balades est disponible sur simple demande à la commune de Hannut.

▶ Voir CARTE n°12 : Activités de villégiature

RAVeL

Deux sections d'itinéraires de RAVeL passent à moins de 5 km du projet. La section L147/3 « Perwez-Lincent » passe à 3 km au nord-ouest du projet et relie Perwez à Racour (Lincent) pour une ballade champêtre de 22 km. La seconde section considérée, la L127 « Hannut-Wanze » passe à 4 km à l'est du projet et relie Hannut à Huccorgne (21 km) avec comme particularité sur son parcours la mise à l'honneur de tout un patrimoine ferroviaire d'exception (source : RAVeL, SPW-DGO1, 2009).

Sentiers de Grande Randonnée

Deux GR traversent l'entité de Hannut mais aucun ne passe à proximité directe du projet. Il s'agit d'une part du GR 579 « Bruxelles-Liège » qui passe à 2 km au nord du projet (148 km) ; d'autre part il y a le GR 564 « Avernas-le-Bauduin - Huy » qui passe à 3,5 km à l'est du projet (34 km).

4.11.4 Incidences en phase de réalisation

4.11.4.1 Création d'emplois par les travaux

La réalisation des travaux nécessite une main d'œuvre limitée. La fabrication des éoliennes est réalisée par des sociétés étrangères, qui font toutefois appel à des fournisseurs belges pour certaines pièces spécifiques. La construction des éoliennes est principalement réalisée par des équipes spécialisées du fournisseur des machines. Un recours à la main d'œuvre locale est toutefois opéré pour les travaux de génie civil (aménagement des chemins d'accès, travaux de fondation) et de raccordement électrique. La fourniture du chantier en béton et en matériaux pierreux se fait également localement.

La création d'emplois directs par les travaux peut ainsi être estimée à une dizaine de temps-pleins pendant la durée du chantier, soit environ un an.

4.11.4.2 Modification potentielle de l'activité sur le site pendant les travaux

Les travaux d'aménagement des chemins d'accès et de pose des câbles électriques peuvent momentanément compliquer l'accessibilité des terrains pour les agriculteurs. L'expérience acquise sur des chantiers de ce type montre qu'il est souvent nécessaire de rechercher des solutions ad-hoc avec les exploitants concernés, qui sont de manière générale dédommagés pour les pertes d'accessibilité subies ou les emprises temporaires non prévues.

4.11.5 Incidences en phase d'exploitation

4.11.5.1 Impact du projet sur l'agriculture

Les emprises définitives du projet sur la surface agricole utile sont liées aux aires de montage et aux nouveaux chemins d'accès à créer. Elles peuvent dans le cas présent être estimées à 10 ares par éolienne et à environ 90 ares pour le parc (maximum un hectare au total).

Les propriétaires et/ou exploitants des parcelles concernées par les emprises du projet percevront une indemnité annuelle qui compensera les pertes de production subies. Le montant et les modalités des paiements font l'objet de contrats privés entre le demandeur et les propriétaires/exploitants concernés.

L'effet de morcellement des terres agricoles associé à la création des nouveaux chemins d'accès sera très faible compte tenu de la proximité des éoliennes avec les chemins existants (aucun nouveau chemin).

4.11.5.2 Impact du projet sur les autres activités

Tourisme et promenades

Dans le cas du présent projet sur la plaine de Thisnes, les incidences du projet sur le secteur touristique concernent essentiellement la modification du cadre paysager depuis les chemins de randonnées et les itinéraires de promenades sillonnant cette région.

Plusieurs promenades sillonnent l'entité de Hannut avec une dizaine de promenades communales, deux itinéraires de Grande Randonnée et une section du RAVeL. Aucun de ces circuits ne traverse le site du projet, mais deux promenades communales passent à moins d'un kilomètre du projet. Il s'agit de la « promenade des grands espaces » qui passe à 315 m de l'éolienne 5 et de la « promenade des Chapelles » qui passe à 720 m de l'éolienne 3. Le paysage visible depuis ces circuits de promenade sera localement modifié sans présenter pour autant une incompatibilité visuelle avec la randonnée.

Plus particulièrement pour le tourisme rural (gîte, chambre d'hôte), aucun établissement ne se trouve à moins de 1 km des éoliennes projetées. Au vu de la localisation de ces différents établissements et de la visibilité des éoliennes depuis ces endroits, les incidences ne seront pas significatives sur les niveaux de fréquentation.

Chasse

La région du projet fait l'objet de différentes concessions de chasse. Une étude menée entre 1998 et 2001 à *l'Institut für Wildtierforschung* (IWFo) de la Haute école vétérinaire de Hanovre (Allemagne) s'est attachée à évaluer les incidences d'un parc éolien sur le gibier. Cette étude de terrain avait pour objectif de déterminer l'impact sur le comportement du gibier de 4 parcs éoliens représentant un total de 36 éoliennes (aire d'étude = 22 km^2), en comparaison avec 5 zones témoin sans éoliennes.

Les principales conclusions de cette étude peuvent être résumées comme suit :

- les activités des animaux n'étaient pas sensiblement différentes entre sites éoliens et sites témoin ;
- dans plusieurs cas, un nombre plus important de lièvres a pu être observé à proximité des éoliennes, sans que les raisons puissent clairement être expliquées ;
- les corvidés, volant très près des rotors, étaient nullement influencés par la présence des éoliennes ;
- aucun changement de comportement n'a pu être observé chez la perdrix ;
- 66 % des chasseurs interrogés indiquaient que le gibier n'évite pas les zones proches des éoliennes et 60 % étaient d'avis que toutes les espèces s'habituaient à la présence des éoliennes dans un délai de 1 mois à 5 ans.

L'étude conclut qu'en phase d'exploitation des dérangements significatifs, comme une baisse de densité à proximité des éoliennes, peuvent être exclu[32]. En effet, les éoliennes constituent des éléments fixes au sol et le mouvement continu et régulier du rotor est perçu par le gibier comme un dérangement 'prévisible' dans son espace-temps.

Aucune diminution des effectifs de gibier n'est donc à craindre à proximité des éoliennes en phase d'exploitation.

4.11.5.3 Création d'emplois en phase d'exploitation

La création d'emplois associée à la phase d'exploitation du parc éolien est très limitée. Toutefois, avec l'expansion des parcs éoliens, des équipes de techniciens de maintenance des ouvrages commencent à voir le jour en Wallonie. Autrefois, cette fonction était acquittée par le constructeur ou ses sous-traitants au départ de l'Allemagne principalement. Dans le cas du projet, les retombées ne concerneront pas directement la région, mais sa maintenance et son exploitation représenteront environ un poste de travail.

4.11.5.4 Retombées financières locales et participation citoyenne éventuelle

L'exploitation d'un parc éolien ne génère pas de retombées financières directes pour la commune concernée. Il n'existe en effet aucune taxe particulière sur les éoliennes.

La société Tecteo prévoit d'attribuer à la commune de Hannut une contribution financière volontaire qui dépendra de la puissance installée. Les modalités précises de cette contribution (montant annuel, usages prévus) feront l'objet d'un accord entre les communes et le demandeur après l'obtention du permis.

A CONFIRMER PAR TECTEO

Au stade actuel du projet, il est prévu d'ouvrir le capital du projet à des investisseurs privés locaux, dans le cadre d'un système de participation citoyenne.

4.11.6 Conclusions

Les incidences du projet sur le milieu humain et le contexte socio-économique concernent principalement l'agriculture. Les propriétaires et/ou exploitants des terrains concernés par l'implantation d'une éolienne ou d'un chemin d'accès seront dédommagés par le promoteur pour les pertes de production subies. L'accessibilité des champs pourrait temporairement être rendue difficile pendant les travaux d'aménagement des voiries et des solutions *ad-hoc* devront être recherchées avec les exploitants concernés.

Aucun impact significatif sur les activités touristiques et récréatives de la région n'est attendu suite au projet. La création d'emploi à l'échelle locale sera relativement limitée. Elle peut être estimée à dix postes de travail pendant environ un an pour les travaux de génie civil et de raccordement électrique.

4.11.7 Recommandations

Néant.

[32] Une réserve est toutefois émise au sujet des cervidés, pour lesquels l'auteur recommande des études complémentaires afin de confirmer l'absence d'impact.

4.12 SANTÉ ET SÉCURITÉ

4.12.1 Introduction

En phase de réalisation, un projet de parc éolien n'engendre pas de risques particuliers pour la sécurité et la santé des personnes. Le respect de distances de sécurité suffisantes par rapport aux lignes haute tension et conduites souterraines est néanmoins à vérifier.

Concernant la phase d'exploitation, l'étude d'incidences envisage les risques d'accidents majeurs associés à la défaillance d'une éolienne, ainsi que les aspects relatifs à la sécurité de l'espace aérien et aux infrastructures de transport. En ce qui concerne la santé, il y a lieu de tenir compte des effets potentiels associés aux infrasons et basses fréquences, à l'ombre 'stroboscopique' et au rayonnement électromagnétique.

4.12.2 Cadre réglementaire et normatif

- Cadre de référence pour l'implantation d'éoliennes en Région wallonne
- Circulaire ministérielle GDF-03 relative au balisage des obstacles aériens
- Arrêtés Royaux du 25 janvier 2001 et du 19 janvier 2005 relatifs à la désignation d'un coordinateur sécurité-santé agréé de niveau 1

4.12.3 Etat initial

Sans objet.

4.12.4 Incidences en phase de réalisation

4.12.4.1 Risques d'accidents associés aux travaux

Les travaux de construction du parc éolien se feront à l'écart des zones fréquentées par le public et n'impliquent donc pas de risque d'accident pour des tiers.

Un risque d'accident existe par contre pour les travailleurs et en cas d'intrusion sur le chantier de personnes extérieures. Deux mesures principales sont prévues pour limiter les risques d'accident :

- Un coordinateur sécurité-santé agréé pour ce type de projets devra être désigné par le demandeur dès le début du projet. Celui-ci élaborera un plan sécurité-santé et veillera à son application durant toute la durée des travaux. Il dressera des procès-verbaux en cas de non respect de la réglementation ou des précautions élémentaires en matière de sécurité et veillera notamment à la bonne signalisation des zones de travaux et accès de chantier.
- Les travaux les plus délicats, à savoir l'érection des éoliennes, seront réalisés par les équipes du constructeur lui-même, assistées par une entreprise de grutage spécialisée en construction d'éoliennes. Ces équipes sont constituées de travailleurs spécialement formés et expérimentés, de façon à limiter les risques d'accident associés à la manipulation de pièces conséquentes à grande altitude.

Le graphique suivant illustre les risques d'accident pour les travailleurs associés à différentes filières de production d'électricité (risques d'accident liés à la construction et à la maintenance technique). Il s'avère que les risques d'accident associés à l'énergie éolienne sont environ 10 fois inférieurs au nucléaire et au gaz.

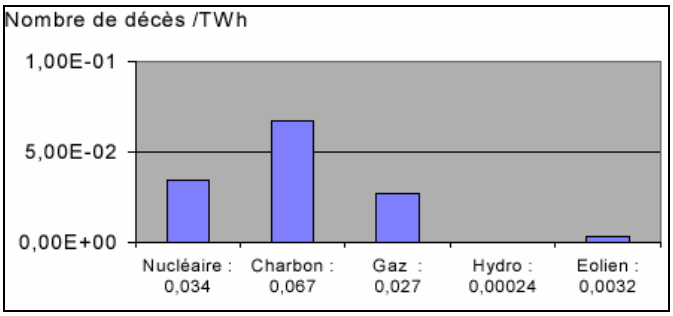

Figure 66 : Risques d'accidents pour les travailleurs de différentes filières de production d'électricité (Source : Pauwels et al., 2000).

4.12.4.2 Sécurité par rapport aux infrastructures existantes sur le site

Le site éolien n'est pas parcouru par des lignes électriques ou des conduites souterraines impliquant un risque d'accident en phase de chantier.

4.12.5 Incidences en phase d'exploitation - Sécurité

4.12.5.1 Risques d'accidents majeurs

Les ouvrages projetés répondront aux normes internationales de la Commission électrotechnique internationale (CEI) relatives à la sécurité des éoliennes, et notamment aux normes suivantes :

- IEC 61400-1 : Sécurité et conception des éoliennes
- IEC 61400-22 : Homologation des éoliennes
- IEC 61400-23 : Essais de résistance des pales

Les éoliennes de nouvelle génération sont par ailleurs équipées de dispositifs de contrôle, de sécurité et d'arrêt d'urgence sophistiqués, permettant des interventions à distance.

▶ Voir CHAPITRE 3.3.2.6 : Dispositifs de sécurité et d'arrêt d'urgence

▶ Voir CHAPITRE 3.3.2.7 : Protection contre la foudre

Ces différentes mesures permettent de limiter au minimum les risques d'accident en phase d'exploitation.

Le bris de pale constitue, statistiquement, le risque le plus important pour les composants de l'ouvrage. Cependant, avec la nouvelle génération d'éoliennes, les matériaux composites des pales sont plus légers et résistants que les anciennes pales métalliques et font l'objet de contrôles sévères.

En se situant dans une situation extrêmement défavorable où une pale viendrait à se briser et que des morceaux soient projetés à distance, il a été calculé que la projection ne peut s'effectuer sur plus de 500 m (350 m pour une pale entière), ce qui limite fortement les dangers pour les riverains.

La chute de la tour est un autre risque exceptionnel, qui a déjà été rencontré auparavant. Elle s'explique par un phénomène de résonance entre la tour et les pales engendrant des vibrations non amorties qui peuvent conduire à la destruction de la machine. Sur les éoliennes de nouvelle génération, la dynamique des structures fait l'objet de modélisations précises qui permettent de prévoir le comportement vibratoire de chaque composant de l'éolienne ainsi que les interactions vibratoires des différents éléments entre eux. De plus, les ouvrages sont conçus afin de résister à des vents violents (rafales de 190 km/h pendant 3 secondes).

L'inventaire approfondi des accidents réalisés dans le cadre de l'élaboration du *Handboek Risicozonering Windturbines*[33], basé sur un large échantillon de données (43.000 éoliennes.an) provenant de l'ISET (Institut für solare Energiesysteme) en Allemagne et l'EMD (Energie- og Miljodaten) au Danemark, a permis de classer les incidents inventoriés en termes de probabilité d'occurrence et de distances d'effets atteintes en cas d'accident (*cf. tableau suivant*).

Au regard des données disponibles, on constate que la probabilité d'un incident grave, tel que l'effondrement d'une machine ou la projection d'objets entraînant un accident de personne ou des dommages aux biens d'un tiers est très faible en phase d'exploitation. La probabilité impliquant la projection d'un morceau de pale est ainsi de l'ordre de 2 à 3 accidents par 10.000 années de fonctionnement d'une éolienne.

Aucun accident sérieux de cette nature n'a encore été identifié à ce jour dans le monde. Par contre, les opérations de construction et de maintenance sont périodiquement source d'accidents pour le personnel et ont déjà entraîné plusieurs décès.

Tableau 59 : Fréquences de défaillance et distances d'effet maximales (source : Handboek Risicozonering Windturbines, 2005).

Type de défaillance	Fréquence de défaillance [1/éolienne.an]	Distances d'effet maximales
Pale entière	$8,4 \times 10^{-4}$	150 mètres
- Vitesse de rotation nominale	$4,2 \times 10^{-4}$	
- Vitesse de freinage mécanique	$4,2 \times 10^{-4}$	
- Emballement de la vitesse de rotation	$5,0 \times 10^{-6}$	
Morceau de pale	$2,6 \times 10^{-4}$	500 mètres
Mât	$1,3 \times 10^{-4}$	Hauteur du mât + ½ diamètre du rotor
Nacelle et/ou rotor	$3,2 \times 10^{-4}$	½ diamètre du rotor
Chute de petites parties de la nacelle ou du rotor	$1,7 \times 10^{-3}$	½ diamètre du rotor

4.12.5.2 Chute et projection de glace en hiver

La formation de glace sur les pales dépend principalement de deux critères : la température et le taux d'humidité de l'air.

La Hesbaye fait partie des régions européennes avec des faibles taux de givrage des pales, le nombre de jours annuels pouvant impliquer un risque de formation de glace sur les pales peut être estimé de 2 à 7 jours par an (*cf. figure suivante*).

Plusieurs précautions sont prises pour limiter le danger associé à la chute et à la projection de glace qui se serait formée sur les pales. Les éoliennes peuvent être équipées de capteurs mettant en évidence la surcharge liée à la formation de givre sur les pales. Lorsque l'éolienne est en mouvement, les capteurs peuvent également détecter la formation de givre sur les pales, en comparant la vitesse de rotation réelle du rotor à la vitesse de rotation théorique qui est associée à une vitesse de vent donnée. A la moindre anomalie, le dispositif d'arrêt d'urgence est déclenché et l'éolienne n'est seulement remise en route qu'après trois jours successifs de dégel.

Lorsque l'éolienne est à l'arrêt, la chute de glace au pied de la machine reste dans tous les cas un scénario probable (au même titre que sous une ligne électrique ou un poteau d'éclairage). Dans le cas présent, les pales des éoliennes ne surplomberont aucune voirie ou chemin, et le risque d'accident associé à une chute de glace est dès lors minime.

[33] Ouvrage de référence européen en matière d'évaluation des risques d'accident liés aux éoliennes

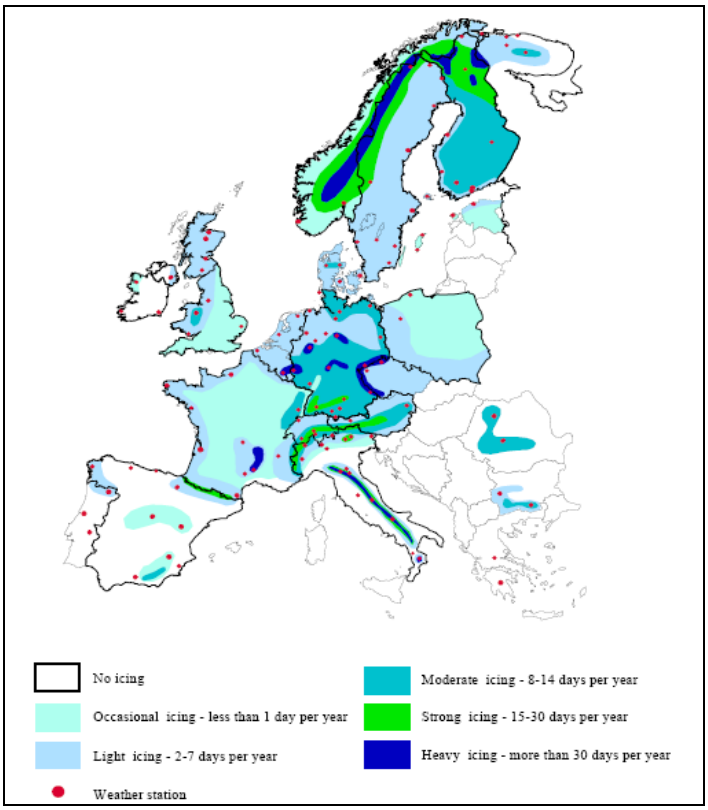

Figure 67 : Carte de formation de givre en Europe (source : International Energy Agency, 2003).

4.12.5.3 Distances de sécurité par rapport aux routes et voiries de passage

Le 'Cadre de référence' recommande généralement le respect d'une distance minimale entre le pied d'une éolienne et le bord d'une voirie régionale équivalente à la hauteur de l'éolienne. Dans la pratique, compte tenu des modèles disponibles sur le marché, cette distance a été fixée à 150 m.

Toutefois, dans ses avis, le MET a introduit une distinction selon l'importance des voiries. Ainsi, pour les routes régionales de moindre catégorie (routes à trois chiffres), il ne considère généralement qu'une distance minimale équivalente à 1,5 fois la longueur des pâles est suffisante. A nouveau, dans la pratique, compte tenu des modèles disponibles sur le marché, cette distance est considérée égale à 75 m.

Les éoliennes du projet seront implantées à l'écart des voiries principales. Les critères présentés ci-dessus sont donc respectés.

Le rotor des éoliennes ne surplombera pas non plus de voirie ou de chemin.

4.12.5.4 Distances de sécurité par rapport aux lignes haute tension et conduites souterraines

Sans objet (absence de telles infrastructures au niveau du site).

4.12.5.5 Sécurité de l'espace aérien

Les éoliennes peuvent constituer des obstacles potentiels au trafic aérien militaire et civil évoluant à basse altitude. En raison de la situation du parc en zone dénommée par les autorités aéronautiques 'high danger area' pour l'entraînement des hélicoptères des Forces aériennes (Helicopter Training Area ou HTA08), le Ministère de la Défense a remis un avis préalable négatif sur le projet de Hannut-Thisnes. Dès lors, même si des éoliennes devaient être éventuellement autorisées dans cette partie de la Hesbaye, l'auteur d'étude a considéré qu'un balisage de type C serait imposé, de la même manière que pour les parcs existants de Perwez, Fernelmont ou Berloz.

- Voir CHAPITRE 3.3.2.7 Balisage
- Voir ANNEXE A : Avis préalables des autorités aéronautiques et de l'IBPT

Un avis définitif sera sollicité en cours d'instruction de la demande de permis auprès du SPF Mobilité et Transports – Direction Transport Aérien, compétent en la matière. Dans le cas de figure où un avis positif était rendu ultérieurement, le demandeur devra avertir ce service du début des travaux, afin que les cartes de navigation puissent être mises à jour avec les positions précises des éoliennes.

Concernant l'aviation civile non commerciale, notons que le projet ne se trouve pas à proximité d'un aérodrome ou ulmodrome. Pour information, l'ulmodrome le plus proche est celui d'Avernas au nord-est (à côté de l'E40) à plus de 5 km.

Concernant le vol de montgolfières, les éoliennes constituent des obstacles verticaux et doivent être prises en compte par les navigateurs au même titre que d'autres éléments dans le paysage.

4.12.6 Incidences en phase d'exploitation - Santé

4.12.6.1 Ombre 'stroboscopique'

<u>Explication du phénomène</u>

Le phénomène d'ombre portée intermittent associé au fonctionnement des éoliennes est communément appelée 'ombre stroboscopique'. Il se manifeste par une intermittence lumière/ombrage et résulte de la rotation des pales. Il ne se présente que lorsque certaines conditions sont réunies : vent supérieur à 3 m/s, soleil en position relativement basse et ciel dégagé (rayonnement direct).

En cas d'exposition prolongée, ce phénomène peut constituer une gêne, voir porter atteinte au bien-être de personnes sensibles. Le 'Cadre de référence pour l'implantation d'éoliennes en Région wallonne' définit un seuil de tolérance de 30 heures cumulées par an et de 30 minutes par jour. Ces seuils sont également utilisés dans d'autres pays comme la France ou l'Allemagne.

Pour des valeurs d'angles de hauteurs zénithales inférieures à 7°, l'impact de l'éclairement incident est considéré comme non significatif. L'ombre portée sur un plateau, d'un repère situé à 150 m d'altitude (hauteur totale de l'éolienne), présente dès lors une longueur maximale d'environ 1.026 m. L'angle zénithal de 7° correspond aux heures reprises au tableau suivant.

Tableau 60 : Heure à laquelle est observé l'angle zénithal de 7° selon les saisons.

Période	21 décembre	21 mars	21 juin et septembre
Matin	10 h	8 h	7 h
Soir	16 h	19 h	19 h

Estimation de l'ombre portée dans les habitations

L'ombre portée dans les habitations peut être estimée via une modélisation numérique, en considérant que la rotation des pales est assimilée à un disque. Avec cette hypothèse, l'ombre portée engendrée par la rotation des pales ainsi que les durées d'exposition annuelle et journalière maximales en tous points du territoire peuvent être calculées en faisant varier la position du soleil, minute par minute, pendant une année complète.

Pour permettre une évaluation fiable, la topographie du site éolien est modélisée sur base des modèles numériques disponibles à l'IGN (résolution horizontale de 30 m et résolution verticale de 5 m). De même la probabilité d'avoir un ciel dégagé est estimée et utilisée pour les calculs, sur base des normales saisonnières.

L'aspect d'un ciel est défini selon les critères suivants :

- serein lorsque l'ensoleillement direct relatif est supérieur à 80%
- moyen lorsque l'ensoleillement direct relatif est compris entre 20% et 80%
- couvert lorsque l'ensoleillement direct relatif est inférieur à 20%

Tableau 61 : Fréquence (%) des différents types de ciel par rapport à la durée d'ensoleillement théorique, à Uccle (Source : DGTRE, 1994).

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Serein	12	13	16	16	13	19	13	13	24	20	11	10
Moyen	23	33	39	44	57	53	52	55	47	37	28	20
Couvert	65	54	45	40	30	28	32	29	29	43	61	70

Pour couvrir une situation maximaliste, les hypothèses suivantes sont posées dans la modélisation :

- Le rotor est constamment orienté perpendiculairement aux rayons solaires. Dans la réalité, le phénomène d'ombrage sera moins fréquent dans la direction perpendiculaire aux vents dominants (axe NE-SO),
- Les éoliennes ne sont jamais à l'arrêt lorsque le soleil se trouve dans une position critique,
- La lumière est toujours directionnelle et non pas diffuse lorsque le soleil se trouve dans une position critique,
- Aucun obstacle naturel ou bâti ne viendra interférer avec les rayons du soleil.

Résultats des modélisations

Le tableau ci-dessous reprend les durées d'exposition annuelles et journalières maximales calculées pour les habitations existantes et les zones d'habitat les plus proches du projet. Les valeurs calculées sont toutes inférieures aux seuils de tolérance définis par le 'Cadre de référence'.

▶ Voir CARTE n°9 : Ombrage

Tableau 62 : Durées d'exposition à l'ombre portée au niveau des habitations et zones d'habitat proches.

Récepteur	Localisation	Exposition max. journalière [min]	Exposition max. annuelle [h]
R1	Rue de Merdorp, Thisnes	4	5
R2	Rue de la Vallée, Thisnes	3	6
R3	Rue de la Vallée, Thisnes	6	6
R4	Rue de l'Enfer, Thisnes	5	6
R5	Rue de l'Enfer, Thisnes	7	8
R6	Chavée des Loups, Thisnes	9	8
R7	Chavée des Loups, Thisnes	11	11
R8	Rue des Ange, Thisnes	10	10
R9	Rue Chapelle Clerc, Merdorp	13	19
R10	Rue Chapelle Dony, Merdorp	9	13
R11	Rue Longue Vesse, Merdorp	10	16
R12	Rue de la Chapelle, Merdorp	13	11
R13	Rue de la Chapelle, Merdorp	17	10
R14	Rue de la Chapelle, Merdorp	13	16
R15	Rue de la Chapelle, Merdorp	20	14
R16	Rue de la Chapelle, Merdorp	17	11
R17	Rue de la Chapelle, Merdorp	17	10
R18	Rue de la Chapelle, Merdorp	14	9
R19	Rue du Chèra, Wanzin	2	6
R20	Rue de Wavre (RN240), Thisnes	1	4
R21	Rue de la Vallée, Thisnes	3	6
R22	Rue de Merdorp, Thisnes	4	8
	Seuils de tolérance	**30**	**30**

4.12.6.2 Infrasons et basses fréquences

Contexte

Les émissions sonores des éoliennes ne se limitent pas aux fréquences audibles par l'oreille humaine, mais concernent également la bande de fréquences des basses fréquences et des infrasons. Par basses fréquences, on entend des sons compris entre 20 Hz et 160 Hz, tandis que les infrasons sont caractérisés par des fréquences inférieures à 20 Hz.

Les infrasons et les basses fréquences peuvent créer une gêne auditive lorsque leurs niveaux sont proches ou supérieurs à leur seuil d'audibilité.

Les basses fréquences peuvent induire, lors d'expositions prolongées à des niveaux très élevés, des effets vibratoires nocifs au niveau de certaines cavités du corps humain. On parle dans ce cas de maladies vibro-acoustiques.

Infrasons

Les émissions d'infrasons par les éoliennes sont principalement générées par des phénomènes physiques lors du passage des pales devant la tour. Il existe cependant peu de données sur les émissions d'infrasons par des éoliennes de puissance nominale supérieure à 1 MW.

Une des études scientifiques de référence disponibles à ce sujet a été réalisée par l'Institut de physique appliquée (ITAP) de l'université de Stuttgart. Cette étude avait pour objet de mesurer les émissions d'infrasons d'une éolienne du type NORDEX N-80 implantée près de Willhelmshaven en Allemagne (puissance nominale : 2,5 MW, diamètre du rotor : 80 m, hauteur du moyeu : 80 m).

Les mesures ont été réalisées avec deux sonomètres spécialement calibrés pour les fréquences inférieures à 200 Hz et placés à 200 m de l'éolienne.

Les résultats des mesures, exprimés en dB(G), sont illustrés au tableau suivant, en fonction de la vitesse du vent. La notion G signifie qu'un filtre G a été appliqué aux fréquences mesurées. Ce filtre, défini selon une norme ISO, exprime la sensibilité de l'homme aux infrasons, de manière analogue au filtre A, utilisé communément pour les fréquences audibles.

Tableau 63 : Niveau acoustique moyen pondéré G, mesuré à 200 m de l'éolienne.

Vitesse du vent [m/s]	5	6	7	8	9	10	11	12
Niveau mesuré [dB(G)]	58	59	60	62	62	63	64	65

De manière générale, la communauté scientifique considère qu'un niveau de 100 dB(G) est tout juste audible, tandis que des niveaux de 90 dB(G) ou moins ne sont généralement pas perceptibles. La législation danoise, quant à elle, définit une valeur guide de 85 dB(G) pour la gamme de fréquences inférieure à 20 Hz. Les niveaux mesurés à 200 m de l'éolienne (max. 65 dB(G) à pleine puissance) sont largement inférieurs à ces valeurs, ce qui permet d'écarter toute gêne liée aux infrasons à des distances supérieures à 200 m.

Basses fréquences

Certaines études ont été menées pour définir l'impact des basses fréquences sur la santé. Il existerait des symptômes vibro-acoustiques, dus à l'effet vibratoire induit par les basses fréquences dans certaines cavités creuses du corps humain. Cependant, ces études mettent en évidence de façon non systématique ces symptômes. De plus, les expériences menées concernent des fréquences très basses avec une très forte intensité : niveaux d'exposition de plus de 100 dB(A) et pendant des périodes prolongées (10 ans et plus).

Dans le cas des éoliennes, les émissions dans le spectre des basses fréquences (20 à 160 Hz) sont inférieures à 100 dB(A) (*cf. figure suivante*), ce qui implique des niveaux à l'immission (habitations) inférieures à 45 dB(A). Considérant qu'un niveau de 45 dB(A) correspond à une pression acoustique environ 500 fois inférieure à un niveau de 100 dB(A), tout risque sanitaire lié aux basses fréquences peut être exclu dans le cas des éoliennes.

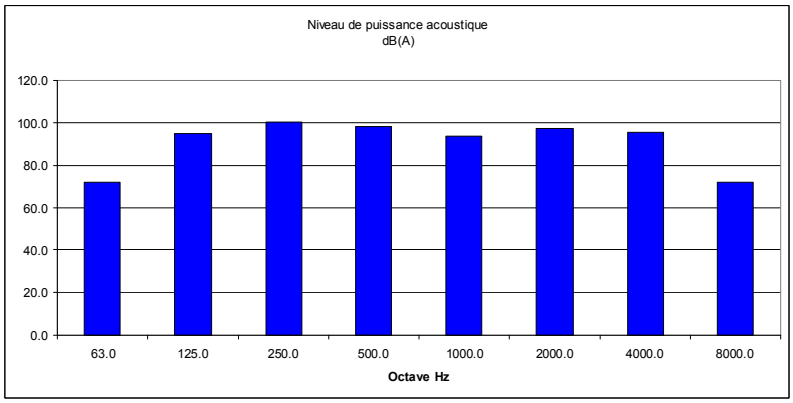

Figure 68 : Spectre d'émission d'une éolienne GE 2.5xl par bandes de tiers d'octave (source : General electric).

4.12.6.3 Rayonnement électromagnétique

Notions de base

Toute installation électrique (ligne, câble, transformateur, conducteur, appareil) génère des champs électriques et magnétiques. La notion de champ traduit l'influence d'un objet sur son environnement. Plus spécifiquement, le champ électrique traduit l'effet d'attraction ou de répulsion exercée par une charge électrique sur une autre. Tout objet sous tension génère toujours un champ électrique, même s'il n'est pas parcouru par un courant. L'intensité du champ, mesurée en volt par mètre (V/m), dépend donc du voltage. Les manifestations d'un champ électrique sont par exemple le chatouillement superficiel de la peau provoqué par les vibrations des poils et chevaux, les légers chocs au toucher d'objet métalliques (comparables aux décharges électrostatiques) ou le grésillement qui peut s'entendre à proximité d'une ligne à très haute tension. Le champ magnétique traduit quant à lui la force exercée par une charge électrique en mouvement (ou par un aimant permanent). Un champ magnétique n'apparaît donc que s'il y a une circulation de courant. Son intensité, mesurée en ampère par mètre (A/m) ou, plus communément, en Tesla (T)[34], dépend de l'ampérage. Les manifestations d'un champ magnétique sont par exemple la perturbation d'appareils électriques (écrans d'ordinateurs utilisant des tubes à rayons cathodiques).

L'intensité des champs, tant électriques que magnétiques, diminue rapidement avec l'éloignement par rapport à la source du champ. Par ailleurs, l'intensité d'un champ électrique est fortement réduite par le moindre obstacle interposé entre la source et le récepteur, ce qui n'est pas le cas avec un champ magnétique.

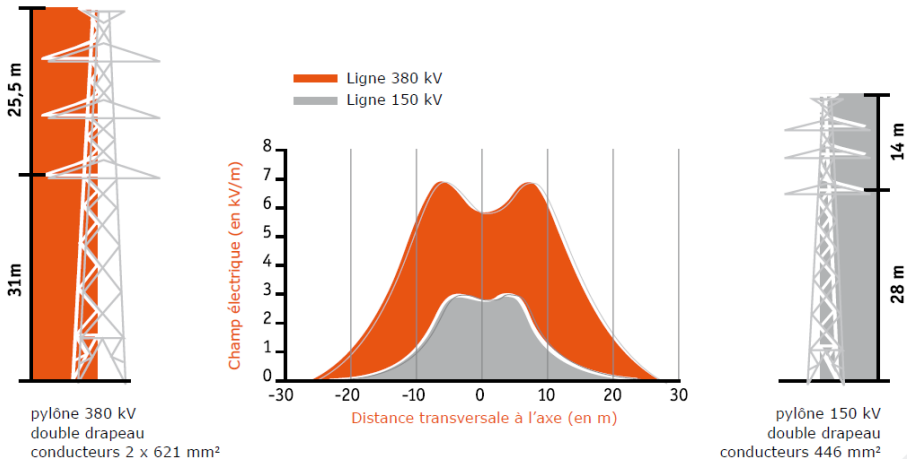

Figure 69 : Intensité du champ électrique généré par une ligne aérienne haute tension (source : Elia).

[34] Le Tesla représente en réalité l'unité de la densité de flux magnétique ou flux d'induction magnétique.

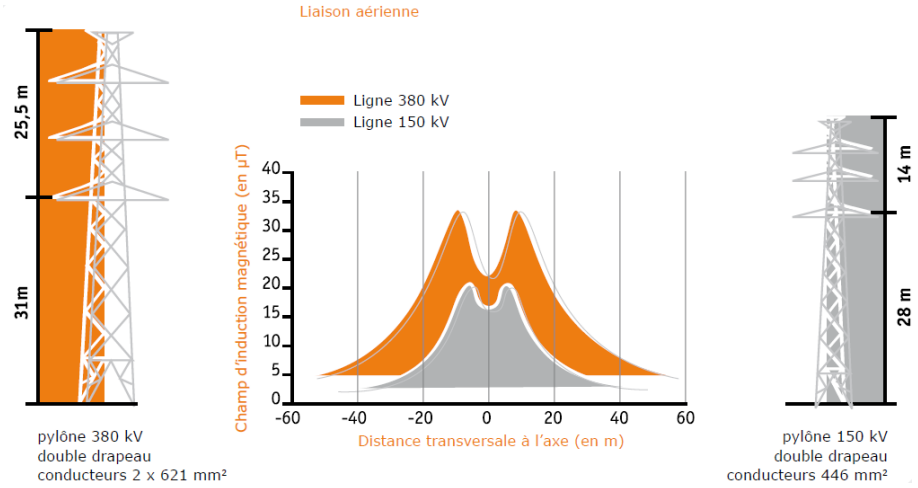

Figure 70 : Intensité du champ magnétique généré par une ligne aérienne haute tension (source : Elia).

Tableau 64 : Valeur typique du champ magnétique de divers appareils électriques en fonction de la distance d'éloignement [µT].

Appareils	Distance		
	3 cm	30 cm	100 cm
Rasoir électrique, sèche-cheveux	10 à 200	0,1 à 5	< 0,3
Four à micro-ondes	10 à 100	1 à 10	< 1
Aspirateur, perceuse	10 à 100	0,5 à 5	< 0,5
Lave-linge	0,5 à 10	0,1 à 5	< 0,5
TV	0,2 à 2	< 0,5	< 0,1

La plupart des champs électriques et magnétiques, naturels ou produits par l'homme, varient rapidement et de façon régulière dans le temps. En effet, à une certaine distance de la source, ils se manifestent sous la forme d'ondes régulières. Ces champs sont qualifiés de champs alternatifs et caractérisés par leur fréquence (nombre de variation par seconde), exprimée en Hertz (Hz). Les champs électriques et magnétiques générés par les réseaux de transport et de distribution électrique, ainsi que par les équipements qu'ils alimentent, ont une fréquence de 50 Hz. Il s'agit d'une fréquence très basse à laquelle est attribué le qualificatif de 'ELF' (*Extremely Low Frequency*). Ces champs doivent être distingués des champs de fréquence plus élevée dont les propriétés et les effets sont fort différents. En effet, plus la fréquence d'un champ est élevée, plus il dégage d'énergie[35].

[35] Aux fréquences supérieures à 1015 Hz, l'énergie dégagée est suffisante pour rompre les liaisons moléculaires et produire des ions. Les ondes de ces fréquences (rayons gamma, rayons X, certains UV) sont appelées 'radiations ionisantes'.

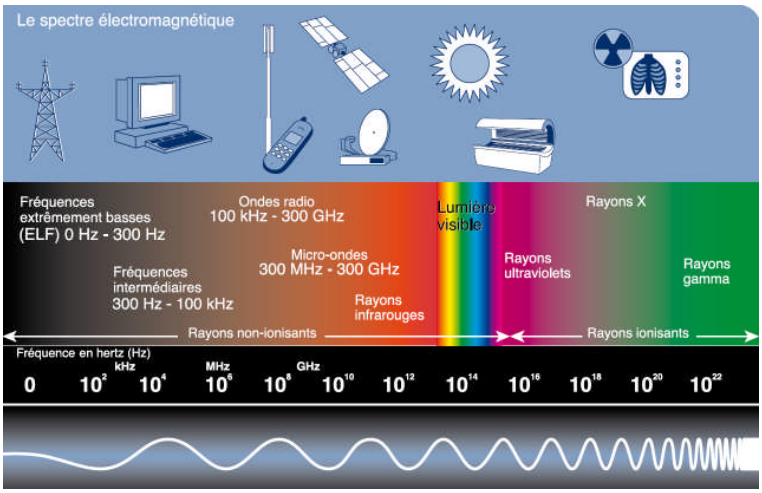

Figure 71 : Le spectre électromagnétique (source : www.infogsm.be).

A une distance de la source supérieure à leur longueur d'onde (distance parcourue par une onde lors d'une oscillation complète), les ondes magnétiques et les ondes électriques évoluent ensemble (dans un plan perpendiculaire). On parle alors d'ondes électromagnétiques. Ces ondes se déplaçant à la vitesse de la lumière, à 50 Hz, leur longueur d'onde est de 6.000 km. En-deçà de cette distance, elles peuvent évoluer indépendamment l'un de l'autre et il est nécessaire de les analyser séparément. On est alors en situation de 'champ proche'. C'est le cas dans la présente étude (les distances étudiées sont bien inférieures à 6.000 km).

Afin de limiter les pertes, les réseaux de transport d'électricité fonctionne à haute tension (en Belgique : 380 kV, 220 kV, 150 kV, 70 kV, 36 kV, 30 kV et 26 kV) et les réseaux de distribution à moyenne tension (en Belgique : de 5 kV à 15 kV). L'utilisation quasi généralisée du courant triphasé permet également d'encore réduire les pertes. Dans le cas d'un projet éolien, la génératrice des éoliennes produit de l'électricité sous une tension nominale de 400 à 690 V selon les modèles. Cette tension est élevée par un transformateur située à l'intérieur de la tour des éoliennes à un niveau de 15 kV. Les câbles provenant des différentes éoliennes du parc sont concentrés dans la cabine de tête du parc implantée à proximité des éoliennes. La tension à laquelle l'électricité produite par le parc est injectée dans le réseau dépend de la capacité d'accueil du poste de transformation où est réalisée cette injection (ainsi que de la puissance installée du parc).

Normes et effets des champs électriques et magnétiques sur la santé

Les champs électriques et magnétiques de très basse fréquence génèrent un courant électrique dans le corps humain par la force qu'ils exercent sur les particules chargées électriquement. Les effets avérés (à court terme) de ces champs dépendent de l'intensité locale du courant 'induit' dans chaque tissu. Ces effets comprennent principalement la perturbation du fonctionnement des systèmes visuel, nerveux et musculaire. L'*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection* (ICNIRP), commission indépendante reconnue par l'OMS, a estimé qu'un courant induit égal ou inférieur à 100 mA/m² n'entrainait aucun effet notable. En appliquant un facteur de sécurité de 10 en milieu professionnel et de 50 dans la vie quotidienne, il recommande de limiter les courants induits à respectivement 10 mA/m² et de 2 mA/m². Les champs électriques et magnétiques susceptibles d'induire des courants de ces amplitudes ont été adoptés en tant que 'niveau de référence' et 'valeurs déclenchant l'action' par le Conseil européen en 1999 et en 2004[36].

36 Recommandation 1999/519/CE du Conseil du 12 juillet 1999 relative à la limitation de l'exposition du public aux champs électromagnétiques (de 0 Hz à 300 GHz) et Directive 2004/40/CE du Parlement européen et du Conseil du 29 avril 2004 concernant

Tableau 65 : Valeurs limites européennes des champs électriques et magnétiques 50 Hz.

	Champ électrique [kV/m]	Champ magnétique [µT]
Milieu professionnel	10	500
Vie quotidienne	5	100

En Belgique, le règlement général sur les installations électriques (RGIE) fixe l'exposition maximale du public aux champs électriques 50 Hz aux valeurs suivantes, conformes au prescrit européen.

Tableau 66 : Valeurs limites d'exposition au champ électrique 50 Hz en Belgique.

Zones	Limite d'exposition [kV/m]
Zone d'habitation	5
Surplomb de routes	7
Autres lieux	10

S'agissant des champs magnétiques à très basse fréquence, il n'existe actuellement aucune législation belge au niveau fédéral en matière de limite d'exposition du public. Les valeurs européennes s'appliquent donc par défaut.

Les normes présentées ci-dessus ne tiennent compte que des effets directement mesurables à court terme des champs électriques et magnétiques. Au vu de l'incertitude scientifique existante sur les effets de ces champs à long terme, et plus particulièrement des champs magnétiques, diverses instances ont émis des recommandations plus strictes en application du principe de précaution. Ainsi, dans un avis rendu en octobre 2008, le Conseil supérieur de la santé recommande de limiter l'exposition prolongée des enfants de moins de 15 ans à la valeur moyenne sur 24 h de 0,4 µT. Cette recommandation concerne tout lieu de résidence habituelle de l'enfant (habitation, école). Elle résulte de la corrélation établie par plusieurs études épidémiologiques entre l'intensité moyenne d'exposition prolongée aux champs magnétiques émanant des installations électriques et le risque de leucémie chez l'enfant. Ces études ont en effet pu établir un lien statistique significatif à partir d'une valeur moyenne de champ magnétique 50 Hz de 0,4 µT, dit 'seuil épidémiologique'. Aucune explication (lien causal) n'a toutefois pu être établie à ce jour. Dans ce contexte, l'Agence Internationale pour la Recherche contre le Cancer (IARC) a classifié les champs magnétiques 50 Hz comme 'agents potentiellement cancérigène' (classe 2-b)[37]. Se référant au principe de précaution, dans le cadre de la qualité du milieu intérieur, le Gouvernement flamand a fixé le niveau de 0,2 µT comme valeur guide et de 10 µT comme valeur d'intervention[38]. La Suisse fixe comme valeur limite 1 µT[39].

Les niveaux d'exposition général de la population se situent entre 0,01 et 0,2 µT. Selon une étude du VITO (*Vlaamse instelling voor technologisch onderzoek*), 1 à 2 % de la population belge serait exposée à des champs magnétiques de plus de 0,4 µT[40].

les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (champs électromagnétiques)

[37] La classification de l'IARC comprend par ordre décroissant de dangerosité la catégorie 1 'cancérigène' (amiante, tabac, etc.), la catégorie 2-a 'probablement cancérigène' (moteur diesel, lampe solaire, etc.), la catégorie 2-b 'peut-être cancérigène (champs magnétique 50 Hz, café, laine de verre, etc.), la catégorie 3 'inclassable et la catégorie 4 'probablement non cancérigène'.

[38] Arrêté du Gouvernement flamand du 11 juin 2004 contenant des mesures de lutte contre les risques de santé par la pollution intérieure.

[39] Ordonnance du Gouvernement fédéral du 23 décembre 1999.

[40] G. Decat, G. Meyen, E. Peeters, L. Van Esch, L. Deckx, U. Maris, Modellering en GIS-toepassing voor het bepalen van de blootstelling en het epidemiologisch risico van het 50 Hz magnetisch veld gegenereerd door de ondergrondse hoogspanningskabels in Vlaanderen, Studie uitgevoerd in opdracht van MIRA, Milieurapport Vlaanderen, MIRA/2007/07, December 2007

Incidences du projet

En ce qui concerne les champs électriques, le projet n'aura aucune incidence significative. En effet, dans le cas de câbles souterrains, l'entièreté du champ est contenue dans la gaine métallique qui entoure les conducteurs. Au niveau de la cabine de tête, présentant une partie de câblage non enterré, l'exposition aux champs électriques sera également non significative en raison de la tension limitée (15 kV), de la présence d'obstacle (bâtiment de la cabine) et de l'absence de toute habitation à proximité immédiate de la cabine.

Les champs magnétiques ne sont pas annulés par l'enfouissement sous terre des conducteurs. Pour une même intensité de courant, après un pic plus élevé, le champ décroit cependant beaucoup plus vite avec la distance qu'avec une ligne aérienne. Il convient donc de vérifier l'intensité du champ produit au droit des habitations et de le comparer aux normes et recommandations en vigueur.

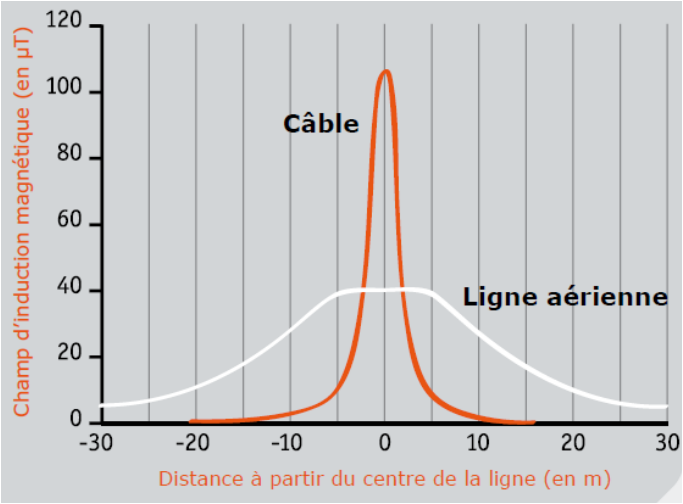

Figure 72 : Champs magnétiques générés par une ligne aérienne et par un câble souterrain 150 kV (source : Elia).

L'intensité du champ magnétique généré par le projet dépendra directement de la charge (ampérage) transitant dans le câblage électrique. Comme celle-ci varie avec le temps selon la puissance de production des éoliennes, deux valeurs sont considérées : une charge maximale (i_M) rencontrée lors d'une production à puissance nominale du parc et une charge moyenne (i_m) correspondant à une production à puissance moyenne sur une année du parc, obtenue à partir de sa production annuelle nette estimée. Les champs magnétiques générés avec les charges i_M et i_m peuvent être comparés respectivement à la valeur limite européenne (100 µT pour le milieu de vie) et au seuil épidémiologique (0,4 µT pour les lieux de résidence habituel de l'enfant).

Avec une tension de 15 kV et un courant triphasé, les valeurs suivantes sont obtenues pour le projet (base de calcul : 9 éoliennes de 2,75 MW, production annuelle nette du parc de 57 900 MWh/an) :

- i_M = 950 A
- i_m = 250 A

Dans le cas d'un courant triphasé, les caractéristiques du câblage et la disposition des phases les unes par rapport aux autres influencent aussi fortement l'intensité du champ magnétique généré. La disposition dite 'en trèfle' est préférable à la disposition dite 'en nappe' dans la mesure où elle permet de réduire au maximum la distance entre les câbles monopolaires et d'annuler partiellement le champ produit par chacun de ceux-ci.

Dans le cas du projet, les caractéristiques géométriques du câblage sont les suivantes :

- Diamètre intérieur des câbles : 400 mm²

- Profondeur de la génératrice supérieure (trottoir, accotement) : 0,8 m
- Disposition des phases en trèfle

Sur base de ces données, après estimation par les formules approchées classiques de l'électromagnétisme et par comparaison avec les résultats calculés par le VITO pour le réseau de transport d'électricité belge[41], il peut être avancé que le projet n'est pas susceptible de produire des champs magnétiques supérieurs à la valeur limite européenne, même lors du fonctionnement du parc à puissance nominale. En effet, la valeur maximale du champ généré au droit du câble électrique lors des pics de courant ne devrait pas dépasser 2,75 µT. Il peut également être avancé que le champ magnétique moyen généré par le projet n'est pas susceptible de dépasser le seuil épidémiologique au-delà d'une distance horizontale de 1 m de part et d'autre de la projection verticale de l'axe du câblage. Par mesure de précaution, il est recommandé de maintenir cette distance minimale entre la projection verticale de l'axe du câblage et les habitations, et particulièrement les lieux de résidence habituels de l'enfant (principalement la chambre à coucher).

Selon le tracé du raccordement électrique prévu par Tecteo Resa pour le projet de Hannut-Thisnes, le respect de la distance minimale de 1,5 m ne devrait pas poser de problème.

▶ Voir CARTE n°3b : Accès et raccordement externe

Aux abords des boîtes de jonction du câblage, la disposition des câbles en trèfle ne peut plus être respectée, engendrant une augmentation du champ magnétique généré. Ainsi, afin de respecter le seuil épidémiologique, il est recommandé de ne pas implanter ces boîtes à moins de 5 m des habitations ou de les doter d'un blindage.

Il y a lieu de préciser que les caractéristiques du raccordement électrique du projet correspondent à celles couramment rencontrés avec le réseau de distribution en Belgique, matérialisé par de nombreux câbles enfouis le long des voiries.

4.12.6.4 Balisage lumineux

Les signaux lumineux périodiques tels que le balisage d'obstacles des éoliennes peuvent, dans certaines conditions, agir comme des facteurs de stress, en raison notamment de l'attraction visuelle qu'ils exercent.

Ce phénomène est peu documenté dans la littérature scientifique. Une étude réalisée par l'Institut de psychologie de l'Université Martin Luther de Halle-Wittenberg (Allemagne) conclut toutefois, sur base de questionnaires soumis à 420 riverains de 13 parcs éoliens en Allemagne, que l'effet de gène est globalement de faible importance, tant au niveau des symptômes psychiques que physiques[42]. L'étude montre que la perception du balisage est en réalité fortement dépendante de l'acceptation général de l'éolien par les riverains et des perturbations éventuelles qu'ils ont subies durant les phases de planification et de construction du parc éolien. L'étude indique toutefois qu'avec le balisage nocturne des situations de gêne importante peuvent apparaître dans certaines conditions météorologiques (nuits dégagées). Elle indique également que la gêne est généralement perçue comme plus importante dans un environnement peu vallonné et peu bâti que dans un site urbanisé. Enfin, l'étude formule une série de recommandations visant à réduire la nuisance perçue issue du balisage :

- Balisage diurne :
  - privilégier le balisage par LED plutôt que le balisage Xenon.
- Balisage nocturne :
  - réduire le balisage au minimum compatible avec les besoins de la sécurité aérienne ;

[41] G. Decat, G. Meyen, E. Peeters, L. Van Esch, L. Deckx, U. Maris, Modellering en GIS-toepassing voor het bepalen van de blootstelling en het epidemiologisch risico van het 50 Hz magnetisch veld gegenereerd door de ondergrondse hoogspanningskabels in Vlaanderen, Studie uitgevoerd in opdracht van MIRA, Milieurapport Vlaanderen, MIRA/2007/07, Décembre 2007.

[42] Acceptation et éco-compatibilité du balisage d'obstacles des éoliennes, Institut de psychologie, Université Martin Luther de Halle-Wittenberg, Allemagne, 2010.

- régler l'intensité du balisage en fonction de la visibilité ;
- synchroniser le balisage des différentes éoliennes ;
- réaliser un balisage de groupe.

Sur base de ces éléments, les nuisances qui seront occasionnées pour les riverains par le balisage prévu des éoliennes du projet peuvent être considérées comme limitées et acceptables. Toutefois, afin de les minimiser, dans le contexte technologique et réglementaire actuel, l'auteur d'étude recommande :

- d'occulter les feux 'W' rouges (nuit) vers le bas et de limiter leur intensité lumineuse aux exigences stipulées dans la circulaire GDF-03 ;
- de synchroniser les balisages de jour et de nuit des différentes éoliennes.

4.12.7 Conclusions

En phase de réalisation, le projet n'implique pas de risque particulier. La sécurité au chantier sera assurée par le respect de la législation en vigueur, qui oblige notamment le demandeur à mandater un coordinateur sécurité-santé agréé. Celui-ci élaborera un plan sécurité-santé pour chaque étape du chantier et veillera à sa bonne application.

En phase d'exploitation, les risques d'accidents associés à la défaillance technique d'une machine ou à la projection de glace en hiver sont non significatifs. Les distances de sécurité par rapport aux infrastructures de transport, les lignes haute tension et conduites souterraines sont respectées.

En raison de la situation du parc en zone dénommée par les autorités aéronautiques 'high danger area' pour l'entraînement des Forces aériennes, il a été considéré qu'un balisage de type C devrait être imposé par le Ministère de la Défense.

En ce qui concerne les aspects liés à la santé et au bien-être des riverains, il s'avère que les seuils de tolérance définis par le Cadre de référence pour l'implantation d'éoliennes en Région wallonne sont respectés en matière d'ombre portée. Les infrasons et basses fréquences émises par les éoliennes ne sont pas susceptibles de provoquer de nuisances particulières aux distances auxquelles se trouvent les premières habitations. Enfin, les champs électriques et magnétiques générés par le raccordement électrique du parc seront largement inférieurs aux valeurs limites européennes. Concernant plus spécifiquement le champ magnétique, par mesure de précaution, le maintien d'une distance horizontale de 1,5 m entre la projection verticale de l'axe du câblage et les habitations permettrait de garantir le respect du 'seuil épidémiologique'. Compte tenu du tracé de raccordement prévu, cela ne devrait poser aucune difficulté.

4.12.8 Recommandations

Phase de réalisation

- Désignation d'un coordinateur sécurité-santé agréé de niveau 1 conformément aux arrêtés royaux du 25 janvier 2001 et du 19 janvier 2005.
- Implantation du câblage électrique selon une disposition des phases en trèfle serrée.
- Respect du 'seuil épidémiologique' en matière de champ magnétique, par le maintien d'une distance horizontale de 1,5 m entre les habitations et la projection verticale de l'axe du câblage qui sera posé par Tecteo Resa jusqu'au poste de Hannut.
- Maintien d'une distance minimale de 5 m entre les boîtes de jonction du câblage et les habitations ou blindage de ces boîtes.

Phase d'exploitation

- Occultation des feux 'W' rouges vers le bas et de limitation de leur intensité lumineuse aux exigences stipulées dans la circulaire GDF-03 (balisage de nuit);
- Synchronisation des balisages lumineux, de jour comme de nuit, des éoliennes projetées.