

CHAPITRE
3. INCIDENCES SUR LE MILIEU PHYSIQUE

TABLE DES MATIÈRES

3. INCIDENCES SUR LE MILIEU PHYSIQUE.....	3-1
3.1. INTRODUCTION	3-5
3.2. TOPOGRAPHIE	3-6
3.3. GEOLOGIE.....	3-7
3.3.1. <i>Géologie régionale.....</i>	3-7
3.3.1.1. Introduction.....	3-7
3.3.1.2. Substratum paléozoïque.....	3-7
3.3.1.3. Sédiments de couverture post-paléozoïque.....	3-8
3.3.2. <i>Géologie locale.....</i>	3-9
3.3.3. <i>Sismicité de la région.....</i>	3-9
3.3.4. <i>Stabilité du sous-sol.....</i>	3-12
3.4. PEDOLOGIE	3-13
3.4.1. <i>Introduction.....</i>	3-13
3.4.2. <i>Pédologie régionale</i>	3-13
3.4.3. <i>Pédologie locale</i>	3-14
3.4.4. <i>Nature et potentiel agronomique des sols</i>	3-14
3.5. EAUX SOUTERRAINES.....	3-15
3.5.1. <i>Hydrogéologie régionale</i>	3-15
3.5.2. <i>Hydrogéologie locale</i>	3-15
3.5.3. <i>Sens d'écoulement de la nappe</i>	3-16
3.5.4. <i>Vulnérabilité des eaux souterraines.....</i>	3-16
3.5.5. <i>Captages des eaux souterraines.....</i>	3-16
3.5.6. <i>Zones de prévention</i>	3-18
3.6. EAUX DE SURFACE.....	3-19
3.6.1. <i>Hydrographie.....</i>	3-19
3.6.2. <i>Qualité des eaux de surface.....</i>	3-20
3.7. QUALITE ENVIRONNEMENTALE DU SOL, DU SOUS-SOL ET DES EAUX SOUTERRAINES.....	3-22
3.8. ANALYSE DES INCIDENCES.....	3-23
3.8.1. <i>Impacts de la phase chantier</i>	3-23
3.8.1.1. Erosion, stabilité et ruissellement.....	3-23
3.8.1.2. Terres excavées excédentaires	3-24
3.8.1.2.1. Principe.....	3-24
3.8.1.2.2. Quantité de terres de déblais.....	3-24
3.8.1.2.3. Bilan des terres excavées excédentaires à revaloriser lors du chantier du parc éolien	3-27

3.8.1.3.	Rabatement de la nappe d'eaux souterraines.....	3-28
3.8.1.4.	Sources potentielles de contamination du sol et des eaux souterraines.....	3-28
3.8.1.4.1.	Introduction.....	3-28
3.8.1.4.2.	Engins de chantier	3-28
3.8.1.4.3.	Dépôts d'hydrocarbures et de liquides dangereux	3-29
3.8.1.4.4.	Circuit des effluents liquides	3-30
3.8.1.5.	Incidences sur les eaux de surface	3-30
3.8.2.	<i>Impacts de la phase d'exploitation du parc éolien.....</i>	3-30
3.8.2.1.	Incidences sur le sol.....	3-30
3.8.2.2.	Risques de pollution du sol, sous-sol et eaux souterraines.....	3-31
3.8.2.2.1.	Introduction.....	3-31
3.8.2.2.2.	Sources de pollution	3-31
3.8.2.3.	Incidences sur les eaux de surface	3-33
3.8.2.4.	Gestion rationnelle des ressources naturelles du sol et du sous-sol	3-33
3.8.2.5.	Production de déchets.....	3-34
3.8.2.6.	Impact sur le prélèvement d'eaux de surface et d'eaux souterraines	3-35
3.8.2.7.	Impact sur les rejets thermiques	3-36
3.8.3.	<i>Effets de la phase de démantèlement</i>	3-36
3.9.	MESURES PRISES PAR LE DEMANDEUR.....	3-37
3.10.	CONCLUSIONS.....	3-38
3.11.	RECOMMANDATIONS	3-41

FIGURES

FIGURE 3-1 :	LOCALISATION DU PROJET SUR LA CARTE DES SÉISMES ENREGISTRÉS EN BELGIQUE	3-10
FIGURE 3-2 :	LOCALISATION DU PROJET EN FONCTION DES ZONES BELGES DÉFINIES PAR L'EUROCODE	3-11
FIGURE 3-3 :	LOCALISATION DES PRISES D'EAU AUTOUR DU SITE (VOIR DOSSIER CARTOGRAPHIQUE)	3-17
FIGURE 3-4 :	RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE (VOIR DOSSIER CARTOGRAPHIQUE)	3-20

TABLEAUX

TABLEAU 3-1 :	DONNÉES TOPOGRAPHIQUES DES POINTS D'IMPLANTATION DES ÉOLIENNES DU PARC DE GRANDRIEU	3-6
TABLEAU 3-2 :	STATUT DES COURS D'EAU DES ENVIRONS	3-20
TABLEAU 3-3 :	COURS D'EAU FRANÇAIS PRÉSENT À PROXIMITÉ DE LA ZONE	3-20
TABLEAU 3-4 :	ETAT DE LA MASSE D'EAU SA02R (LA THURE)	3-21
TABLEAU 3-5 :	DÉTAILS DES VOLUMES FOISONNÉS DES TERRES DE DÉBLAIS DES FONDATIONS DES 4 ÉOLIENNES	3-25

TABLEAU 3-6 : VOLUME TOTAL DES TERRES DE DÉBLAIS ET REMBLAIS NÉCESSAIRES AU NIVELLEMENT DES AIRES DE MONTAGE.....	3-25
TABLEAU 3-7 : VOLUME DE TERRES DE DÉBLAIS POUR LA POSE DE CÂBLES SOUTERRAINS ENTRE LES ÉOLIENNES ET LA CABINE DE TÊTE.....	3-26
TABLEAU 3-8 : VOLUME DE TERRES DE DÉBLAIS POUR LA POSE DES CÂBLES SOUTERRAINS ENTRE LA CABINE DE TÊTE ET LE POSTE D'INJECTION	3-26
TABLEAU 3-9 : TOTAL DU VOLUME DES TERRES À EXCAVER POUR LA CRÉATION ET L'AMÉNAGEMENT DES CHEMINS D'ACCÈS	3-27
TABLEAU 3-10 : QUANTITÉ DE TERRES DE DÉBLAIS À LA CHARGE DE KDE ENERGY SELON LEUR ORIGINE	3-27
TABLEAU 3-11 : CONSOMMATION ÉVITÉE DE COMBUSTIBLES FOSSILES ET NUCLÉAIRES	3-34
TABLEAU 3-12 : PRODUCTION DE DÉCHETS ÉVITÉE	3-35
TABLEAU 3-13 : CONSOMMATION ÉVITÉE EN EAU (PRINCIPALEMENT EAUX DE SURFACE)	3-36
TABLEAU 3-14 : CHARGE THERMIQUE ÉVITÉE	3-36

ANNEXES

ANNEXE 3-1 : CARTE GÉOLOGIQUE (VOIR DOSSIER CARTOGRAPHIQUE)	
ANNEXE 3-2 : VULNÉRABILITÉ DES EAUX SOUTERRAINES EN RÉGION FLAMANDE	
ANNEXE 3-3 : APPROCHE GÉOCENTRIQUE	
ANNEXE 3-4 : RELIEF DE LA ZONE D'ÉTUDE (VOIR DOSSIER CARTOGRAPHIQUE)	
ANNEXE 3-5 : LOCALISATION DU SITE SUR LA CARTE DES SOLS DE BELGIQUE (VOIR DOSSIER CARTOGRAPHIQUE)	

3.1. INTRODUCTION

Ce chapitre présente le contexte topographique, géologique, pédologique et hydrogéologique de la région.

La description de la situation de référence est basée sur les sources suivantes :

- carte topographique IGN n°52/5-6 Grandrieu-Beaumont et 57/1-2 Sivry-Rance, éditions 2002 et 2004 au 1/20.000 ;
- carte topographique IGN n°52/5 sud Grandrieu, édition 2002 au 1/10.000 ;
- cartes pédologiques n°172 E Grandrieu et W Beaumont au 1/20.000 ;
- carte géologique de la Belgique planche n°52 5-6 édition 2001 au 1/25.000 (Grandrieu-Beaumont) ;
- atlas des cours d'eau non navigables (Service Public de Wallonie, DGO3, Division de l'eau).

Ensuite, un inventaire des produits stockés sur le site et des sources de pollution potentielles des eaux souterraines sera réalisé. Le volume de terres excavées générées par le chantier sera également évalué. En fonction des incidences potentielles, l'étude déterminera, si nécessaire, les dispositions à prendre, afin d'éviter tout risque pour le sol, le sous-sol et les eaux souterraines.

3.2. TOPOGRAPHIE

Le site éolien est localisé dans la région de la Fagne, large dépression au relief contrasté.

La région de projet appartient au bassin hydrographique de la Sambre. Les 4 éoliennes sont situées dans le sous-bassin hydrographique de la Thure, à moins de 200 m au sud de la ligne de partage des eaux de la Thure et de la Hantes. Entre Grandrieu et Solre-Saint-Géry, les bassins de la Thure et de la Hantes sont séparés par une ligne de crête d'orientation ONO-ESE et d'altitude comprise entre 235 et 250 m.

Le projet se situe sur le sommet d'un plateau bombé, à une altitude comprise entre 215 et 235 m. La vallée de la Thure se trouvant au Sud du village à une altitude de 180m. Un petit ruisseau surgit et creuse le paysage de la zone d'implantation du projet, en direction NE-SO pour venir créer des petites zones humides dans la partie nord du village.

Une carte du relief de la zone d'étude est fournie en annexe 3-4.

Les éoliennes seront implantées principalement sur les hauteurs du plateau (éoliennes 2 et 3) mais aussi dans les pentes (éolienne 1 sur un versant à pente douce du vallon du ruisseau de la Thure et éolienne 4 sur le début de vallée dessinée par les petites sources présentes sur le site). Elles culminent entre 216 m et 232,5 m d'altitude. Leur altitude respective est donnée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3-1 : Données topographiques des points d'implantation des éoliennes du parc de Grandrieu

Eolienne	Altitude (m)	Pente ¹ (%)	Exposition de la pente
1	216,0	6,25	O
2	228,0	5,2	NO
3	232,5	2,8	SE
4	226,0	3,6	SO

Comme le montrent les données topographiques au tableau ci-dessus, la pente du terrain au droit des éoliennes est de l'ordre de 2,8 à 6,25 %. Les éoliennes 1 et 2 sont concernées par les pentes les plus importantes (plus de 5 %).

¹ Sur base de la carte topographique 1/10.000^e

3.3. GEOLOGIE

3.3.1. Géologie régionale

3.3.1.1. Introduction

L'analyse est réalisée sur base de la nouvelle carte géologique de Belgique n°52 5-6 (Grandrieu – Beaumont) au 1/25.000^e.

L'annexe 3-1 illustre la géologie régionale sur base de cette carte géologique. Les formations décrites ci-dessous reprennent la légende de la carte géologique entre parenthèses.

Le contexte géologique de la zone de projet est caractéristique de la bordure septentrionale du Synclinorium de Dinant (un synclinorium étant une structure plissée dessinant un large synclinal² à l'échelle régionale), à moins de 25 km au sud du contact de celui-ci avec le Synclinorium de Namur qui se fait via la faille du Midi – Eifel. Cette structure synclinoriale résulte du chevauchement du Synclinorium de Dinant sur le Synclinorium de Namur suite au mouvement de compression vers le nord lors du soulèvement de la chaîne hercynienne, il y a plus de 300 millions d'années. Ce Synclinorium est principalement constitué de formations schisteuses à gréseuses et carbonatées Dévono-carbonifères.

Les roches présentes dans la zone de projet résultent d'une succession de phases de sédimentation, érosion et plissements. La première phase de sédimentation paléozoïque a laissé des traces dans la région de Grandrieu Beaumont sous la forme de calcaires givetiens.

Ensuite une phase de plissements (orogénèse varisque) a engendré des déformations majeures dans le paysage. Notamment, la création de la faille du midi, le Synclinorium de Dinant et de Namur. Les déformations exercées lors de l'édification de la chaîne hercynienne ont été ensuite mises à jour par érosion.

La série sédimentaire post paléozoïque est marquée par des dépôts de type marins et continentaux. Dans la région, les dépôts mésozoïques d'âge crétacé sont essentiellement constitués de craies et de marnes tandis que les dépôts d'âge paléogènes sont de type sableux.

3.3.1.2. Substratum paléozoïque

Les roches observées dans la région s'étendent de l'âge du Dévonien moyen (Givetien) au Carbonifère (Tournaisien).

Ainsi on rencontre, les formations suivantes, des plus anciennes aux plus jeunes :

- formations givetiennes :
 - formation de Fromelennes (FRO) présentant deux niveaux : à la base, des calcaires argileux, parfois noduleux de couleur noire; ensuite, des alternances de calcaires gris à gris clair bioconstruits, de calcaires gris foncé à noir bioclastiques, et de calcaires fins gris à noirs. Epaisseur d'environ 75-80 m ;

² Synclinal : structure plissée dont le centre de la formation est occupé par les roches les plus récentes.

- formations frasniennes :
 - formations de Nismes (NIS); schistes gris-vert à verdâtres avec de rares nodules calcaires épars ou alignés, à la base, lentilles de calcaires à brachiopodes. Epaisseur : environ 25 m ;
 - Formation du Pont de la Folle (FOL) : subdivisée en plusieurs membres, membre de la Fontaine Samart (base de calcaire gris à gris clair, sommet de calcaires argileux à noduleux crinoïdiques gris foncés à noir) ; membre de Brayelles (dolomie noire, beige et gris-beige) ; membre des Machénées (schistes gris-vert avec quelques nodules calcaires ou calcaires très argileux gris foncé). Epaisseur variable de 55 à 95 m ;
 - Formation de Philippeville (PHV) ; à la base un niveau de calcaire gris clair, gris et gris foncé d'allure massive, roche fortement diaclasée et fréquemment veinée de calcite (pouvant donner le Marbre de Cousolre) ; en surface un niveau de calcaires stratifiés (argileux noirs fins, gris à gris clair, et gris à gris foncé). Epaisseur variable, entre 70 à 95 m ;
 - Formation de Neuville et des Valisettes (NV) : calcaires argileux noduleux de couleur grise et schistes verts à nodules calcaires ; et schistes fins gris-vert, gris foncé à noirâtre ;
- formations famenniennes : l'étage Famennien représente une importante intercalation détritique entre deux grands ensembles à prédominance carbonatée, le Dévonien et le Carbonifère :
 - formation de la Famenne (FAM) : schistes et schistes silteux verts à gris-vert finement micacés. Epaisseur de 50 à 100 m environ ;
 - formation d'Aye (AYE) : siltites argileuses vertes et gris-vert micacées fréquemment affectées de schistosité. Epaisseur de 100 à 150 m environ ;
 - formation d'Esneux (ESN) : grès fins micacés verts, gris-vert, beiges et gris, riches en structures sédimentaires. Epaisseur entre 85 et 115 m ;
 - formation de Souverain-Pré (SVP) : à la base des bancs de schistes et de grès calcaireux micacés gris-vert ou bruns fossilifères à nodules de calcaires gris, calcaires gris en bancs. Ces schistes et grès passent rapidement à des calcaires argileux gris clair à gris foncé noduleux fossilifères. Epaisseur de 35 à 75 m ;
 - formation de Ciney et d'Etroeungt (CE) : grès gris-beige à beige, riches en micas et grès argileux de couleur brun-ocre et siltites gréseuses verdâtres ; et alternance de schistes et de grès argileux micacés ;
- formations dinantiennes : le Dinantien est constitué de deux étages qui sont de bas en haut, le Tournaisien et le Viséen. Les unités présentes dans la région appartiennent pour l'essentiel au Tournaisien.

3.3.1.3. Sédiments de couverture post-paléozoïque

D'une manière générale la nature et la puissance des dépôts postérieurs au Paléozoïque sont mal connues dans la région. Ceux qui ont un impact sur le relief ou l'économie régionale et qui ont une épaisseur non négligeables sont brièvement présentés ci-dessous.

Couverture argilo-crayeuse (mésozoïque - crétacé). Le seul groupe identifié dans la région est le groupe de Marbaix (MBX). Ce groupe comprend deux unités lithologiques principales avec de la base au sommet de l'argile compacte verte à verte foncée très riche en glauconie légèrement calcaire et de la craie blanche. Dans la région seule l'argile verte a été observée.

Couverture argilo-sableuse (cénozoïque – paléogène) ; dépôts argilo-sableux tertiaires indifférenciés (SBL) présentant un faciès inférieur composé de sables de diverses couleurs avec des argiles, des argiles sableuses de couleur foncée, et un faciès supérieur formé de sables quartzeux.

Couverture limono-graveleuse (cénozoïque – quaternaire) ; on distingue ici des limons (brun jaunâtre à brun pâle, mélange de silt et d'argile) étant pour l'essentiel d'origine éolienne, mis en place pendant les glaciations quaternaire et des alluvions modernes (galets, graviers, sables, argiles, limons) déposées par les cours d'eau actuels dans une plaine alluviale

3.3.2. Géologie locale

La carte géologique au 1 :25.000ème nous renseigne sur la nature de la roche mère rencontrée au droit des éoliennes. Sur base de l'examen de celle-ci, la zone d'implantation des éoliennes est implantée sur les couches suivantes de plus ancien au plus récent :

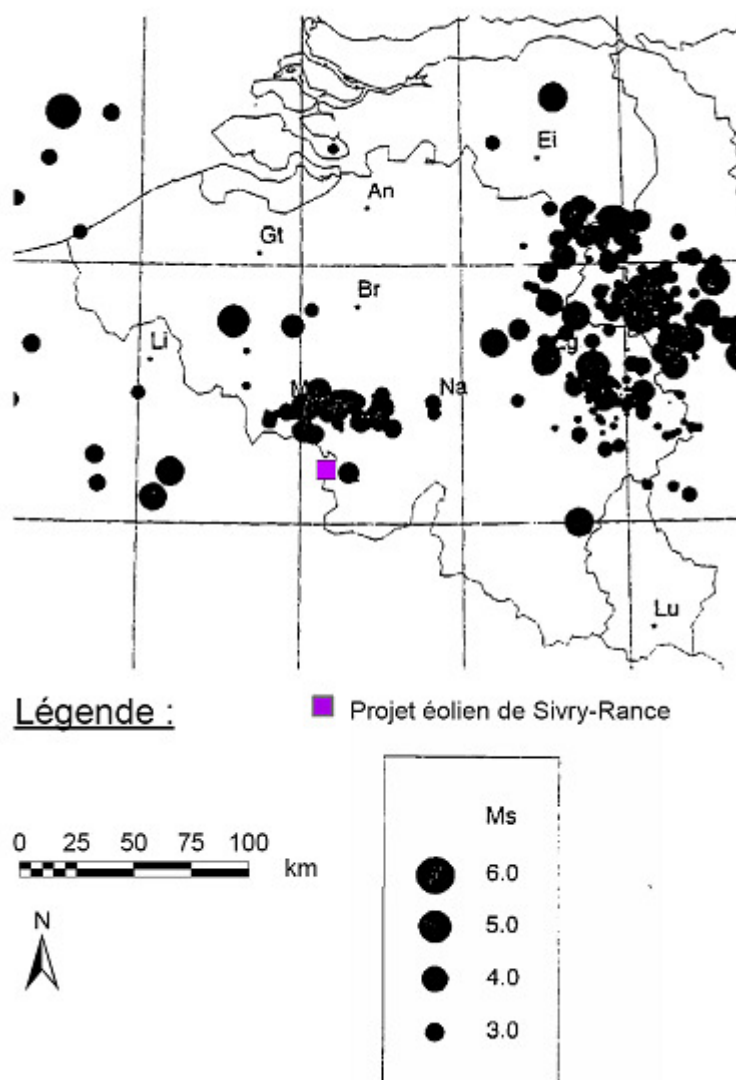
- calcaires de la formation de Philippeville (PHV) ;
- calcaires argileux et schistes de la formation de Neuville et des Valisettes (NV) ;
- schistes et schistes silteux de la formation de la Famenne (FAM) ;
- silt argileux de la formation d'Aye (AYE) ;
- grès fins micacés de la formation d'Esneux (ESN) ;
- calcaires argileux à la base des bancs de schistes et de grès de la formation de Souverain-Pré (SVP) ;
- limons loessiques d'origine éolienne.

Aucune donnée de forage local ne nous permet de préciser la géologie exacte et la profondeur des couches rencontrées au droit des éoliennes.

3.3.3. Sismicité de la région

Bien que les évènements sismiques graves restent rares en Belgique, quelques régions possèdent une sismicité non négligeable telle le bassin de Mons (Hainaut) et la région entre Liège, Cologne et Eindhoven. La zone de projet se trouve à proximité du bassin de Mons en Hainaut (voir figure 3-1). Il convient cependant de relativiser : la Belgique, et plus généralement l'Europe du Nord-Ouest, restent des zones à sismicité très faible par rapport à ce qui est observé ailleurs dans le monde.

Figure 3-1 : Localisation du projet sur la carte des séismes enregistrés en Belgique



Bien que les grès et conglomérats soient susceptibles de former des fracturations préférentielles, celles-ci sont locales et observées au sein d'une formation géologique. Par conséquent, elles ne s'apparentent pas aux failles observées entre deux unités résultant de mouvements tectoniques et ne présentent dès lors aucun risque sismique.

Il existe un document permettant de donner des indications de conception et de dimensionnement des structures pour la résistance aux séismes. Ce document, élaboré par la commission de normalisation belge 'Calcul des maçonneries' en janvier 2002, complète la norme belge éditée en 1998 (ENV 1998 - Eurocode 8). Il contient des recommandations pour la conception et le dimensionnement des structures pour la résistance aux séismes en fonction de leur localisation géographique. Ce document définit 3 zones de sismicité sur le territoire belge. Les zones sont classées par ordre croissant de niveau d'aléa sismique, la zone de classe 0 ayant un aléa sismique négligeable.

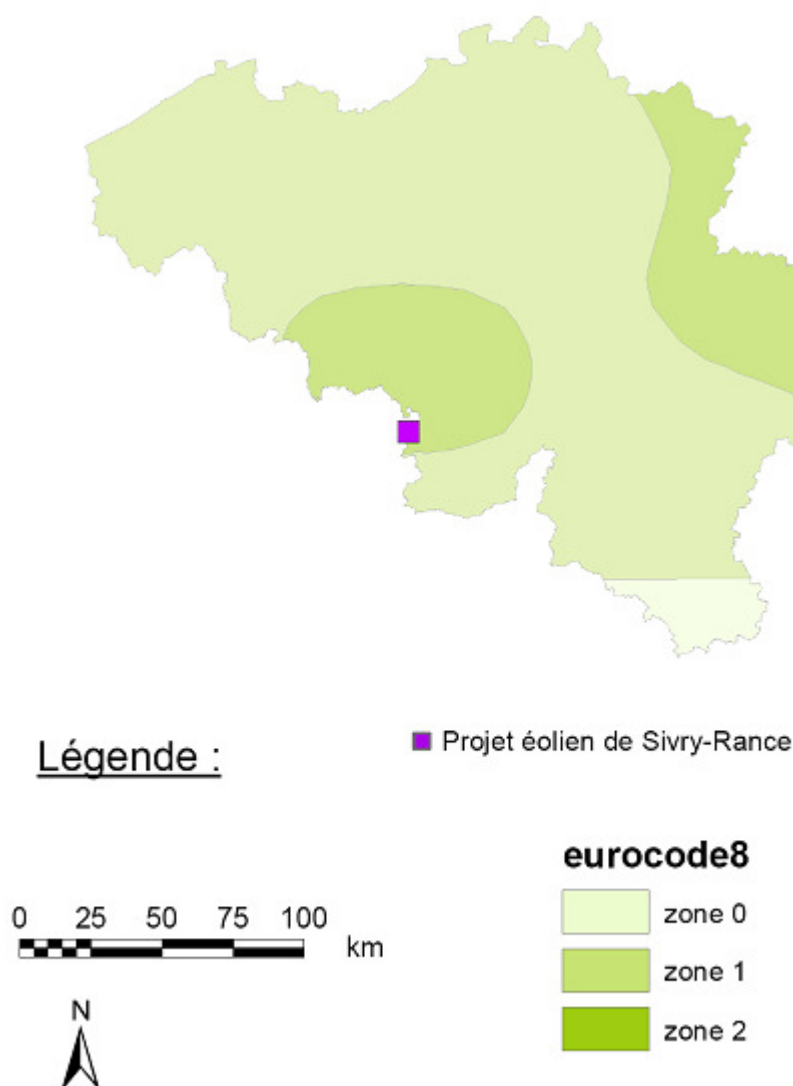
Selon ce document, la commune de Sivry-Rance est située en zone sismique de classe 2, c'est-à-dire en zone où les accélérations horizontales de calcul sur le rocher (Peak Ground

Accélération PGA^3 sont de $1,0 \text{ m/s}^2$. Cette accélération est calculée avec une probabilité de 90% de non-dépassement sur 50 ans.

Tout comme le type de sol et les caractéristiques de la construction prévue, cette accélération doit être prise en compte pour le calcul du dimensionnement des constructions. Dans le cas présent, comme il s'agit d'éoliennes, on peut se référer à la partie 6 du document, consacrée aux tours, mâts et cheminées⁴.

La localisation du projet sur la carte belge de l'Eurocode 8 est présentée à la figure 3-2.

Figure 3-2 : Localisation du projet en fonction des zones belges définies par l'Eurocode



³ L'accélération horizontale de calcul sur le rocher (Peak Ground Acceleration, PGA) est la mesure de plus forte accélération horizontale observée en un point durant un événement sismique. Contrairement à la magnitude, qui est une mesure unique pour un séisme, la PGA est une donnée qui dépend de l'endroit où la mesure s'effectue. La mesure de la PGA est généralement assez bien corrélée avec l'intensité locale du séisme (sur l'échelle de Mercalli) qui dépend des effets du séisme tels que la population peut les observer et les percevoir (vibrations, dégâts...).

⁴ NF EN 1998-6, Décembre 2005, Eurocode 8 : calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 6 : tours, mâts et cheminées.

3.3.4. Stabilité du sous-sol

Une demande d'information a été faite à la Cellule Sol/ Sous-sol (Service Public de Wallonie, DGO3, Département de l'environnement et de l'eau), afin de savoir si des galeries de mines ou des carrières souterraines sont connues ou suspectées dans la région. Les informations reçues indiquent que la région de projet ne se trouve sur aucun territoire concédé, ni à proximité d'anciens travaux d'exploitation, ni de carrières souterraines, ni de minières de fer. Dès lors, en ce qui concerne les aspects réglementaires liés aux mines concédées et dans les limites des informations actuellement disponibles, la Cellule Sol/Sous-sol émet un avis favorable sans condition. Et en ce qui concerne la problématique des carrières souterraines et des minières de fer, en l'absence de telles exploitations, la Cellule n'émet aucune recommandation particulière.

À notre connaissance, aucun essai de sol n'a été réalisé dans la zone de construction des éoliennes. L'analyse de la stabilité du sous-sol sera dès lors basée sur la nature du sous-sol analysée d'après la carte géologique décrite ci-dessus (voir point 3.3.2) et l'Atlas du Karst wallon.

La carte géologique renseigne quelques phénomènes karstiques dans la région. Des cavités naturelles souterraines (grottes), provoquées par la dissolution des roches carbonatées, sont observées dans les niveaux géologiques suivants : dans le Marbre de Sainte-Anne (formation du Pont de la Folle, à l'ouest de Solre-Saint-Géry ; dans le Marbre de Cousolre (base de la Formation de Philippeville) ; dans le quartier nord-est de Barbençon ; sur la rive droite de la Thure, à Bersillies-l'Abbaye ; et dans la formation des Valisettes, au nord de Solre-Saint-Gery. Des dolines (dépressions circulaires liées à des dissolutions superficielles des roches carbonatées) ont été observées à l'ouest-nord-ouest de Solre-Saint-Gery, et dans la localité de Leugnies. Les formations les plus proches du site du projet se trouvent à une distance de 1170 m.

En conclusion, la zone de projet proprement dite n'est théoriquement pas susceptible d'être affectée par des phénomènes pouvant perturber la stabilité du sous-sol tels que la présence d'exploitations souterraines ou la présence de phénomènes karstiques.

Des essais de sol sont prévus dans la phase préalable à la phase de chantier pour déterminer le type de fondation nécessaire au soutien des éoliennes.

3.4. PEDOLOGIE

3.4.1. Introduction

La classification des sols adoptée en Belgique a pour unité de base la « série » de sol, symbolisée par plusieurs lettres :

la 1^{ère} est une majuscule définissant la texture de la partie supérieure du profil ;
la 2^{ème}, le plus souvent minuscule, définit la classe de drainage ;
la 3^{ème} est une minuscule qui indique le développement de profil ;
pour les sols limono-caillouteux, une 4^{ème} lettre minuscule indique la nature de la charge caillouteuse.

En outre, le symbole de la série peut être précédé d'une lettre minuscule pour indiquer la présence d'un substrat de texture particulière à faible profondeur.

La description détaillée des sols au droit de l'implantation des éoliennes est réalisée sur base de la carte pédologique n° 172 W Grandrieu dont un extrait est présenté à l'annexe 3-5.

3.4.2. Pédologie régionale

Les sols de la région dépendent de la position topographique, la nature du sous-sol et la présence du réseau hydrographique local. Ainsi on distingue les sols des plateaux et des pentes et les sols des vallées et dépressions.

La région est caractérisée par la présence de sols bruns (calcaires ou acides), sols (bruns) lessivés et sols sans développement de profil.

Les sols bruns lessivés sont caractérisés par un horizon d'accumulation d'argile (B textural). Ils se sont développés sous des forêts feuillues. Ils sont particulièrement typiques sur les limons lœssiques. Par ailleurs, le défrichement et la mise en culture du dernier millénaire a profondément modifié leur évolution de profil (mélange des horizons superficiel par le labour, érosion des sols de pentes mis en culture, saturation en bases par l'apport d'engrais et d'amendements) ; ils sont dès lors en régression.

Les sols bruns sont caractérisés par l'absence d'horizon B textural et par la présence d'un horizon B structural (plus brun). Ces profils sont peu fréquents sur les limons lœssiques homogènes et toujours limités à des localisations bien particulières (ruptures de pentes fortement érodées bordant un plateau limoneux). Ils sont très présents sur les sols hétérogènes à charge caillouteuse.

Les sols bruns calcaires sont des sols bruns développés dans des matériaux calcaires. Ils sont hautement saturés en bases et ne présentent aucune migration d'argile. Ils sont localisés sur les soubassements calcaires du centre, du nord-ouest et du sud-ouest. Leur texture varie d'un limon léger à une argile légère avec de nombreux débris calcaires. Ces sols sont foncés. Leur banc calcaire apparaît à faible profondeur.

Les sols bruns acides sont développés sur des matériaux plus acides, schisteux et schistos-psammitiques. Les premiers horizons sont difficilement différenciables. La roche-mère est souvent absente.

Les sols sans développement de profil sont relativement jeunes et ont vu le jour suite à l'apport de matériaux érodés par les eaux de ruissellement et ensuite transportés par un cours d'eau pour être redéposés sous forme d'alluvions. Ils présentent souvent des phénomènes de

gleyifications⁵ ou de réduction. Les sols de plateaux sont très majoritairement constitués de sols limono-caillouteux (G). Les sols de pentes et de vallées sont plus souvent constitués de sols limoneux (A). Le drainage de ces sols est globalement favorable mais peut ci et là l'être un peu moins. Suivant le drainage, ces sols peuvent être non gleyifié (b) ou présenter une gleyification faible à modérée (c-d).

3.4.3. Pédologie locale

Au droit de la zone projet, la succession pédologique est la suivante:

- Des sols majoritairement limono-caillouteux, bruns lessivés à horizon B textural qui diffèrent par leur classe de drainage ; drainage favorable (série GbBp ou GbBfp) sur les crêtes et plateaux, moins idéal (GDBfp ou GhBfp) dans la partie nord du site de projet. Ces sols à drainage moins favorable sont plus souvent sous ou proches des zones boisées.
- Des loupes de sols de types alluvionnaires dans les creux résultant de l'orographie formés sur matériaux limoneux (A), à horizon B structural (a), à drainage favorable sont également identifiées sur le site.

3.4.4. Nature et potentiel agronomique des sols

L'ensemble des éoliennes sont localisées en zone de culture ou de prairie. Leur construction engendrera une perte temporaire de surfaces agricoles de maximum 11 ares par éolienne (principalement occupées par les plates-formes empierrées qui resteront en place pendant toute la durée de l'exploitation).

De manière générale, les sols de la zone étudiée conviennent à la culture (GbB, Aba ou AbB). Tandis que les sols présentant des classes de drainage moins favorables sont probablement plus propices au pâturage. Notons toutefois que les agriculteurs ont recours habituellement au drainage agricole pour limiter le faible drainage et profiter du potentiel de fertilité du sol.

En plus de l'aptitude intrinsèque du sol à la culture, il faut tenir compte également de la situation du terrain pour juger de l'aptitude du sol à l'agriculture. Les pratiques culturales ne sont pas compatibles avec un terrain de pente forte. Dans ce cas, les zones de cultures sont favorisées sur les zones de plateau tandis que les zones de dépression autour des vallons sont occupées par des zones pâturées et des bosquets. C'est le cas des terrains de forte pente recouverts de boisements en bordure du village de Grandrieu.

⁵ Formation dans un sol, de taches grisâtres, bleuâtres ou verdâtres dues à la présence de fer réduit suite à l'existence d'une nappe d'eau stagnante.

3.5. EAUX SOUTERRAINES

3.5.1. Hydrogéologie régionale

En l'absence de carte hydrogéologique couvrant la région, l'analyse de l'hydrogéologie se base sur la description géologique réalisée ci-avant.

Les sources sont fréquentes dans la région. Elles se développent généralement aux contacts de lithologies de perméabilités différentes, comme par exemple entre les schistes (imperméables) et les calcaires ou les grès (perméables). Régulièrement, l'alignement des sources et l'orientation du réseau hydrographique soulignent les structures géologiques. La morphologie du paysage entaillé par des ruisseaux peut étroitement correspondre aux successions de plis anticlinaux et synclinaux.

Plusieurs types d'aquifères sont recensés dans la région :

- dans des formations carbonatées (formation de Philippeville, des Valisettes) susceptibles de contenir des aquifères intéressants en raison de leur capacité d'emmagasinement liée à une bonne perméabilité résultant de la fissuration du calcaire, parfois accentuée par des phénomènes de karstification. Certaines de ces formations carbonatées peuvent être isolées par des niveaux argileux imperméables situés en bordure de celles-ci. Les autres sont sensibles aux pollutions provenant de la surface ;
- dans des zones de dolomitisation (porosité interstitielle) de la formation d'Esneux ;
- dans les formations calcaro-gréseuses (porosité de fracture et porosité d'interstices dans le manteau d'altération), (Formation du Souverain-Pré) ;
- dans la base des limons ou des sables cénozoïques reposant sur l'argile ou les marnes mésozoïques imperméables ou sur les schistes dévonien (nappe de faible importance) ;
- dans les talwegs des vallées de la Thure et de la Hantes formés de galets, graviers et sables (aquifère interstitiel intéressant).

3.5.2. Hydrogéologie locale

L'analyse de l'hydrogéologie locale se base sur les renseignements de la carte géologique et sur l'approche géocentrique réalisée auprès de la Région wallonne.

Selon l'approche géocentrique (détaillée au point 3.5.5), les captages identifiés dans la région sont situés dans une nappe non identifiée (inconnue ou inexistante) et dans les nappes du massif schisto-gréseux du bassin de Dinant (Frasnien, Famennien) et du massif schisto-gréseux de l'Ardenne (Frasnien, Famennien).

Ils sont souvent peu profonds (moins de 10 m de profondeur) voire superficiels (sources à l'émergence) et sont parfois forés plus profond (40 à 80 m).

Les sources présentes au droit du site alimentaient à l'époque une réserve d'eau souterraine, elle-même alimentant une brasserie, ainsi que les habitants du village (eau de distribution) et ce jusqu'à la construction du réseau de distribution de la SWDE. Depuis, cette réserve en eau souterraine est employée par les agriculteurs pour l'alimentation en eau de leur bétail.

3.5.3. Sens d'écoulement de la nappe

Les nappes phréatiques ont des écoulements très lents obéissant aux lois de la gravité. Le sens d'écoulement est régi par la géométrie de la roche réservoir et par celle des pores et fissures et la présence de couches imperméables. Certaines discontinuités telles que des zones faillées peuvent constituer des chemins de circulation privilégiés qui modifient le sens général de l'écoulement. Si plusieurs nappes sont présentes, leurs sens d'écoulement peuvent être différents.

Etant donné la structure synclinale de la formation des roches, les nappes de la formation d'Esneux et de la formation de Philippeville sont des nappes superficielles dont l'écoulement se dirige vers l'ouest, en direction de la Thure.

La nappe située dans la formation de Philippeville s'écoule dans la direction est-ouest également, en direction de la France.

L'éolienne 1 se trouve dès lors à 530 m de son exutoire en surface, la Thure.

3.5.4. Vulnérabilité des eaux souterraines

La vulnérabilité des nappes aquifères vis-à-vis de la pollution est évaluée sur base d'une classification schématique développée en Région flamande⁶, étant donnée l'absence d'une classification équivalente en Région wallonne. Cette classification schématique, illustrée en annexe 3-2, repose sur les critères suivants :

- la conductivité hydraulique de l'aquifère ;
- la résistance hydraulique de la couche protectrice (si une couche protectrice est présente) ;
- l'épaisseur de la couche non-saturée.

Le degré de vulnérabilité varie depuis la notion de nappe « extrêmement vulnérable » correspondant à des situations pour lesquelles les conductivités hydrauliques sont très élevées et la couche protectrice sus-jacente inexistante, à la notion de nappe « peu vulnérable » correspondant à des conductivités faibles et une épaisse couche protectrice.

Nous reprenons en Annexe 3-2 cette classification schématique (établie en Flandres). D'après celle-ci, pour la nappe du bed-rock, vu l'épaisseur des terrains de couverture et leur conductivité hydraulique moyenne, on peut supposer que l'aquifère schisto-gréseux est vulnérable.

Les nappes superficielles présentes dans les limons caillouteux quaternaires et dans les terrains alluvionnaires sont beaucoup plus sensibles à la pollution d'origine agricole ou industrielle. Elles sont hautement vulnérables.

3.5.5. Captages des eaux souterraines

Une recherche géocentrique réalisée auprès du Service Public de Wallonie, DGO3, division des eaux souterraines, a permis de mettre en évidence 64 ouvrages de prise d'eau souterraine en activité, ainsi que 25 ouvrages inactifs, dans un rayon de 5 km autour du centre

⁶ Ministry of the Flemish Community, 1986. Vulnerability map of the groundwater for the Flemish Region.

du site (coordonnées Lambert 72 : X = 135.825, Y = 99.951). Il s'agit de puits plus ou moins profonds, voire de prises d'eau à l'émergence (source, mare, etc.)⁷.

La liste de ces captages fournie par la DGO3 est reprise en annexe 3-3. Parmi ces prises d'eau, nous avons sélectionné celles qui se trouvent dans un rayon de 3 km autour du site éolien. Leur localisation est illustrée à la figure 3-3.

Vingt trois ouvrages actifs et cinq non actifs ont été répertoriés dans un rayon de 3 km autour des éoliennes.

Pour les prises d'eau actives, les usages de l'eau pompée sont répertoriés comme suit :

- indéterminé : 1 ;
- usage élevage : 7 ;
- agriculture-horticulture-arboriculture : 6 ;
- usage domestique et sanitaire : 8 ;
- nettoyage de locaux et/ou de matériaux : 1.

Pour les prises d'eau inactives actuellement, comme suit :

- indéterminé : 3 ;
- usage élevage : 1 ;
- usage domestique et sanitaire : 1.

Deux prises d'eau sont très proches du site, il s'agit de celle de la ferme de la rue Douillet, renseignée au centre du projet, à 515 m au sud de l'éolienne 3, et de celle de la ferme des Quatre Vents, à un peu moins de 600 m au sud de l'éolienne 4. En réalité, la prise d'eau de la ferme de la rue Douillet correspond au réservoir alimenté par l'eau de source émergeant sur le site localisé à approximativement 400 m au sud-ouest de l'éolienne 4. La nappe sollicitée par ces deux captages est inconnue d'après les informations de la Région wallonne mais est en réalité une nappe peu profonde (eau émergente au centre du site). L'eau prélevée dans ces captages est destinée à l'élevage pour la ferme des Quatre Vents, et à un usage agricole (principalement élevage) d'après nos connaissances.

La plupart des autres prises d'eau actives ou non répertoriées ici sollicitent une nappe d'eau inconnue. Quatre captages sont renseignés comme sollicitant la nappe du massif schisto-gréseux du Bassin de Dinant.

Les profondeurs des prises d'eau ne sont pas systématiquement renseignées mais d'après les informations disponibles, plusieurs d'entre elles sont peu profondes, voire de surface.

Aucune prise d'eau destinée à l'usage public n'est recensée dans le rayon de 5 km autour de la zone d'étude, en Région wallonne.

Figure 3-3 : Localisation des prises d'eau autour du site (voir dossier cartographique)

Une recherche réalisée auprès du portail Infoterre⁸, du BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières), a permis d'identifier la présence de deux sources au nord du site,

⁷ Notons que 12 puits appartenant à des propriétaires différents sont renseignés en un même point, Il s'agit de petites prises d'eau exploitées par des particuliers qui sont localisées. Nous avons interrogé la DGO3 par rapport à ces prises d'eau, elle nous explique qu'il s'agit d'une erreur et que celles-ci ne devraient pas figurer à dans la liste des prises d'eau.

⁸ <http://infoterre.brgm.fr/>

sur le sol français. La source la plus proche est la source Aldegonde située à 1770 m au nord de l'éolienne 2.

3.5.6. Zones de prévention

L'Arrêté du Gouvernement wallon du 03/03/2005 relatif au Livre II du Code de l'environnement, contenant le Code de l'eau (M.B. 12/04/2005) fixe un cadre réglementaire pour la protection des ressources en eaux souterraines⁹. Il fixe notamment les zones suivantes :

- zone I : zone de prise d'eau ;
- zone II : zone de prévention (obligatoire pour les nappes libres) ;
- zone IIa : zone de prévention rapprochée (correspondant à la distance équivalent à un temps de transfert d'un polluant de 24h) ;
- zone IIb : zone de prévention éloignée (distance correspondante à un temps de transfert de 50 jours).

Les prises d'eau concernées par la délimitation d'une zone de prévention sont rassemblées dans la catégorie B. Cette catégorie correspond aux usages suivants :

- la distribution publique ;
- la consommation humaine ;
- la fabrication de denrées alimentaires ;
- l'alimentation des installations publiques de piscines, bains, douches ou autres installations similaires.

Lors de la détermination des zones de prévention d'un captage d'eau de catégorie B, un hydrogéologue délimite, via notamment l'utilisation d'un modèle et la réalisation d'essais de traçage, les périmètres de protection fixés par la législation. Leur extension est essentiellement fonction du substrat géologique. En effet, plus les terrains recouvrant la nappe sont susceptibles de filtrer l'eau (argiles), plus les périmètres sont restreints. Dans le cas contraire (calcaires), les zones de prévention peuvent s'étendre sur plusieurs kilomètres. De plus, les périmètres de protection sont plus importants en amont du captage qu'en aval.

Il arrive dans de nombreux cas qu'aucune zone de prévention n'ait été définie officiellement pour certaines prises d'eau de catégorie B. Dans ce cas, il y a lieu de se référer à des zones de prévention par défaut. Il faut alors considérer une zone de prévention éloignée par défaut de 1.035 m autour du puits pour une nappe de fissure et de 135 m autour de la prise d'eau pour des nappes logées dans la porosité.

Dans le cas présent, la recherche géocentrique n'indique aucune prise d'eau de catégorie B dans le rayon d'étude (3km). Aucune zone de prévention n'est dès lors à considérer dans le périmètre du chantier propre au projet éolien de Grandrieu.

⁹ Soulignons que ce récent texte de loi a été réalisé en rassemblant la législation qui existait déjà (le décret du 30 avril 1990, modifié par le décret du 23/12/1993 sur la protection et l'exploitation des eaux souterraines et eaux potabilisables, complété par l'arrêté de l'Exécutif régional wallon du 14/11/1991 et l'arrêté du Gouvernement wallon du 09/03/1992).

3.6. EAUX DE SURFACE

3.6.1. Hydrographie

Le site fait partie du bassin versant de la Meuse, et du sous-bassin hydrographique de la Sambre. La zone de projet est bordée par la Thure à l'ouest et par le ruisseau du Village au sud.

Les cours d'eau mentionnés dans le texte sont identifiés par une lettre mise entre parenthèses. Chacune de ces lettres est indiquée à la figure 3-4 qui représente sur carte l'ensemble du réseau hydrographique. Certains petits cours d'eau n'ont pas de nom mentionné sur la carte IGN mais sont identifiés comme des "fossés" numérotés dans l'Atlas des Cours d'Eau Non Navigables (Service Public de Wallonie, DGO3).

La Thure (pouvant également être écrite Türe ou Tûre selon les sources), est un cours d'eau non navigable de 2^{ème} catégorie qui prend sa source au niveau des Etangs du Mont Rosé situés au nord-ouest de Sivry-Rance, remonte vers le nord, traverse la France sur quelques km, avant de rejoindre la Sambre en Belgique, au niveau de Solre-sur-Sambre.

Le ruisseau du Village est un cours d'eau non navigable de 3^{ème} catégorie d'environ 4 km de long, qui prend sa source à proximité du lieu dit la Plagne, et s'écoule vers l'ouest, et traverse le village de Grandrieu avant de rejoindre la Thure à proximité de la frontière française. Ce cours d'eau passe donc à quelques centaines de mètres au sud du projet. Il compte un certain nombre de petits affluents non classés, ne portant pas de nom.

Le ruisseau de Leugnies (3^{ème} catégorie) naît au sud-ouest du village du même nom. Il s'écoule vers l'est puis vers le nord. Il est alimenté par un certain nombre de petits cours d'eau, non classés, ne portant pas de nom, dont deux prennent leur source à quelques centaines de mètres du projet, derrière le Bois de Bousagnes.

Le cours d'eau prenant sa source en deux points situés au cœur de la zone de projet descend vers le village de Grandrieu et alimente en chemin une réserve d'eau souterraine, un petit plan d'eau situé dans le bas de la rue Douillet, avant la zone boisée et un deuxième étang situé à l'arrière du numéro 1 de la rue Douillet et 4 rue Goëtte. Il passe donc sous la rue Douillet entre ces deux étangs, et rejoint ensuite le ruisseau du Village au centre de Grandrieu.

La catégorie des cours d'eau les plus proches du site est spécifiée au tableau 3-2. Rappelons qu'actuellement, les cours d'eau sont gérés par des administrations différentes suivant leur catégorie:

- les cours d'eau navigables sont gérés par le Ministère de l'Équipement et des Transports ;
- les cours d'eau de première catégorie sont gérés par la Région wallonne – Direction des cours d'eau non navigables ;
- les cours d'eau de deuxième catégorie sont gérés par la Province ;
- les cours d'eau de troisième catégorie sont gérés par la Commune.

Signalons qu'à l'avenir, les cours d'eau de deuxième catégorie ne seront plus gérés par la Province mais probablement par la Direction des cours d'eau non navigables de la Région wallonne.

La directive 2000/60/CE (appelée communément Directive Cadre Eau) du Parlement européen et du Conseil du 23/10/2000 établit, quant à elle, un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau (JO n°L327, 22/12/2000). Sur base d'un état des lieux des masses d'eau des objectifs environnementaux sont fixés pour celles-ci dans le but d'atteindre *un bon état écologique* des masses d'eau pour 2015. La troisième colonne du tableau ci-dessous reprend les types des masses d'eau au sens de la directive cadre Eau. Elles sont toutes classées en *rivières naturelles*. La typologie des masses d'eau au regard de la directive cadre de l'Eau est reprise dans le tableau 3-2.

Figure 3-4 : Réseau hydrographique (voir dossier cartographique)

Tableau 3-2 : Statut des cours d'eau des environs

Ruisseau	Catégorie en Région Wallonne	Type des masses d'eau au sens de la directive cadre Eau
La Thure (Tûre ou Türe)	2	Naturelle : Ruisseau limoneux à pente moyenne
Le ruisseau du Village	3	
Petits ruisseaux non classés et ne portant pas de nom	NC	
Le ruisseau de Leugnies	3	

NC : Non classé dans l'Atlas des cours d'eaux non navigables.

Le tableau suivant présente les cours français identifiés à proximité de la zone d'étude et leur typologie au regard de la directive cadre Eau.

Tableau 3-3 : Cours d'eau français présent à proximité de la zone

Ruisseau	Type des masses d'eau au sens de la directive cadre Eau
La Thure	Naturelle : Ruisseau limoneux à pente moyenne
Le Rieu de Grand Champ	
Sans nom	

3.6.2. Qualité des eaux de surface

La technique utilisée pour l'évaluation de la qualité biologique des cours d'eau se base sur l'analyse des communautés des macro-invertébrés benthiques.

Les qualités physico-chimiques et chimiques des cours d'eau sont basées sur la comparaison des concentrations mesurées de paramètres caractéristiques à des valeurs normatives. La qualité est jugée selon trois ordres : mauvais, bon état et bon état possible.

Selon les données disponibles auprès de la DGO3 caractérisant les différentes masses d'eau présentes sur le territoire wallon à la hauteur du projet éolien, la Thure et ses affluents (SA02R) sont soumis à une pression forte concernant l'azote, moyenne concernant le phosphore, la DCO¹⁰ et les matières en suspension et très faible concernant les métaux. Ces différentes pollutions sont d'origine diffuse, liées principalement à l'activité agricole.

Tableau 3-4 : Etat de la masse d'eau SA02R (La Thure)¹¹

Paramètre	Etat	Normes non-respectée
Biologique	Bon état possible	-
Physico-chimique	Bon Etat	NO ₃ ⁻
Chimique	Bon état possible	HAP ¹²

Selon la DGO3, il n'y a pas de risque, pour les paramètres considérés (chimique, écologique et global), de ne pas atteindre le bon état en 2015 comme imposé par la directive Cadre sur l'eau.

¹⁰ Demande chimique en oxygène

¹¹ Source : http://environnement.wallonie.be/directive_eau/masses/

¹² Hydrocarbures aromatiques polycycliques

3.7. QUALITE ENVIRONNEMENTALE DU SOL, DU SOUS-SOL ET DES EAUX SOUTERRAINES

Dans le cadre de la présente étude, aucune investigation concernant la qualité du sol, du sous-sol ou des eaux souterraines n'a été menée. D'après les informations consultées, aucune donnée n'existe à ce sujet sur le site concerné par le projet.

Aucune activité à risque ou établissement potentiellement polluant ne se trouve au droit du site.

3.8. ANALYSE DES INCIDENCES

3.8.1. Impacts de la phase chantier

3.8.1.1. Erosion, stabilité et ruissellement

La nature du manteau quaternaire est limoneuse à limono-caillouteuse. Au droit de chaque éolienne, les résultats d'une étude géotechnique préalable seront soumis au constructeur qui déterminera les dimensions des fondations nécessaires au soutien des éoliennes en fonction de la résistance du sol observée. Rappelons qu'aucun risque karstique n'a été mis en évidence.

La Cellule Sol/ Géologie de la Région wallonne confirme que le site ne se trouve ni au droit ni à proximité d'une mine concédée, d'une carrière souterraine, d'une minière de fer. Elle n'émet dès lors aucune objection ni aucune recommandations vis-à-vis du projet.

En ce qui concerne le **tassement et l'érosion** dans les zones aménagées pour le chantier (zones de montage des éoliennes), un empierrement sera mis en place sur un géotextile, afin de permettre l'accès aux engins de chantier en réduisant au maximum le phénomène. Pour chaque éolienne, une zone de 11 ares environ sera utilisée. La remise en état de cette zone empierrée sera réalisée à la fin de la période d'exploitation lors du démantèlement final. Le géotextile facilitera l'opération d'enlèvement de l'empierrement et assurera l'absence de pierres dans le terrain naturel par la suite. Grâce aux empierrements, aucune érosion de la zone de travail n'est à craindre et la compaction du sol limitée.

Toutefois, hors de ces zones empierrées, un passage de véhicule ou le dépôt même temporaire d'éléments de construction est possible. Dans ce cas, le phénomène de tassement est possible, dans des parcelles agricoles dont la végétation n'est parfois pas très couvrante. Le tassement aurait pour conséquence une diminution de l'aptitude à la culture et une sensibilisation au phénomène d'érosion.

Les parcelles destinées aux aires de montage sont implantées sur terrain pentu.

Dans la pratique, la grue est susceptible de circuler entre les éoliennes de sorte à éviter le démontage/montage de celle-ci avant et après déplacement à la condition d'un avis favorable du propriétaire du terrain traversé. Un tassement important du sol est à prévoir dans ce cas, ce qui pourrait diminuer l'aptitude du terrain à la culture. Il est fréquent alors qu'une machine (type herse) passe sur la surface impactée de sorte à décompacter le sol sur une profondeur de 0.4 m (soit la profondeur de labour).

En ce qui concerne les **perturbations du régime hydrique du sol**, les zones bétonnées (fondations des éoliennes) constitueront une surface imperméable pour les eaux météoriques tandis qu'au niveau des zones de montage empierrées, les infiltrations seront toujours possibles au niveau du géotextile perméable.

Le tassement occasionné par le passage des engins aura des conséquences sur le régime hydrique des sols avec une accentuation du phénomène de ruissellement de surface.

En cas de pluies abondantes, des coulées pourraient être observées au droit des zones tassées de chantier et en aval de ces zones. Un endommagement des systèmes de drainage

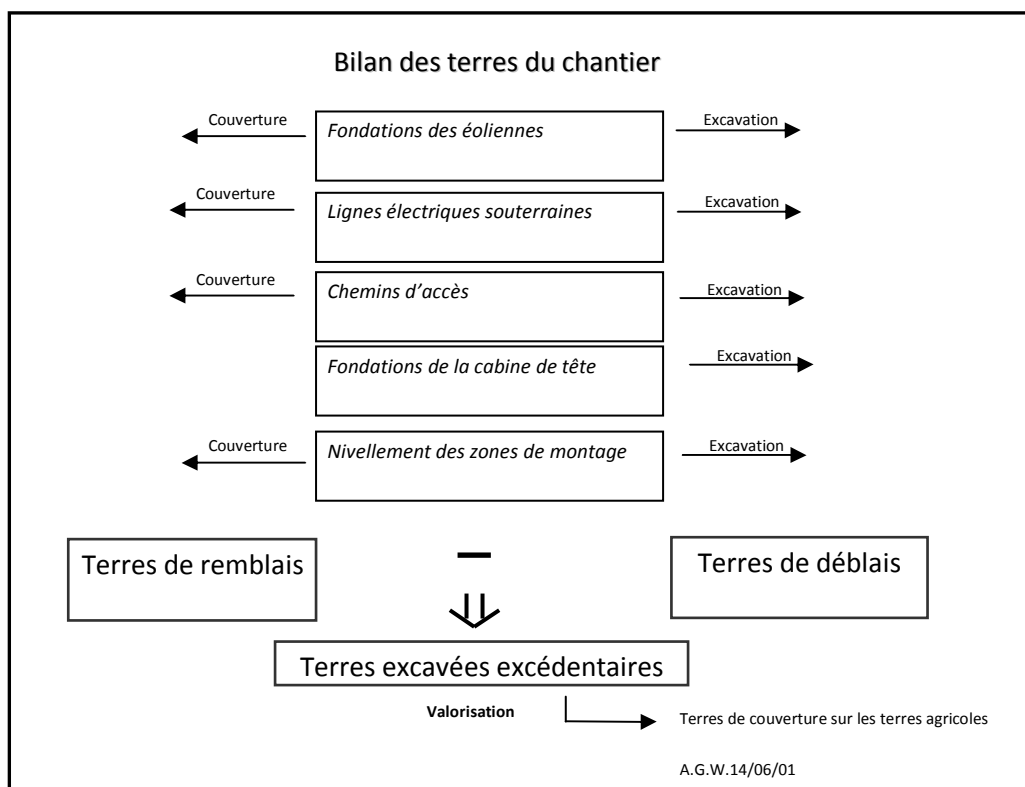
agricole lors du chantier est possible, si les plateformes de montage sont situées sur le tracé des drains. Dans ce cas, le risque de coulées et de formation de boue sera accru.

Le stationnement des véhicules de chantier ou le dépôt même temporaire des éléments de construction pourra se faire, si nécessaire sur les aires de montage ou sur les chemins d'accès empierrés. Aucun parking supplémentaire ne devra dès lors être aménagé dans la zone de chantier.

3.8.1.2. Terres excavées excédentaires

3.8.1.2.1. Principe

La quantité de terres de déblais générée par le chantier est présentée ci-dessous sur base de leur origine : la mise en place des fondations, les lignes électriques souterraines, les chemins d'accès et les fondations de la cabine de tête. Le nivellement des aires de montage nécessitera quant à lui un apport net de terres. Le solde des terres de déblais et des terres de remblais représentera la quantité de terres excédentaires à revaloriser hors du chantier. Le schéma ci-dessous représente le calcul du bilan de terres du chantier tel que présenté dans le texte ci-après.



3.8.1.2.2. Quantité de terres de déblais

a) Fondations des éoliennes

Les travaux de la phase de chantier nécessiteront l'excavation de terres. La quantité de terres à excaver pour l'installation des fondations est calculée sur base des recommandations du constructeur sur les caractéristiques minimales des fondations. Selon les informations dont nous disposons, la profondeur des fondations sera de 3 m, pour une surface de 254 m² (forme circulaire de diamètre égal à 18 m) par éolienne.

Le volume foisonné¹³ des terres de déblais est donc estimé à 990 m³ par éolienne, pour autant que des fondations profondes (style pieux ou colonnes ballastées) ne soient nécessaires. Dans le cas présent, aucune fondation supplémentaire n'est envisagée, sous réserve de confirmation par des essais géotechniques supplémentaires au droit de chacune des éoliennes. Les volumes foisonnés de terres de déblais résultant de l'excavation et de la couverture des fondations sont repris dans le Tableau 3-7 ci-dessous. Le foisonnement permet de tenir compte de l'expansion de volume du sol lorsqu'il est libre des contraintes physiques dans le sol.

Tableau 3-5 : Détails des volumes foisonnés des terres de déblais des fondations des 4 éoliennes

	Par éolienne	Pour le parc
Volume de terres excavées (m ³)	990	3960
Volume de terres de couverture (m ³)	457,5	1830
Total du volume de terres de déblais (m ³)	532,5	2140

b) Nivellement des aires de montage

Etant donné la pente naturelle du terrain au droit des aires de montage supérieure à 2%, un nivellement sera nécessaire pour répondre aux prescriptions techniques du constructeur. Le tableau ci-dessous reprend le total du volume des terres de déblais et remblais nécessaires au nivellement des aires de montage.

Tableau 3-6 : Volume total des terres de déblais et remblais nécessaires au nivellement des aires de montage

	Eolienne 1	Eolienne 2	Eolienne 3	Eolienne 4
Volume de terres excavées (m ³)	142	44	861	194
Volume de terres de remblais (m ³)	271	154,7		
Volume de terres total mobilisé (m ³)	Remblai : 129	Remblai : 111	Déblai : 861	Déblai : 194

En faisant la différence entre les terres excavées et terres de remblais, on peut s'attendre à un volume de terres à excaver net de 815 m³ pour la remise à niveau des 4 aires de montage.

c) Câbles souterrains entre les éoliennes et la cabine de tête

Des tranchées vont être creusées pour l'installation des câbles souterrains reliant les éoliennes à la cabine de tête. Celles-ci seront creusées à une profondeur estimée de 1,2 m et auront une largeur de 0,3 m. La section habituelle de ce type de tranchée est de maximum 0,36 m². La longueur totale de câbles posés par KDE Energy entre les éoliennes et la cabine de tête dans le cadre du projet éolien de Grandrieu s'élève à 3.569 m. Ces tracés sont détaillés au chapitre 8 de l'étude d'incidences.

¹³ Le foisonnement est le phénomène d'expansion du sol après son excavation. Le coefficient de foisonnement ici utilisé est celui d'un sol limoneux altéré soit 30%.

Deux tiers du volume de la tranchée seront comblés avec les terres excavées. On estime donc le volume net de terres de déblai issues des tranchées des câbles souterrains revalorisés par KDE Energy à 556 m³. Le tableau ci-dessous reprend le calcul du volume de terres de déblai pour la pose des câbles souterrains entre les éoliennes et la cabine de tête

Tableau 3-7 : Volume de terres de déblais pour la pose de câbles souterrains entre les éoliennes et la cabine de tête

Volume de terres excavées (m ³)	1670
Volume de terres de remblais (m ³)	1113
Volume de terres de déblais (m ³)	556

d) Câbles souterrains entre la cabine de tête et le poste d'injection

Le mouvement des terres lié au câblage souterrain entre la cabine de tête et le poste d'injection est présenté à titre indicatif. Contrairement aux autres terres, le volume de terres de déblais relatif à cette partie de chantier et leur revalorisation n'est pas à la charge de KDE Energy mais du gestionnaire de réseau de distribution AIESH.

Les dimensions des tranchées pour l'installation du câblage souterrain reliant la cabine de tête au poste d'injection seront identiques à celles présentées ci-dessus. La longueur totale du tracé au poste d'injection est de 8.325 m (tracé présenté dans le chapitre infrastructure au point 8.2.3.2 de l'étude d'incidences environnementale). Le tableau ci-dessous reprend le calcul du volume de terres de déblai pour la pose des câbles souterrains entre les éoliennes et la cabine de tête. Le volume net de terres de déblais à la charge d'AIESH dans le cadre des tranchées des câbles souterrains entre la cabine de tête et le poste d'injection est de 1.300 m³.

Le tableau ci-dessous reprend le calcul du volume de terres de déblais pour la pose des câbles souterrains entre la cabine de tête et le poste d'injection.

Tableau 3-8 : Volume de terres de déblais pour la pose des câbles souterrains entre la cabine de tête et le poste d'injection

Volume de terres excavées (m ³)	3900
Volume de terres de remblais (m ³)	2600
Volume de terres de déblais (m ³)	1300

e) Chemins d'accès à créer et à aménager

La création des chemins d'accès et l'aménagement des chemins d'accès existants nécessiteront un décapage superficiel du terrain ainsi qu'un nivellement pour laisser place à un empierrement de 40 cm d'épaisseur sur géotextile sur une largeur de 4,5 m.

La longueur totale des chemins d'accès susceptibles d'être réaménagés ainsi que les chemins d'accès à créer sont décrits en détail au chapitre infrastructures. Dans le calcul du bilan des terres, nous tenons compte de la longueur totale des chemins d'accès à créer et de la longueur totale des chemins d'accès à réaménager. Il est évident que toute la surface des chemins d'accès ne devra pas être décapée sur la profondeur constante de 0,3 m pour les besoins du chantier, nous présentons dès lors ici le cas le plus défavorable.

La longueur totale de chemin à créer ou à réaménager au cours du chantier éolien de Sivry-Rance / Grandrieu s'élève à 2785 m.

Tableau 3-9 : Total du volume des terres à excaver pour la création et l'aménagement des chemins d'accès

Volume de terres de déblais (m ³)	4890
---	------

f) Cabine de tête

Les fondations à réaliser pour la cabine de tête (au sud de l'éolienne 2) auront une profondeur d'environ 0,8 m pour une surface de 11 m², ce qui représente une excavation de 11 m³ foisonné. Notons que le développeur de projet prévoit le placement du transformateur de chaque éolienne dans le mât de celle-ci, il n'y aura donc aucune cabine de transformateur au pied des éoliennes.

g) Quantité totale des terres de déblais

La quantité totale des terres de déblais est présentée dans le tableau ci-dessous. Nous ne reprenons pas ici la quantité des terres de déblais à la charge d'AIESH dans le cadre de la pose des câbles électriques entre la cabine de tête et le poste d'injection.

Tableau 3-10 : Quantité de terres de déblais à la charge de KDE Energy selon leur origine

	Volume net foisonné (m ³)
Fondations	2140
Aires de montage	815
Câbles électriques entre les éoliennes et la cabine de tête	556
Chemins d'accès	4890
Cabine de tête	11
Total	8412

3.8.1.2.3. Bilan des terres excavées excédentaires à revaloriser lors du chantier du parc éolien

La quantité de terres excavées excédentaires à revaloriser dans le cadre de la demande de permis sera d'environ 8.400 m³ à la charge de KDE Energy et 1.300 m³ à la charge d'AIESH.

Ces terres pourront être revalorisées de préférence localement via un étalement sur les parcelles agricoles sur une hauteur maximale de 10 à 20 cm. Cette valorisation sera conforme à l'A.G.W. du 14/06/01 favorisant la valorisation de certains déchets.

3.8.1.3. Rabattement de la nappe d'eaux souterraines

Vu la localisation du site et le type de sol et sous-sol attendu, il n'est pas prévu de rencontrer des nappes d'importance régionale dans les profondeurs concernées par les excavations prévues lors du chantier. Il n'est cependant pas exclu de rencontrer localement une nappe perchée dans les limons sur un niveau un peu plus argileux ou sur la semelle de labour.

Un pompage temporaire en fond de fouille de faible débit pourrait donc s'avérer nécessaire lors des travaux de fondation. Vu le faible débit et le caractère temporaire de ces éventuels pompages, aucun problème de baisse d'alimentation des prises d'eaux localisées dans les environs du site n'est à envisager.

3.8.1.4. Sources potentielles de contamination du sol et des eaux souterraines

3.8.1.4.1. Introduction

En phase de chantier, les risques de pollution du sol et des eaux sont plus élevés qu'en phase d'exploitation, étant donné la présence des engins nécessaires à la construction des éoliennes ainsi que l'utilisation de lubrifiants et la possibilité d'effectuer des retouches de peintures (fixation des vis d'ancrage, protection contre la corrosion,...).

Les quantités de liquides potentiellement polluants présents sur le site sont actuellement inconnues mais seront faibles. Les précautions nécessaires devront toutefois être prises pour éviter tout écoulement accidentel lors de leur utilisation et/ou manipulation. Une attention particulière sera portée aux hydrocarbures.

Si, en fonction des résultats des essais de sol qui seront menées, des fondations profondes de type pieux devaient être réalisées, une attention particulière devra y être portée car ils constituent des voies préférentielles d'infiltration et d'écoulement des liquides dans le sol, vers la nappe superficielle des terrains quaternaires ou vers l'aquifère des grès et schistes du primaire suivant la profondeur de ces fondations. Le risque d'infiltration serait d'autant plus grand qu'aucune couche lithologique imperméable n'est recensée au niveau de la géologie locale décrite au point 3.3.2.

Les sources potentielles de contamination sont reprises ci-après.

3.8.1.4.2. Engins de chantier

Les engins circulant sur le chantier (camions, grues, ...) et nécessaires au bon déroulement du chantier contiennent certaines quantités de carburant (diesel), d'huiles diverses (hydraulique et autres) et de graisses. Sur ces engins, des fuites ou incidents peuvent survenir, ayant pour conséquence l'écoulement et l'infiltration des liquides polluants sur et dans le sol.

Le matériel utilisé devra répondre aux normes en vigueur et les entreprises impliquées seront toutes agréées pour le travail à effectuer.

3.8.1.4.3. Dépôts d'hydrocarbures et de liquides dangereux

A l'heure actuelle, la présence, les quantités et la localisation éventuelle de dépôts d'hydrocarbures et de liquides dangereux sont inconnues. Voici ci-dessous une liste non exhaustive des produits dangereux et potentiellement polluants pouvant se trouver sur le chantier :

- lubrifiants pour les éléments mécaniques des engins de chantier ;
- carburant (réserve aérienne) pour les engins de chantier ;
- peintures pour la finition du revêtement de surface ;
- huiles de décoffrage ;
- colles époxydiques pour la fixation des éléments du mât lorsqu'il est en béton ;
- adjuvant pour béton.

Il faudra veiller à ce que ces produits soient stockés sur des surfaces étanches avec récupération des écoulements éventuels. S'ils sont placés dans un encuvement, le matériau utilisé pour l'encuvement devra être résistant au produit stocké. Si une citerne aérienne de carburant est nécessaire, elle devra respecter la législation en vigueur, tout comme le dispositif y relatif.

Une attention toute particulière sera portée pour le réservoir de carburant alimentant les engins de chantier, que ce soit une cuve ou un camion citerne. En effet, il faudra utiliser une citerne aérienne dont le point de remplissage et le pistolet de ravitaillement sont localisés dans un encuvement. La piste sur laquelle l'engin à ravitailler stationnera devra également être étanche et permettre de récupérer les éventuels écoulements.

Si des produits inflammables et toxiques devaient être stockés, ils devraient l'être dans un local spécifiquement prévu à cet effet, constituant lui-même un encuvement étanche.

Les déchets dangereux éventuellement générés par le chantier devront être stockés à l'abri de la pluie et dans des conteneurs sur un sol étanche.

Il faudra veiller à ce que les hydrocarbures et autres produits soient stockés sur des surfaces étanches avec récupération des écoulements éventuels. S'ils sont placés dans un encuvement, le matériau utilisé pour l'encuvement devra être résistant au produit stocké.

Nous recommandons que, les liquides dangereux pour l'environnement (par exemple des huiles de décoffrage) soient remplacés par des produits équivalents plus respectueux de l'environnement (contenant moins de solvants, biodégradables, ...) afin de diminuer les incidences lors d'un écoulement accidentel.

Vu le caractère vulnérable de la nappe profonde présente au droit du site, nous insistons tout particulièrement sur le fait que les mesures de précaution citées ci-dessus soient effectivement d'application et qu'un contrôle de celle-ci soit effectué avant et pendant la réalisation des travaux.

3.8.1.4.4. Circuit des effluents liquides

En principe, les sanitaires seront de type « WC chimique ». Aucun réfectoire ne sera installé.

Seules les eaux éventuellement pompées lors des fondations constitueront un effluent liquide. Elles pourraient être rejetées directement sur le sol, ou de préférence dans un fossé. En cas de contamination (notamment par des hydrocarbures), elles devront être stockées et évacuées par un opérateur agréé. Vu la profondeur des excavations, on peut s'attendre à rencontrer des nappes perchées dans les limons quaternaires, présentant une faible perméabilité, donc les volumes d'eau à évacuer resteraient limités.

3.8.1.5. Incidences sur les eaux de surface

Vu la proximité des éoliennes avec les deux sources alimentant un départ de ruisseau intermittent présent sur le site, toutes les précautions s'imposent en ce qui concerne la manipulation d'huiles et de carburants, tant au niveau de la phase de chantier qu'au niveau de la phase d'exploitation, de manière à éviter l'atteinte des cours d'eau cités par toute pollution de surface pouvant être transportée par ruissellement superficiel.

De manière à éviter toute incidence du passage du charroi sur le réseau hydrographique, des mesures spécifiques seront mises en place (surélévation du chemin d'accès et mise en place d'une canalisation si celle-ci est inexistante). De même, pour éviter tout contact entre les câbles électriques et les cours d'eau, les câbles seront enfouis à environ 80 cm sous le lit de ceux-ci et seront gainés par un tubage spécifique.

L'implantation des éoliennes pourrait également perturber les systèmes de drainage mis en place par les agriculteurs sur les parcelles concernées. La localisation exacte du réseau de drainage n'est parfois pas complètement connue, mais les agriculteurs possèdent à cet égard des informations. Les zones d'excavations destinées aux fondations des éoliennes, des chemins d'accès, de la cabine de tête et des câbles souterrains sont concernés. Il apparaît ainsi important de prendre contact avec les exploitants ou propriétaires des parcelles concernées pour s'informer de la localisation des systèmes de drainage et de prendre des dispositions pour éviter la destruction de ces installations.

3.8.2. Impacts de la phase d'exploitation du parc éolien

3.8.2.1. Incidences sur le sol

Mis à part une modification locale de la structure du sol (compaction), aucune incidence notable ne devrait apparaître sur le sol, pour autant que les engins nécessaires aux entretiens ne circulent pas en dehors des zones aménagées à cet effet. Si cela devait se produire, des tôles ou treillis en acier devraient être utilisés, excepté pour les engins adaptés pour circuler sur des terres agricoles.

L'occupation du sol sera modifiée au niveau des différents points d'installation des éoliennes. En effet, l'aménagement du site prévoit l'excavation de la terre de couverture et la réalisation de fondations d'une superficie d'environ 254 m² par éolienne. Il faut cependant préciser que les empierrements qui seront réalisés au niveau des zones de montage (260 m² par éolienne) et la majeure partie des voies d'accès (au minimum 0,4 m de profondeur * longueur * 4,5 m de large) seront laissés sur le site pendant toute la durée de l'exploitation, de manière à permettre à tout moment l'accès aux engins destinés à l'entretien. Il peut arriver que certaines

opérations de maintenance (par exemple le remplacement d'un générateur ou d'une pale) nécessitent l'utilisation d'une grue.

Une modification locale du relief est prévue au droit de chaque éolienne par un nivellement des aires de montage pour ne pas dépasser une pente de 1% sur la longueur de la zone de montage. Les autres parcelles concernées conservent le profil général de leur topographie actuelle.

3.8.2.2. Risques de pollution du sol, sous-sol et eaux souterraines

3.8.2.2.1. Introduction

D'après la classification schématique développée en Région flamande sur la vulnérabilité des nappes d'eau souterraines, la nappe profonde présente dans l'aquifère schisto-gréseux présente une vulnérabilité moyenne. Cette information semble corroborée par l'analyse réalisée par la SPW et émise en juin 2010 ('Etat des lieux de la masse d'eau souterraine RWM022) qui indique une vulnérabilité faible à moyenne pour la nappe RWM022. Nous rappelons par ailleurs qu'il n'existe aucune zone de protection de captage, arrêtée ou forfaitaire, dans les environs du projet.

Nous répertorions ci-dessous les installations qui, d'une manière ou d'une autre, peuvent présenter un risque de pollution du sous-sol et des eaux souterraines et examinons pour chacune d'entre elles, les mesures prises pour assurer la protection des eaux souterraines.

3.8.2.2.2. Sources de pollution

a) Dépôts d'hydrocarbures et de liquides dangereux

Aucune citerne enterrée ne sera présente sur le site et il n'y aura aucun stockage d'hydrocarbures ou de liquide dangereux.

Etant donné qu'un des modèles d'éolienne choisi dans le cas présent comportera une boîte de vitesse (Enercon) la quantité d'huile présente en phase d'exploitation est essentiellement celle contenue dans cette boîte de vitesse, dont la quantité peut être estimée à 200 l. Les autres installations de l'éolienne pouvant contenir de l'huile sont la lubrification de l'axe du rotor et d'huile hydraulique. De plus petites quantités d'huile sont utilisées pour lubrifier les différentes pièces mobiles.

Une quantité supplémentaire d'huile sera présente à l'intérieur du transformateur logé à l'intérieur du mât ou de la nacelle, selon le modèle d'éolienne choisi. Les transformateurs devront être placés dans des encuvements permettant de retenir la totalité de l'huile y contenue.

Un contrôle des huiles avec vidange éventuelle sera réalisé tous les 6 mois. Des encuvements et récupérateurs de fuites éventuelles sont prévus à différents niveaux de l'éolienne. Ainsi, à l'intérieur de la nacelle, l'huile provenant de fuites éventuelles est directement récupérée dans un bac de rétention dont la capacité est supérieure au volume d'huiles présentes.

Le risque d'incident le plus élevé impliquant des huiles sera présent lors des opérations d'entretien des éoliennes et de vidange des huiles. Ces travaux doivent donc être réalisés avec le plus grand soin et suivant une procédure bien établie.

b) Circuit des effluents liquides

Aucun circuit d'effluent ne sera présent. L'eau ruisselant sur les éoliennes arrive, in fine, sur le sol. Un système de collecte des eaux de ruissellement est intégré au pied de l'éolienne dans un empièchement. Ce collecteur est relié au système d'égouttage ou au réseau de drainage des parcelles agricoles.

Les installations présentes à l'intérieur de la nacelle et contenant un liquide polluant (lubrifiant,...) sont toutes placées dans des encuvements.

Seul un dysfonctionnement ou un accident pourrait engendrer une pollution du sol par ruissellement de polluant ou d'eau de pluie contaminée sur la surface externe de l'éolienne.

Nous recommandons donc de bien suivre le calendrier des opérations de maintenance et de surveiller les paramètres fournis par le système de surveillance à distance. En cas de problème, une réaction rapide devra être mise en œuvre.

c) Transformateurs

Les transformateurs présents sur le site sont au nombre de 4 (un par éolienne). Ils seront placés dans le mât tubulaire ou dans la nacelle. Ils pourraient être soit de type «sec », soit contenir de l'huile siliconée, en fonction du constructeur sélectionné.

S'ils contiennent de l'huile, les transformateurs devront être placés dans des encuvements permettant de retenir la totalité de l'huile contenue. Le transformateur est placé dans le mât tubulaire : la base de celui-ci fait office d'encuvement de rétention.

Les transformateurs de type « sec » ne présentent pas de risque de fuite d'huile pouvant polluer l'environnement. Les transformateurs à huile ont cependant plusieurs avantages par rapport aux transformateurs secs :

- ils ont un rendement légèrement supérieur ;
- le monitoring de leur fonctionnement est plus facile (on peut donc détecter plus rapidement un problème éventuel) ;
- ils sont moins sensibles aux variations rapides de la charge électrique, aux surcharges et aux surtensions : ils sont donc plus sûrs ;
- ils sont plus compacts (et peuvent donc être placés plus facilement à l'intérieur du mât de l'éolienne) ;
- ils sont moins sensibles aux contraintes mécaniques.

Le choix entre les transformateurs de type « sec » et les transformateurs à huile siliconée est donc complexe, et de nombreux paramètres sont à prendre en compte. Ce choix est directement lié au choix du modèle car le type de transformateur est déterminé par le constructeur d'un modèle donné.

d) Autres stockages

Aucun autre type de stockage ne sera présent sur le site.

e) Incidences sur le sous-sol et les eaux souterraines

Le projet en phase d'exploitation ne prévoit aucun rejet liquide (le refroidissement du générateur se fait en circuit fermé). Cependant certains liquides seront présents sur le site. Il s'agit des :

- huiles des boîtes de vitesse éventuelles des éoliennes (dans la nacelle);
- huiles des divers circuits hydrauliques;
- huiles lubrifiant diverses pièces mobiles;
- le cas échéant, huiles des transformateurs de chaque éolienne.

En cas de fuites d'huile dans un des circuits hydrauliques ou dans la boîte de vitesse, la conception de l'installation permet de contenir les fuites (encuvement au niveau de la nacelle), donc les risques de pollution sont très faibles.

3.8.2.3. Incidences sur les eaux de surface

Le projet ne prévoit pas la réalisation d'une surface imperméable équipée d'un réseau d'égouttage. Les sols autour des éoliennes vont conserver une capacité d'infiltration équivalente à la situation actuelle hormis au droit des dalles de fondation. La plate-forme de travail empierrée gardera une perméabilité suffisante pour ne pas causer de problèmes de ruissellement. L'alimentation de la nappe, le régime d'écoulement des sources et les captages des environs ne seront pas modifiés.

Les eaux pluviales, après avoir ruisselé sur les parties externes des installations, rejoindront le système d'égouttage ou de drainage le plus proche. En cas de dysfonctionnement, ces eaux de ruissellement ne présenteront aucun risque pour l'environnement (ne contenant pas de polluants provenant des installations).

Rappelons la proximité de deux petites sources alimentant une réserve d'eau souterraine et des étangs de pêche privés en contre bas du projet. Considérant cela, toutes les précautions s'imposent en ce qui concerne la manipulation d'huile et de carburant à ce niveau, tant durant la phase de chantier qu'au niveau de la phase d'exploitation.

3.8.2.4. Gestion rationnelle des ressources naturelles du sol et du sous-sol

L'exploitation du parc éolien ne consommera pas de combustible en phase d'exploitation.

L'économie de combustible utilisé, par rapport à une production identique d'électricité dans les différents types de centrales utilisant du combustible fossile ou nucléaire en Wallonie est présentée au Tableau 3-11. Le calcul est basé sur les données de production d'électricité et de consommation de combustibles en Wallonie en 2009, d'après le rapport de l'ICEDD¹⁴ converties en consommation primaire grâce au rendement global de conversion de chaque filière.

¹⁴ Bilan énergétique de la Région wallonne en 2009, partie 1, transformation, production électrique et cogénération.

Tableau 3-11 : Consommation évitée de combustibles fossiles et nucléaires

Consommation de combustible fossile (GWh) pour la production électrique belge				Consommation de combustible évitée	
Combustible	GWh primaire	Rendements	Gwhe	Gwhe équivalents à 19,23 GWh éoliens produits	GWh primaire
Nucléaire	71157	34%	24122	14	41
TGV	11113	51%	5657	3	6
Centrale classiques	3850	34%	1305	1	2
Autres thermiques	2053	16%	331	0	1
Cogénération	9551	19%	1853	1	6

En considérant que l'énergie produite par le futur parc éolien se substituera à des modes de production électrique basés sur les combustibles fossiles ou nucléaires, à la mesure de leur contribution respective à la production électrique wallonne, on peut considérer que le parc éolien de Grandrieu permettra d'économiser 56 GWh primaires des différents combustibles fossiles et nucléaires.

Il serait bien entendu possible d'étudier quantité d'autres scénarios, si on considère que la contribution du futur parc de Grandrieu va se substituer préférentiellement à tel ou tel type de combustible fossile / nucléaire. Mais cette analyse détaillée sort du cadre de cette étude.

3.8.2.5. Production de déchets

Mis à part les huiles et chiffons souillés d'huiles issus des opérations d'entretien des éoliennes et leur élimination selon les filières agréées adéquates, l'exploitation du parc éolien ne produira pas de déchet. Si on considère l'ensemble du cycle de vie des machines, des déchets supplémentaires résultant du démantèlement seront générés (béton, acier, matériaux synthétiques, composants électriques...). La majeure partie (plus de 90%) de ces déchets pourra être recyclée.

Le tableau ci-après présente la production évitée de déchets par rapport à une production identique d'électricité par les moyens de production classiques. La comparaison est réalisée pour l'ensemble des moyens de production électrique du parc Electrabel en Belgique (thermique, nucléaire et renouvelable), en l'absence, à notre connaissance, d'une synthèse de ce type de données pour l'ensemble du parc belge ou wallon. En tant qu'opérateur historique, Electrabel possède une bonne partie du parc thermique belge et la totalité du parc nucléaire. Ses performances environnementales sont donc un bon point de référence. Nous nous basons sur une publication de données 2007.

Tableau 3-12 : Production de déchets évitée

<i>Type de déchet</i>	Quantité produite en 2007 par le parc Electrabel en Belgique		
	<i>Production</i>	<i>Production spécifique (/GWh)</i>	<i>Economie annuelle pour parc de Grandrieu</i>
Cendres volantes ¹⁵ (tonnes)	302000	4,2	80,77
Déchets radioactifs (m ³)	272	0,0038	0,07

3.8.2.6. Impact sur le prélèvement d'eaux de surface et d'eaux souterraines

L'exploitation du parc éolien n'entraînera pas de consommation d'eau souterraine ni d'eau de surface. Les modes de production électriques classiques (centrales thermiques et centrales nucléaires) utilisent par contre de grandes quantités d'eau, principalement pour leurs systèmes de refroidissement. Ces eaux sont en partie évaporées et en partie rejetées à plus haute température dans le réseau hydrographique.

L'eau utilisée pour le refroidissement dans les centrales électriques wallonnes provient en grande majorité de prélèvements dans les eaux de surface. Des prélèvements dans les eaux souterraines existent également mais représentent une proportion très faible de l'ensemble (moins de 0,1%).

De nombreux types de systèmes de refroidissement existent, et les consommations en eaux peuvent être très variables. La proportion d'eau rejetée et d'eau évaporée est également très variable. Nous nous sommes basés ici sur des valeurs moyennes de consommations spécifiques établies en 2000 pour les centrales SPE et Electrabel, ne disposant pas de données plus récentes.

Le tableau 3-15 présente un calcul de l'économie d'eau souterraine par rapport à une production identique d'électricité dans les différents types de centrales classiques du parc wallon et par rapport au nucléaire (Tihange).

¹⁵ Les cendres volantes sont des particules de poussières provenant de la combustion de combustibles fossiles.

Tableau 3-13 : Consommation évitée en eau (principalement eaux de surface)

	Consommation spécifique en 2000 ¹⁶ en m ³ /MWh	Economie annuelle pour le parc de Grandrieu en m ³
Thermique	78,7	1.513.401
Nucléaire	80,6	1.549.938

3.8.2.7. Impact sur les rejets thermiques

L'exploitation du parc éolien n'entraînera pas de rejet de charge thermique. Il permet donc une réduction de la charge thermique des eaux de refroidissement rejetées dans les eaux de surface. Le tableau 3-16 reprend un calcul de cette économie par rapport à une production identique d'électricité dans les centrales thermiques wallonnes.

Tableau 3-14 : Charge thermique évitée

Filière de production ¹⁷	U.C.P ¹⁸ . spécifiques	Economie annuelle pour le parc de Grandrieu (UCP)
Thermique	15,7 UCP/GWh	302

3.8.3. Effets de la phase de démantèlement

Lors du démantèlement final, les machines seront entièrement démontées et évacuées. Les socles de bétons seront enlevés jusqu'à une profondeur de 2,0 m et recouverts d'une couche de terre arable. La superficie sera préparée pour la production agricole. La remise en état du site contribuera ainsi à la gestion durable du territoire et ne compromettra pas la vocation agricole et pastorale de la zone. Cette phase s'accompagnera d'une production de déchets (béton, métal, matières synthétiques, composantes électriques) qui seront en majoritairement recyclés.

¹⁶ Outils de production considérés :
- centrales classiques ELECTRABEL + SPE en 2000 en Wallonie,
- centrale nucléaire de Tihange en 2000.

Les consommations d'eau souterraine représentent moins de 0,1 % des consommations spécifiques en eau de refroidissement.

¹⁷ Outils de production considérés : centrales thermiques ELECTRABEL + SPE en 2000 en Wallonie

¹⁸ U.C.P. : unité de charge polluante liée à la différence de température entre les eaux déversées et les eaux de surface réceptrices. Ce paramètre tient compte du volume annuel des eaux de refroidissement et de l'écart moyen de température entre les eaux prélevées et les eaux déversées.

3.9. MESURES PRISES PAR LE DEMANDEUR

Un bac de rétention est présent à l'intérieur de la structure des éoliennes. Il est destiné à contenir les fuites éventuelles des huiles (présentes principalement dans la boîte de vitesse éventuelle et du transformateur). En outre, un système de détection des surpressions au niveau des circuits d'huile est présent. Les transformateurs seront soit sans huile soit placés dans un encuvement (constitué par la base du mât de l'éolienne).

L'empierrement des plates-formes de travail en zone agricole permettra de préserver la structure du sol et de ne pas compromettre la future réaffectation de la zone à des fins agricoles. Cela permet également de réduire les problèmes de tassement et de ruissellement.

La remise en état des sites au terme de la période d'exploitation comprendra l'enlèvement des fondations jusqu'à une profondeur de 2,0 m.

Préalablement au travail de chantier, des essais de sol seront réalisés afin de déterminer le type de fondations à concevoir.

Le passage des câbles entre la cabine de tête et le poste d'injection se fera à l'occasion de la mise en souterrain des lignes électriques existantes du village. Ainsi une seule ouverture de tranchée sera à prévoir pour ces travaux combinés et les terres excavées générées seront communes aux deux chantiers.

3.10. CONCLUSIONS

Le sol et le sous-sol au droit des éoliennes sont constitués de matériaux quaternaires limono-caillouteux recouvrant les roches primaires de nature schisto-gréseuses de la formation du Souverain-Pré et des grés de la formation d'Esneux surmontant des grés siltites et schistes. Dans les fonds de vallée, ces roches primaires sont recouvertes de sédiments alluviaux déposés lors des crues. Dans l'ensemble ces sols offrent une résistance moyenne. Une étude géotechnique déterminera la nature des fondations en fonction de la portance du sol. Aucun risque particulier pouvant compromettre la stabilité des éoliennes n'a été recensé (sismique, karstique, ...).

Peu d'information concernant l'hydrogéologie est disponible au droit du site (profondeur, débit, ...). Les limons quaternaires de couverture contiennent une nappe d'eau superficielle. Celle-ci n'est toutefois pas un aquifère intéressant à exploiter pour des utilisations autres que privées et limitées, au contraire de la nappe des terrains calcaro-gréseux (schisto-gréseux au niveau local) du primaire qui ont une importance régionale. En fonction de la présence de matériau d'altération et de leur perméabilité, les nappes seront continues. La nappe du bed-rock est considérée comme faiblement à moyennement vulnérable.

Le sol au droit du site est limono-caillouteux alternant avec des sols alluvionnaires formés sur matériaux alluviaux présents dans les fonds de vallées et au droit des pentes. Ces sols ont un drainage favorable à localement imparfait. Le drainage et la position topographique sont les éléments limitant l'aptitude des sols de la région à la culture. Les sols au drainage favorable situé en zone à faible pente conviendront à la culture tandis que les sols au drainage imparfait à pauvre et situés en zones de pentes conviendront mieux au pâturage.

Plus de 60 captages d'eau en activité sont localisés à moins de 5 km du parc éolien. Les plus proches d'entre eux (2), destinés à l'élevage et à l'agriculture se trouvent à moins de 600 m des éoliennes. Aucune prise d'eau active ou inactive de catégorie B n'est recensée actuellement à proximité du site. Aucune zone de prévention éloignée de captage n'est donc en vigueur sur le territoire concerné par les éoliennes.

Le cours d'eau principal drainant le village est le ruisseau du Village au sud et la Thure à l'ouest (frontière française). Tous deux se trouvent à plusieurs centaines de mètres du parc. Cependant, un affluent de ce cours d'eau prend naissance sur le site et descend vers le village en alimentant sur sa trajectoire deux étangs privés. La zone présente également quelques sources d'eau à l'émergence.

Le chantier entraînera un mouvement de terres. L'ouverture de tranchées, pour la pose des câbles des éoliennes à la cabine de tête et de la cabine de tête au poste d'injection, la construction et l'élargissement des chemins d'accès et la phase de nivellement du terrain au niveau des aires de montages et les fondations nécessiteront des excavations. Les terres excavées (estimées à environ 8.412 m³) seront utilisées pour la remise en état des zones de montage des éoliennes, le nivellement des aires de montage et en dépôt sur des terres agricoles. Ces terres seront revalorisées selon l'A.G.W. du 14/06/01.

Les incidences relatives au sol et au sous-sol sont très limitées : elles correspondent à l'excavation du sol naturel sur une superficie d'environ 255 m² par éolienne au niveau des zones d'implantation des éoliennes (fondations). Une compaction réversible sera également engendrée sous les plates-formes de montage (environ 1.100 m² par éolienne). Ces plates-

formes seront empierrées et remises en état lors du démantèlement final. Tout passage de véhicules lourds ou dépôt même temporaire d'éléments de construction des éoliennes en dehors de ces plates-formes est déconseillé. L'éventuel passage de grues au sein des parcelles agricoles sera corrigé par le passage d'un outil de décompactage de type herse par exemple.

Au niveau des incidences de la phase de chantier, on peut retenir :

- érosion, stabilité et ruissellement : La mise en place de plates-formes de travail empierrées et perméables pour les éoliennes implantées sur des terres agricoles permettra de limiter la compaction du sol et le ruissellement. Toutefois le passage des engins en terrain non revêtu et les excavations pour la mise en place de ces aires de montage sont susceptibles de modifier la physique du sol et en cas de fortes pluies augmenter le ruissellement ;
- déblais à évacuer : Pour l'ensemble du chantier, approximativement 8.400 m³ de terre devront être excavés. Les terres de déblais seront partiellement évacuées hors site, en privilégiant une destination agricole pour les terres superficielles, de meilleure valeur ;
- rabattement de la nappe d'eau souterraine : Il se peut qu'une nappe perchée dans les limons soit rencontrée, mais les excavations ne devraient pas atteindre le niveau de nappes d'importance régionale plus profondes ;
- identification des sources potentielles de contamination :
 - *engins de chantier* : Ces engins peuvent être victimes de fuites ou d'accidents libérant ainsi des hydrocarbures ;
 - *dépôts d'hydrocarbures et de liquides dangereux* : Les quantités et la localisation de ces dépôts sont inconnues mais faibles. Cependant, il n'est pas impossible que des fûts de graisse, une réserve aérienne de carburant pour les engins, peintures, lubrifiants, huiles de décoffrage, adjuvants pour béton et autres substances dangereuses soient temporairement stockées sur le chantier ;
 - *circuit des effluents liquides* : Seules les eaux éventuellement pompées lors des fondations constitueront un effluent liquide ;
- pollution du sol, du sous-sol, des eaux souterraines et des eaux de surfaces : Etant donné la présence de nombreuses sources et la vulnérabilité moyenne de la nappe souterraine profonde, des écoulements accidentels de polluant (identifié ci-dessus) lors du chantier sont susceptibles de porter atteinte au milieu physique ;
- modification du relief :
 - un nivellement de maximum 1,0 mètre de profondeur sera nécessaire au pied des éoliennes pour implanter les plates-formes de montage en raison de la déclivité du terrain.

Au niveau des incidences de la phase d'exploitation du parc éolien, on peut retenir :

- incidences sur le sol : A part une modification locale de la structure du sol (compaction), aucune incidence notable ne devrait apparaître sur le sol pour autant que les engins nécessaires aux entretiens ne circulent pas en dehors des plates-formes de montage ;

- incidences sur le sous-sol : Aucun impact n'est à suspecter ;
- identification des sources potentielles de contamination :
 - *dépôts d'hydrocarbures* : Les éoliennes contiennent une quantité d'huile variable selon le modèle (environ 500 litres, transformateurs exclus, pour une éolienne comportant une boîte de vitesse). La présence de dispositifs de rétention et de systèmes de surveillance des surpressions au niveau des éléments contenant de l'huile permettent de réduire les risques de contamination du milieu environnant. Les entretiens et vidanges réalisés constitueront le risque le plus élevé de pollution en fonctionnement normal. C'est seulement en cas d'accident important, rarissime, avec dommages à l'intégrité de la structure, que les huiles sont susceptibles de se répandre dans l'environnement ;
 - *circuit des effluents liquides* : Seul un dysfonctionnement ou un accident pourrait engendrer une pollution du sol par ruissellement de polluant ou d'eau de pluie contaminée sur la surface externe de l'éolienne ;
 - *transformateurs* : les transformateurs seront soit de type «sec », ou soit placés dans un encuvement vu la vulnérabilité moyenne de la nappe profonde ;
- incidences sur les eaux de surface : Etant donné la présence de deux fossés inondables en cas de fortes précipitations à proximité des éoliennes, les mêmes mises en garde en ce qui concerne les éventuels écoulements de produit polluant sont de mises.

Par rapport à la production des centrales thermiques ou nucléaires, la production d'électricité par le parc éolien permettra de réaliser une économie de combustible et une économie de prélèvement d'eau de surface. De même, le parc éolien permettra d'éviter les rejets thermiques dans les eaux de surface.

3.11. RECOMMANDATIONS

Phase de chantier

Vu la vulnérabilité faible à moyenne de la nappe profonde, des recommandations pour la prévention de toute pollution accidentelle sont formulées ci-après.

Si, en fonction des résultats des essais de sol qui seront menés, des fondations profondes de type pieux devaient être réalisées, une attention particulière devra être portée à la mise en place de ces pieux car ils constitueront des voies préférentielles d'infiltration et d'écoulement des liquides dans le sol.

Si des eaux souterraines devaient être pompées lors des excavations, nous recommandons que les eaux soient rejetées dans le système d'égouttage et qu'un séparateur d'hydrocarbure soit mis à disposition en cas de suspicion d'une contamination accidentelle.

Les précautions nécessaires devront être prises pour éviter tout écoulement accidentel des liquides potentiellement polluants. Le stockage des produits liquides (huiles notamment) lors du chantier devra être réalisé avec un système de rétention pouvant contenir la totalité du volume du réservoir. L'étanchéité des réservoirs sera contrôlée par un organisme indépendant et une attention toute particulière sera portée à la manipulation des hydrocarbures (remplissage des engins et transport). Des kits d'intervention antipollution devront être présents en permanence sur le chantier, et ce, en quantité suffisante. Si des produits inflammables et toxiques devaient être stockés, ils devraient l'être dans un local spécifiquement prévu à cet effet, constituant de lui-même un encuvement étanche.

Nous recommandons également qu'un test d'étanchéité soit effectué au niveau du système de collecte des eaux pluviales au pied des éoliennes afin de s'assurer qu'aucun liquide polluant ne pourra s'infiltrer dans la nappe.

De manière à prévenir les risques d'érosion ou de glissement de terrain et en fonction de l'état du terrain (humidité, pente locale), nous recommandons l'utilisation de treillis en acier au cas où les véhicules de chantier devraient être amenés à circuler en dehors des plates-formes de montage prévues, à moins qu'il s'agisse d'engins adaptés à la circulation sur des terres agricoles. En ce qui concerne le passage éventuel d'une grue de chantier à travers une parcelle agricole, nous recommandons un contrôle de la compaction du terrain après passage et remise en l'état du terrain via le travail d'une herse pour le décompactage par exemple.

Les déchets dangereux éventuellement générés par le chantier devront être stockés à l'abri de la pluie et dans des conteneurs sur un sol étanche.

Nous recommandons également que les terres excavées les plus superficielles soient stockées séparément de manière à pouvoir les réutiliser, préférentiellement, comme terres de couverture.

Enfin, nous recommandons que dans la mesure du possible les liquides dangereux pour l'environnement (par exemple des huiles de décoffrage) soient remplacés par des produits équivalents plus respectueux de l'environnement (contenant moins de solvants, biodégradables, ...) afin de diminuer les incidences lors d'un écoulement accidentel.

Phase d'exploitation

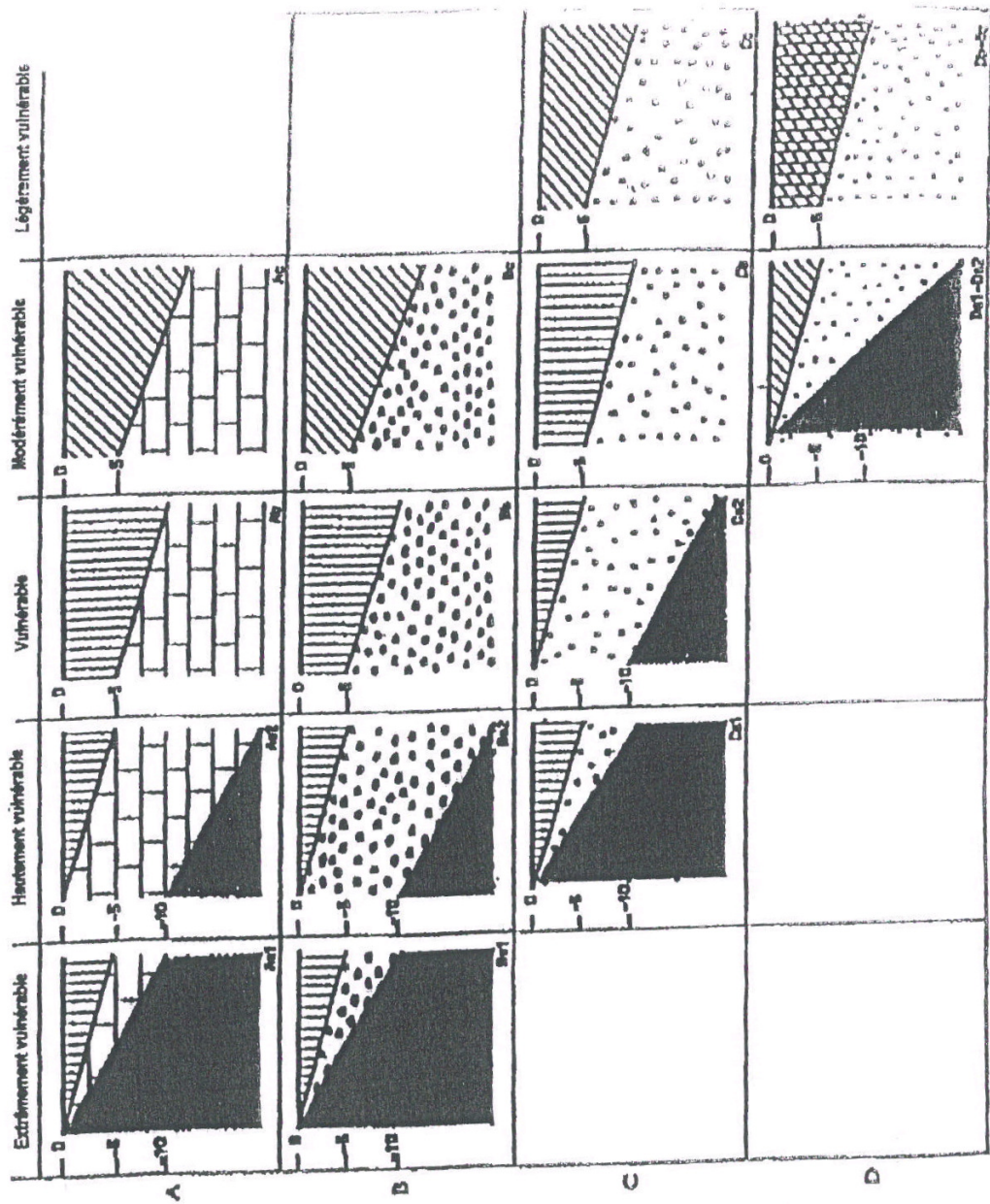
Nous recommandons que les entretiens soient effectués selon un planning bien établi et en prenant toutes les précautions nécessaires pour éviter un quelconque écoulement d'huile ou d'une autre substance liquide dangereuse pour l'environnement.

ANNEXE 3-1
CARTE GÉOLOGIQUE
(VOIR DOSSIER CARTOGRAPHIQUE)

ANNEXE 3-2

VULNÉRABILITÉ DES EAUX SOUTERRAINES

EN RÉGION FLAMANDE



LÉGENDE

- Couche limoneuse
- Couche argileuse
- Craie, calcaire, grès
- Gravier
- Sable
- Sable limoneux ou sable argileux
- Saturé

ANNEXE 3-3

APPROCHE GÉOCENTRIQUE

ANNEXE 3-4
RELIEF DE LA ZONE D'ÉTUDE
(VOIR DOSSIER CARTOGRAPHIQUE)

ANNEXE 3-5

**LOCALISATION DU SITE SUR CARTE DES SOLS DE
BELGIQUE**

(VOIR DOSSIER CARTOGRAPHIQUE)