

CHAPITRE

7. AIR ET CLIMAT

TABLE DES MATIÈRES

7. AIR ET CLIMAT	7-1
7.1. CONTEXTE	7-5
7.1.1. <i>Politique énergétique</i>	7-5
7.1.2. <i>Organisation du marché de l'électricité verte en Région wallonne</i>	7-5
7.1.3. <i>Développement de la filière éolienne</i>	7-7
7.2. ANALYSE DE L'ÉTAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT	7-10
7.2.1. <i>Introduction</i>	7-10
7.2.2. <i>Températures</i>	7-10
7.2.3. <i>Précipitations</i>	7-10
7.2.4. <i>Insolation</i>	7-11
7.2.5. <i>Vents</i>	7-11
7.2.6. <i>Qualité de l'air</i>	7-12
7.2.6.1. Pollution atmosphérique	7-12
7.2.6.2. Effets sur la santé.....	7-13
7.2.6.3. Pluies acides	7-14
7.2.6.4. Effet de serre.....	7-14
7.2.6.5. Situation en Wallonie.....	7-15
7.3. ANALYSE DES IMPACTS DU PROJET	7-18
7.3.1. <i>Effets de la phase de chantier</i>	7-18
7.3.2. <i>Effets de l'exploitation du parc éolien</i>	7-18
7.3.3. <i>Bilan énergétique de l'éolienne durant son cycle de vie</i>	7-19
7.3.3.1. Incidences sur l'air et le climat.....	7-20
7.3.3.1.1. Modification du régime des vents	7-20
7.3.3.1.2. Emissions de gaz à effet de serre.....	7-21
7.3.3.1.3. Impact sur la qualité de l'air	7-23
7.4. CONCLUSIONS	7-25

FIGURES

FIGURE 7-1: DIFFÉRENTES ÉNERGIES PRIMAIRES UTILISÉES DANS LA PRODUCTION ÉLECTRIQUE EN WALLONIE EN 2007	7-8
FIGURE 7-2 : ROSE DES VENTS – FLORENNES [%].....	7-12
FIGURE 7-3 : ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS DE POLLUANTS ACIDIFIANTS EN WALLONIE (D'APRÈS LE SERVEUR DE L'ÉTAT DE L'ENVIRONNEMENT WALLON, SPW)	7-15
FIGURE 7-4 : CARTE DES CONCENTRATIONS MOYENNE EN PM ₁₀ – 2006 (EN µG/M3)	7-16
FIGURE 7-5 : NOMBRE DE JOURS DE DÉPASSEMENTS DE LA VALEUR LIMITE JOURNALIÈRE EN PM ₁₀ – 2006 (> 50 µG/M3)	7-16
FIGURE 7-6 : NATURE ET ORIGINE DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE EN WALLONIE (2004)	7-17

TABLEAUX

TABLEAU 7-1 : PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ EN WALLONIE EN 2007	7-7
TABLEAU 7-2 : PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ BASÉE SUR LE RENOUVELABLE EN WALLONIE EN 2007-8	
TABLEAU 7-3 : ÉVOLUTION DE LA QUANTITÉ D'ÉLECTRICITÉ ÉOLIENNE PRODUITE EN WALLONIE, ÉCONOMIE DE CO ₂ ET CONTRIBUTION DE L'ÉOLIEN À LA PRODUCTION D'ÉNERGIE RENOUVELABLE EN WALLONIE	7-9
TABLEAU 7-4 : TEMPÉRATURES (°C) – WALCOURT	7-10
TABLEAU 7-5 : PLUVIOSITÉ (L/M ²) – WALCOURT	7-10
TABLEAU 7-6 : INSOLATION (H/AN) – FLORENNES	7-11
TABLEAU 7-7 : VITESSE DES VENTS (M/S) À GOSSELIES (10 M DE HAUTEUR)	7-11
TABLEAU 7-8 : ESTIMATION DE LA PRODUCTION DU PARC ÉOLIEN DE WALCOURT / THUIN.....	7-18
TABLEAU 7-9 : DISTANCE (M) ET ORIENTATION DES ÉOLIENNES ENTRE ELLES	7-20
TABLEAU 7-10 : ÉMISSION ÉVITÉE DE GES DANS L'ATMOSPHÈRE	7-21
TABLEAU 7-11 : ÉMISSION ÉVITÉE DANS L'ATMOSPHÈRE	7-23
TABLEAU 7-12: ÉMISSIONS POLLUANTES LIÉES AU CYCLE DE VIE DES ÉOLIENNES.....	7-24

ANNEXES

ANNEXE 7-1 : LOCALISATION DES PARCS DE PUISSANCE IMPORTANTE (1MW ET PLUS) EN WALLONIE	
ANNEXE 7-2 : RESULTATS DE LA MODÉLISATION DES VENTS DU PARC ÉOLIEN DE WALCOURT / THUIN	

7.1. CONTEXTE

7.1.1. Politique énergétique

Depuis de nombreuses années, les scientifiques ont pris conscience des impacts environnementaux et sanitaires des activités humaines et notamment de la production d'électricité : émission de gaz polluants (CO, NO_x, SO₂, métaux lourds), de particules (PM 10) et de gaz à effet de serre (GES CO₂, CH₄, N₂O), production de déchets, rejets d'eaux de refroidissement. Le monde politique et les citoyens ont à leur tour progressivement compris la nécessité d'agir, et différents protocoles internationaux ont vu le jour (Göteborg, Kyoto, Aarhus, ...) ainsi que plusieurs stratégies et directives européennes. Le plus connu du grand public, le protocole de Kyoto, impose des objectifs contraignants en vue de réduire les émissions de gaz à effet de serre. Dans ce cadre, la Région wallonne s'est engagée à réduire ses émissions de gaz à effet de serre sur la période 2008-2012, de 7,5% par rapport au niveau de 1990. Le plafond d'émissions affecté à la Belgique pour les 6 GES est, en moyenne annuelle 2008-2012, de 135.873,736 kt (dont 50.683,318 kt pour la Wallonie).

En termes de politique énergétique, la réduction des émissions de gaz à effet de serre s'articule autour de deux axes : l'utilisation rationnelle de l'énergie (éviter le gaspillage pour réduire la demande en énergie) et l'utilisation de sources d'énergies autres que les combustibles fossiles : les énergies renouvelables (l'énergie solaire, l'éolienne, l'hydro-électricité, la biomasse, la valorisation des déchets, la géothermie...), les biodiesels et les bioliquides.

L'objectif fixé par le nouveau plan « énergie-climat » de l'Union Européenne¹ est de porter à 20 % la part des énergies renouvelables (éolien, solaire, ...) dans la consommation énergétique d'ici 2020. Cette directive abroge les objectifs précédemment cités. Selon l'exécutif européen, porter à 20 % la part des renouvelables dans la consommation énergétique européenne revient en fait à produire au moins 33 % d'électricité à partir d'énergie renouvelable d'ici 2020. L'objectif pour la Belgique est de porter la part des énergies renouvelables dans sa consommation à 13 % d'ici 2020. Bien que la négociation qui répartit l'effort à fournir entre les trois régions du pays n'ait pas encore abouti, le Plan pour la Maîtrise Durable de l'Energie est en cours d'évaluation et de révision pour donner les orientations de la politique énergétique wallonne à l'horizon 2020. Ce plan indiquera la part de l'éolien dans la production d'énergie projetée.

La commission a adopté un modèle pour les plans d'action nationaux le 30 juin 2009.

7.1.2. Organisation du marché de l'électricité verte en Région wallonne

Pour atteindre ses objectifs, la Région wallonne met en œuvre des politiques visant à rationaliser l'utilisation de l'énergie et à augmenter la production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelables. On entend par électricité verte : « *L'électricité produite à*

¹ Approuvé en grande partie par le parlement européen en décembre 2008 et est entré en vigueur le 25 juin 2009.

partir de sources d'énergie renouvelables ou de cogénération de qualité dont la filière de production génère un taux minimum de 10% d'économie de dioxyde de carbone par rapport aux émissions de CO₂ d'une production classique.¹ »

L'organisation de la politique de vérification, de soutien et de traçabilité de la production d'électricité verte est organisée comme suit en région wallonne :

- les Certificats de Garantie d'Origine (CGO) : ils sont octroyés aux producteurs verts par des organismes de contrôle accrédités et permettent d'attester de la conformité des installations de production verte ;
- les Certificats Verts (CV) : ils permettent de faire correspondre les quantités d'électricité verte produites avec les quantités d'électricité verte distribuées aux consommateurs par les fournisseurs. Un certificat vert est un titre transmissible octroyé à un producteur d'électricité verte et attestant que celui-ci a produit une quantité déterminée d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelables² ;
- les Labels de Garantie d'Origine (LGO) : ils permettent aux fournisseurs de garantir à leur consommateurs quelles sont les sources d'énergie qui ont été utilisées pour produire l'électricité qui a été vendue pendant une période donnée³.

Une certaine quantité de certificats verts doit être présentée par les fournisseurs d'électricité en fonction de la quantité d'électricité qu'ils ont vendue (8% en 2008, 9% en 2009, etc...). Les fournisseurs qui ne sont pas en mesure de se procurer le nombre de certificats verts requis (soit sur base de leur éventuelle production verte propre, soit par transaction sur le marché des certificats verts) sont tenus de payer une amende par certificat vert manquant. Le but de ce système est de stimuler la production électrique verte.

Dans le but de favoriser le développement de nouvelles filières, diverses mesures complémentaires existent, comme par exemple :

- l'octroi de deux fois plus de certificats verts aux productions reconnues comme innovantes ;
- l'octroi d'un nombre supérieur de certificats verts par unité d'énergie électrique produite pour certaines unités de production verte de faible puissance, de manière à encourager les investissements de particuliers (exemple : photovoltaïque domestique).

La mise en place du système des labels de garantie d'origine (LGO) résulte de l'obligation imposée au niveau européen d'informer les consommateurs de la composition du « bouquet » énergétique correspondant à l'électricité fournie. Comme le marché de l'électricité est un marché virtuel (sans lien physique direct entre les producteurs, les fournisseurs et les utilisateurs), un système de labels garantit l'origine de l'électricité produite à partir de sources renouvelables ou de cogénération de qualité. Les LGO sont octroyés aux producteurs par la CWaPE, et ces labels font ensuite l'objet de marché d'achat et de vente entre les producteurs d'électricité et les fournisseurs. Ce système est similaire au marché des certificats verts (CV).

¹ Décret wallon du 12/04/2001 (MB 01/05/2001) relatif à l'organisation du marché régional de l'électricité

² En termes techniques, un certificat vert équivaut à une émission évitée de 456 kg CO₂ (ce qui correspond à la quantité de CO₂ émise par lors de la production d'un MWh électrique par la filière de production de référence, à savoir la centrale électrique turbine-gaz-vapeur (TGV)).

La principale différence est que chaque fournisseur doit chaque année se procurer obligatoirement un nombre de certificats verts calculé sur base de la quantité d'électricité qu'il a vendue, alors qu'il décide librement la quantité de LGO qu'il se procure, pour autant que cela corresponde aux quantités qu'il garantit à sa clientèle. Les motivations des fournisseurs dans le marché des LGO sont essentiellement axées sur le marketing. Le but du système est de permettre aux consommateurs de choisir leur fournisseur en fonction des modes de production électrique auxquels ils ont recours, et d'exercer un contrôle sur l'exactitude de l'information que les fournisseurs apportent à leurs clients en la matière.

7.1.3. Développement de la filière éolienne

L'énergie éolienne est appelée à s'accroître davantage pour assurer une énergie électrique « verte » de 12% d'ici 2012. En effet, la filière cogénération de qualité à partir de combustibles fossiles se développe peu actuellement pour des raisons économiques, la filière hydroélectrique, déjà bien développée, offre peu de perspectives de croissance et le développement de la filière photovoltaïque reste lent en raison des coûts d'investissement très importants, et ce malgré une politique d'incitation très volontariste pour cette filière en Wallonie, et un potentiel de développement très élevé en termes techniques. En effet, les surfaces exploitables pour le photovoltaïque (toitures des bâtiments) sont importantes. Toutefois le coût du MWh éolien reste moins élevé que le coût du MWh photovoltaïque.

D'après les données les plus récentes dont nous disposons (année 2007), 4,7 % de la production d'électricité en Wallonie est réalisée à partir des énergies renouvelables (hydraulique, biomasse, éolien principalement). La contribution des différentes sources à la production électrique wallonne est représentée dans les tableaux et le graphique ci-dessous.

Tableau 7-1 : Production d'électricité en Wallonie en 2007

Sources d'énergie	(GWh)	Proportion de la production électrique wallonne (%)
Combustibles nucléaires	23147	72,5
Gaz naturel	5973	18,7
Charbon	388	1,2
Autres combustibles fossiles	830	2,4
Renouvelable	1609	4,7
TOTAL	33911	100,00%

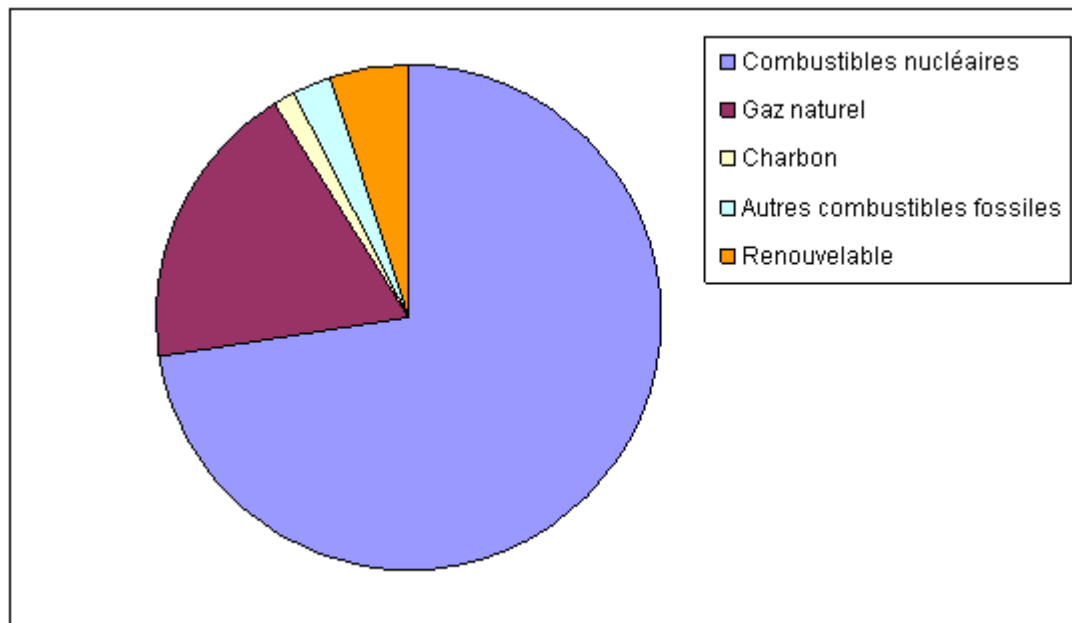
Source: données compilées par l'Institut de Conseil et d'Etudes en Développement Durable dans son « Rapport sur le Bilan Energétique de la Région wallonne 2007 », version 2 publiée en décembre 2008.

Tableau 7-2 : Production d'électricité basée sur le renouvelable en Wallonie en 2007

Sources d'énergie		(GWh)	Proportion de la production électrique wallonne (%)
Biomasse	Déchets organiques incinérés ¹	34,8	0,102
	Sous-produits végétaux et animaux ²	851,4	2,510
	Biogaz	124,8	0,37
	Autres biocarburants	8,3	0,02
Energie hydraulique		380,6	1,120
Energie éolienne		208,7	0,615
Photovoltaïque		0,4	0,001
TOTAL		1 609,1	4,7

Source données compilées par l'Institut de Conseil et d'Etudes en Développement Durable dans son « Rapport sur le Bilan Energétique de la Région wallonne 2007 », version 2, publiée en décembre 2008 ».

Figure 7-1: Différentes énergies primaires utilisées dans la production électrique en Wallonie en 2007



La répartition est calculée en termes d'énergie électrique produite.

Source données compilées par l'Institut de Conseil et d'Etudes en Développement Durable dans son « Rapport sur le Bilan Energétique de la Région wallonne 2007 », version 2, publiée en décembre 2008.

¹ Valorisation énergétique des combustibles de substitution (boues de stations d'épuration, des déchets de cigarettes, des farines et graisses animales, de la mélasse, des sciures, des semences, des marcs de café, etc.) et le bois énergie.

² Les sous-produits végétaux comprennent le bois, les déchets de transformation du bois (sciures, copeaux, ...), les déchets forestiers (écorces, ...), les déchets papetiers (liqueur noire, ...) et les produits végétaux solides (paille, céréales, ...). Les « sous-produits animaux » sont des graisses animales ou des déchets d'abattoirs transformés pour produire de l'électricité et/ou de la chaleur par combustion.

La production d'électricité sur base de sources renouvelables est dominée par la biomasse qui représente 3%. L'éolien représentait en 2007 environ 0,6 % de la production d'électricité. La filière éolienne est cependant actuellement en train de connaître un développement très rapide, et les estimations les plus récentes de la production annuelle éolienne installée est de 610,75 GWh, (données de l'APERe au 01/10/09), soit plus du double des chiffres présentés dans le tableau 7-2, ce qui porterait la contribution de l'éolien à la production électrique wallonne à 1,32 %. Nous ne disposons cependant pas de données plus récentes que 2007 pour l'ensemble des moyens de production électrique en Wallonie.

La contribution de l'éolien à la production électrique verte en Wallonie est présentée dans le tableau 7-3.

Tableau 7-3 : Evolution de la quantité d'électricité éolienne produite en Wallonie, économie de CO₂ et contribution de l'éolien à la production d'énergie renouvelable en Wallonie

Période ¹	Tonnes de CO ₂ évitées ²	Nombre de MWh verts produits ³	Contribution à la production verte Wallonne ⁴
2003	10 077	22 099	2,84%
2004	14 380	31 536	3,71%
2005	26 464	58 034	5,21%
2006	50 212	110 113	7,27%
2007	93 407	204 840	8,29 %
2008	135 387	296 902	10,25 %

Source : CWaPE, 2009

La part croissante de l'éolien dans la production électrique verte en Wallonie est particulièrement évidente dans ce tableau.

Au niveau de l'électricité consommée en Wallonie, on a le même ordre de grandeur, avec une contribution de l'électricité issue des sources renouvelables de 4,86% (hors biocarburant), à la consommation électrique régionale, estimée provisoirement à 144,2 TWh PCI en 2007⁵.

¹ La date du relevé des compteurs détermine la période à laquelle sont affectés les certificats verts attribués.

² Un certificat vert est octroyé au producteur vert chaque fois que sa production électrique a permis d'éviter 456 kg de CO₂, ce qui correspond à la quantité de CO₂ qui auraient été émise par la filière de référence (centrale turbine gaz-vapeur) pour produire 1 MWh d'électricité.

³ Quantité d'électricité produite donnant droit à des certificats verts.

⁴ Rapport entre la quantité d'électricité verte produite par les éoliennes et l'électricité verte produite par les autres filières en Wallonie.

⁵ Selon la version 2 du « Rapport sur le Bilan Energétique de la Région wallonne 2007 » publiée en décembre 2008

7.2. ANALYSE DE L'ÉTAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT

7.2.1. Introduction

Le climat de la région de Walcourt / Thuin est tempéré humide de type océanique. Toutefois, des microclimats plus humides et plus frais sont présents dans les vallées. Les principales caractéristiques climatologiques sont données dans les tableaux ci-dessous. Ces données proviennent de l'Institut Royal Météorologique de Belgique (IRM). La station représentative des conditions climatiques locales est implantée à Walcourt à environ huit kilomètres au sud-est du parc éolien projeté¹.

En ce qui concerne les données relatives aux directions des vents, il faut se référer à la station la plus proche pourvue des dispositifs de mesures spécifiques, située à Florennes, soit à une petite vingtaine de kilomètres au sud-est. Les moyennes ont été calculées durant la période s'étalant de 1999 à 2001.

7.2.2. Températures

Tableau 7-4 : Températures (°C) – Walcourt

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy annuelle
Min	-1,6	-1,2	0,4	3,0	6,1	9,2	10,9	10,6	8,2	4,9	1,6	-0,6	4,3
Max	4,6	6,1	9,0	13,2	17,5	20,5	21,7	21,6	19,3	14,4	8,6	5,0	13,4
Moy	1,5	2,4	4,3	8,1	11,8	14,8	16,3	16,1	13,7	4,7	3,5	2,2	8,8

La température moyenne annuelle est inférieure à 10°C. Juillet est le mois le plus chaud (moyenne: 16.1°C) et janvier le plus froid (moyenne: 0.1°C). La première gelée apparaît en moyenne mi octobre (15/10), la dernière en moyenne début mai (10/05). Le nombre moyen de jours de gel est 94.

7.2.3. Précipitations

La quantité moyenne d'eau recueillie est de 804 mm par an. Les pluies sont réparties de façon relativement homogène au fil de l'année. La date moyenne d'apparition des premières neiges est le 20 novembre, et la date moyenne des dernières neiges au sol est le 10 au 15 avril.

Tableau 7-5 : Pluviosité (l/m²) – Walcourt

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Tot
Moy	73	60	59	56	61	64	70	70	68	73	73	77	804

7.2.4. Insolation

Mai et juillet sont les mois les plus ensoleillés. Décembre est le mois le moins ensoleillé. Ces valeurs prennent en compte à la fois les variations de la durée du jour au fil de l'année et la nébulosité qui masque le soleil. Le nombre total d'heures d'ensoleillement (1.538 h) peut être comparé au total annuel des durées pendant lesquelles le soleil est levé (soit environ 4.500 h).

Tableau 7-6 : Insolation (h/an) – Walcourt

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Tot
Moy	47	73	124	158	202	195	202	171	150	118	59	39	1538

Source : IRM

7.2.5. Vents

Comme on peut le constater à la vue du tableau ci-dessous, la vitesse moyenne des vents à Florennes est de 3,9 m/s, soit 14 km/h. Les vents sont moins puissants au cours de l'été comparés à la fin de l'automne et à l'hiver.

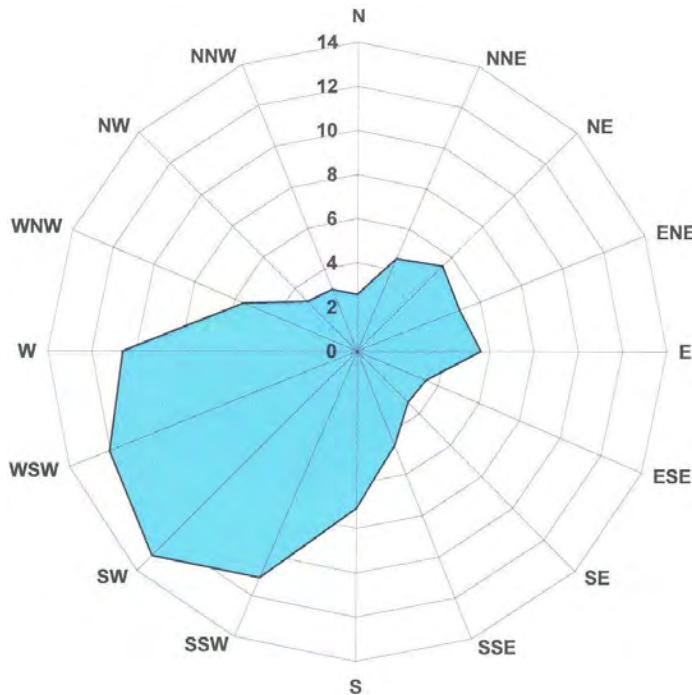
Tableau 7-7 : Vitesse des vents (m/s) à Florennes (10 m de hauteur)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
Moy	4.4	4.2	4.7	3.9	3.3	3.3	3.0	2.7	3.3	3.9	3.9	4.7	3.9

Source : IRM

La rose des vents, construite à partir de données provenant du service de climatologie situé à Florennes, est reprise ci-dessous. Elle est caractérisée par des vents dominants en provenance des secteurs sud-sud-ouest à ouest pour +/-47 % du temps (plus de 54 % dans le quart sud à ouest). En effet, entre 1992 et 2001, le vent provenait pour 11 % du temps du secteur sud-sud-ouest, 13 % du secteur sud-ouest, 12 % du secteur ouest-sud ouest et pour 10.5% du temps du secteur ouest

Figure 7-2 : Rose des vents – Florennes [%]



7.2.6. Qualité de l'air

7.2.6.1. Pollution atmosphérique

La pollution de l'air résulte principalement des gaz et particules rejetés dans l'air par les véhicules à moteur, les installations de chauffage, les centrales thermiques et les installations industrielles. Les principales substances impliquées sont les suivantes :

Le **dioxyde de carbone (CO₂)** est naturellement présent dans l'atmosphère. Il est produit lors de la combustion complète du carbone, la respiration des êtres vivants et de la décomposition de la matière organique. Les émissions liées à la consommation énergétique proviennent de la combustion des énergies fossiles (charbon, gaz de cokerie, gaz de haut fourneau, produits pétroliers et gaz naturel) utilisées en industrie, mais aussi pour le chauffage domestique et le transport routier.

Les **oxydes d'azote (NO_x)** sont essentiellement produits par les activités humaines, lors des combustions à haute température et à haute pression, en particulier dans les moteurs thermiques. Ils comprennent le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Un troisième oxyde d'azote, le N₂O, existe également mais il ne fait pas partie des NO_x. Il est très marginal dans les émissions liées aux processus de combustion et aux processus industriels. La principale source d'émission est liée à l'utilisation d'engrais sur les terres agricoles.

Le **dioxyde de soufre (SO₂)** provient de nombreuses sources humaines (chauffage domestique, transports, industrie, métallurgie) mais également naturelles (marécages, océans, volcanisme). Parmi les combustibles fossiles, le charbon est celui dont l'utilisation génère le plus de SO₂. La combustion du gaz naturel cause au contraire les émissions les plus limitées.

Les **composés organiques volatils (COV)** regroupent un grand nombre de composés organiques que l'on peut retrouver dans l'air. Au niveau chimique, on distingue de nombreuses molécules (alcanes, benzène, toluène, xylènes...). Les principales sources d'émission atmosphérique sont : l'utilisation de solvants, les processus de combustion (en ce compris les transports routiers et les applications industrielles), qui rejettent des hydrocarbures imbrûlés dans les gaz de combustion. Le méthane (CH₄) est un COV naturellement présent dans l'air ambiant, car lié à la décomposition de la matière organique, mais les activités humaines sont à l'origine de nombreuses émissions supplémentaires. Les activités humaines générant du méthane sont essentiellement l'agriculture (rizières, bétail ruminant), les décharges d'ordures et les rejets imbrûlés des installations utilisant du gaz naturel comme combustible.

Les **particules en suspension (PM₁₀)** sont des poussières de moins de 10 µm de diamètre en suspension dans l'air. Elles comprennent non seulement les particules produites par l'activité humaine, mais aussi les particules d'origine naturelle. Parmi les PM₁₀, on distingue aussi les particules fines (PM_{2,5}) de diamètre inférieur à 2,5 µm.

Les PM₁₀ comprennent principalement les suies résultant de diverses combustions, les particules minérales (notamment les particules de sol emportées par le vent), des fins fragments végétaux (en particulier les pollens) et des particules issues de certains procédés industriels. La composition de ces particules est très variée, en fonction de leur origine. Les particules provenant de combustion peuvent contenir notamment des métaux lourds et des hydrocarbures. Parmi les combustibles fossiles, le charbon, le diesel et le fioul dégagent plus de particules fines que l'essence et le gaz.

7.2.6.2. Effets sur la santé

Effets directs sur la santé :

Certaines substances présentes dans l'air ont un effet direct sur l'être humain. À court terme, certains polluants atmosphériques (NO₂, SO₂, PM₁₀, COV) peuvent causer des difficultés respiratoires, des irritations, de l'asthme ou une sensibilité accrue aux infections respiratoires. À plus long terme, certaines substances (PM₁₀, COV) peuvent induire des problèmes respiratoires chroniques, des maladies cardio-vasculaires et des cancers. Les particules fines (PM_{2,5}) sont particulièrement nocives.

Certains polluants atmosphériques ne sont pas toxiques, du moins aux niveaux de concentration qui se rencontrent dans l'atmosphère. C'est en particulier le cas du NO et du CO₂.

Effets indirects sur la santé :

L'ozone est un polluant secondaire : il n'est pas émis directement dans l'air mais résulte d'une réaction photochimique impliquant des précurseurs, c'est-à-dire des polluants primaires qui favorisent sa formation. Les précurseurs de l'ozone sont principalement les oxydes d'azote et certains composés organiques volatils. L'ozone dont les plus fortes concentrations en milieu urbain sont typiquement enregistrées en été, présente une toxicité pour l'homme et est à l'origine de difficultés respiratoires.

Le monoxyde d'azote (NO) ne présente aucune toxicité mais, outre son rôle dans la formation de l'ozone, il peut se transformer en dioxyde d'azote NO₂ qui, lui, présente une toxicité (équilibre dynamique entre les deux formes).

7.2.6.3. Pluies acides

Les oxydes d'azote (NO_x) et les oxydes de soufre (SO₂) peuvent, par une réaction chimique avec l'eau, produire des acides. Cette réaction peut se produire dans l'atmosphère et donner lieu à des pluies acides, qui sont notamment responsables d'un impact négatif sur certains écosystèmes, et sur la fertilité des sols à long terme. Notons que l'ammoniac (NH₃) participe également à la problématique des pluies acides. L'origine des émissions anthropiques de ce gaz est essentiellement agricole.

Vu les distances qui peuvent être parcourues par les gaz polluants avant que les retombées acides aient lieu, la problématique des pluies acides est considérée comme une problématique transfrontière à longue distance. Les moyens de lutter contre cette pollution sont établis en concertation avec les régions voisines et les pays voisins.

7.2.6.4. Effet de serre

L'effet de serre est un phénomène naturel qu'il faut envisager à l'échelle de la planète entière. Il s'agit d'un piégeage des radiations infrarouges (principale perte de chaleur de la planète) par certains gaz présents dans l'atmosphère. Sans effet de serre, la température sur terre serait extrêmement basse (-17 °C en moyenne au lieu de 15 °C)¹.

Depuis le début de la révolution industrielle (initiée pendant la deuxième moitié du XIX^{ème} siècle), la concentration de certains gaz qui participent à l'effet de serre a considérablement augmenté. C'est particulièrement le cas du CO₂ (dioxyde de carbone) et, dans une moindre mesure, du CH₄ (méthane) et du N₂O (protoxyde d'azote). L'augmentation de la concentration du CO₂ dans l'atmosphère est principalement due à l'utilisation de combustibles fossiles (charbon, gaz et produits pétroliers). À cause de cette modification dans la composition de l'atmosphère, le bilan thermique de la Terre est modifié et résulte en une augmentation progressive de la température moyenne. Cette augmentation de température moyenne est déjà observable actuellement et de nombreux experts, rassemblés au sein du GIEC², s'accordent à prédire que la poursuite de cette augmentation aura des effets climatiques et environnementaux majeurs au niveau mondial :

- changements dans le régime des précipitations (certaines régions devenant plus sèches, d'autres plus humides), pouvant résulter localement en des phénomènes de désertification ou d'inondations ;
- augmentation de la fréquence de certaines conditions météorologiques extrêmes (tempêtes, sécheresses, ouragans...);
- élévation du niveau moyen des océans, suite à la fonte progressive des glaciers et des calottes polaires continentales, ainsi qu'à la dilatation des océans.

Ces modifications auront des conséquences importantes sur les populations humaines et sur les écosystèmes.

¹ Chiffres cités d'après le rapport sur l'état de l'environnement wallon, 2005

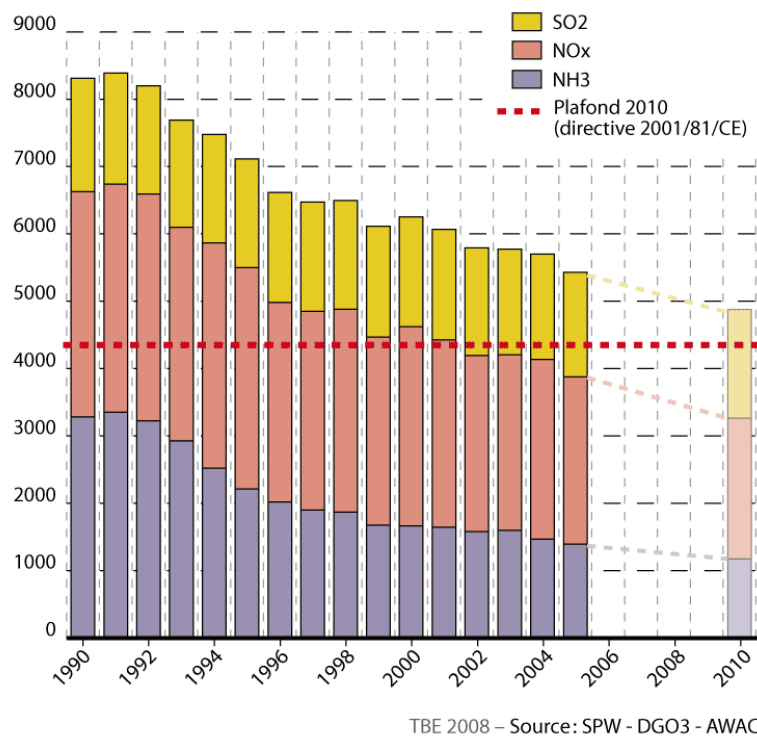
² GIEC, Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'évaluation du climat

7.2.6.5. Situation en Wallonie

Polluants acidifiants

Depuis 1990, la Région Wallonne a fortement réduit ses émissions de SO₂. Les émissions de NO_x n'ont par contre que légèrement diminué pendant ces années. Un objectif de réduction des émissions en polluants acidifiants est fixé pour 2010, comme l'illustre le graphique 7-3 (extrait du tableau de bord 2008 de l'état de l'environnement wallon).

Figure 7-3 : Evolution des émissions de polluants acidifiants en Wallonie (d'après le serveur de l'état de l'environnement wallon, SPW)



Particules fines

La problématique des particules en suspension (PM₁₀) est régulièrement relayée dans l'actualité ces dernières années en Belgique, suite à plusieurs dépassements des seuils d'alerte lors de la période de hautes pressions observée d'ailleurs l'hiver dernier. Un réseau de mesure existe pour la surveillance des concentrations dans l'air. Les concentrations moyennes dans l'air et le nombre de jours de dépassement des normes en Belgique sont représentées sur les cartes ci-dessous.

La Région wallonne établit des inventaires d'émissions primaires de particules en suspension. En 2004, les émissions de particules inférieures à 10 µm (PM₁₀) ont été évaluées à 22 000 tonnes, dont 2/3 sont des particules fines (<2,5 µm ou PM_{2,5}), d'après les rapports analytiques 2006-2007 de l'Etat de l'Environnement Wallon.

Notons qu'une législation européenne (directive/1999/30/CE) existe et stipule que le PM₁₀ moyen ne peut excéder 40 µg/m³.an et que le nombre de jours dépassant la valeur de

50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{an}$ ne peut être supérieur à 35. Le dépassement des valeurs seuils en Belgique est localisé, comme on peut le voir sur les figures ci-dessous.

Figure 7-4 : Carte des concentrations moyenne en PM_{10} – 2006 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

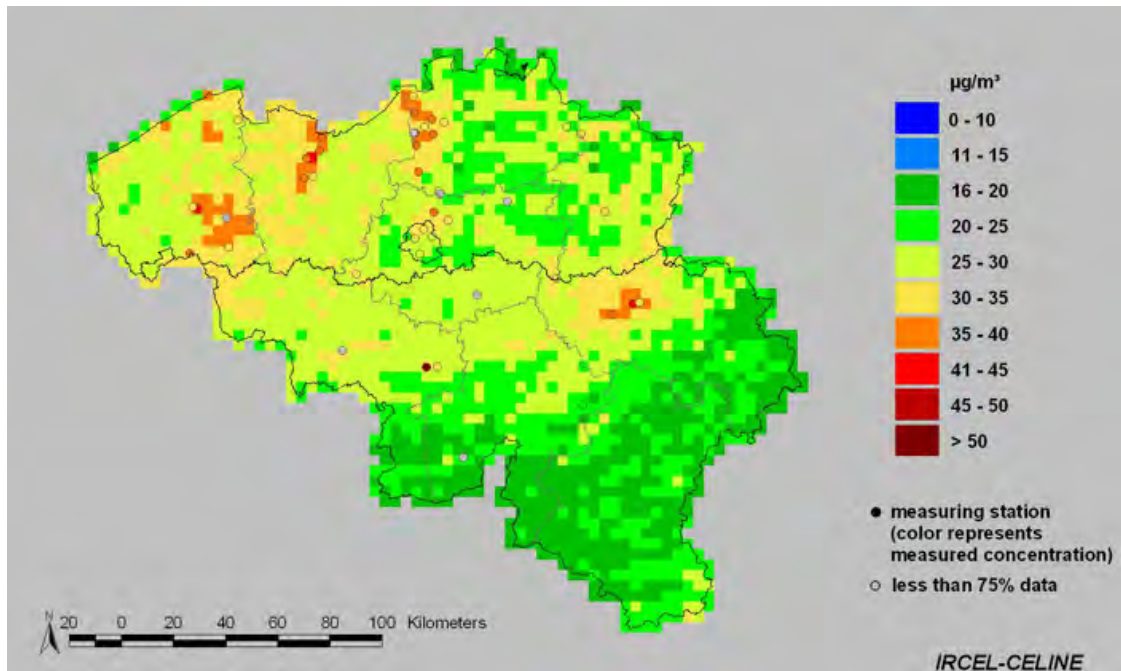
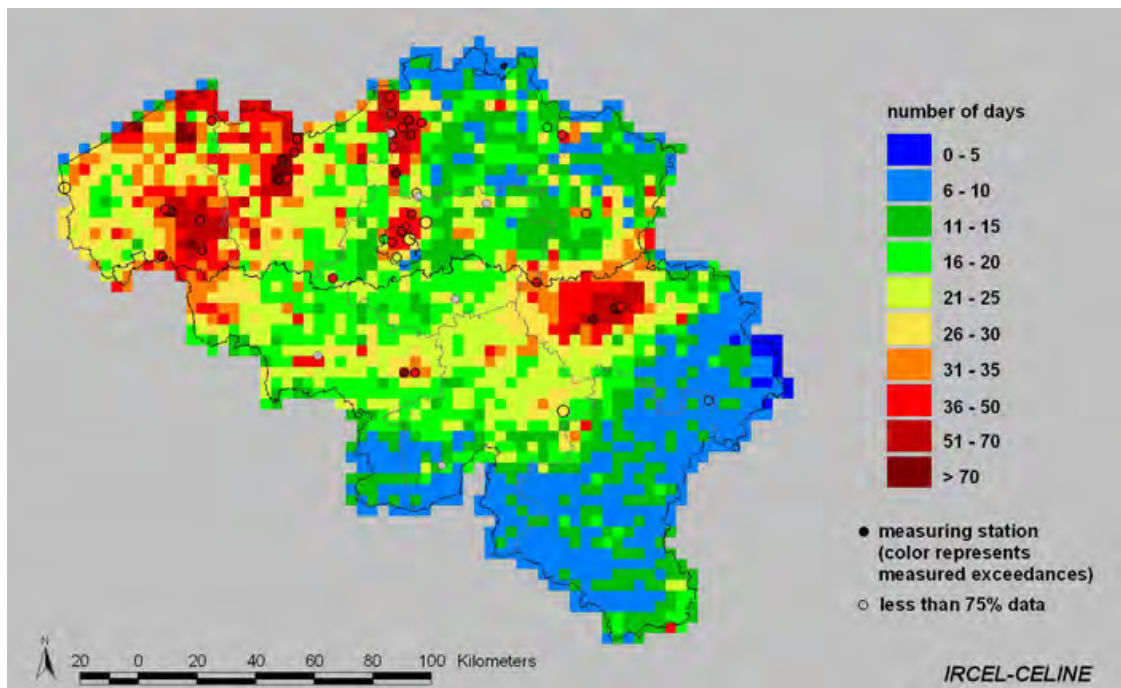


Figure 7-5 : Nombre de jours de dépassements de la valeur limite journalière en PM_{10} – 2006 (> 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Note :

Ces cartes, portées à une résolution spatiale de 4 km, sont réalisées à l'aide de la technique d'interpolation RIO-Corine. Cette technique exploite les données d'occupation de surface disponibles dans la base de données (Corine) pour estimer les concentrations de PM_{10} aux endroits où aucune mesure n'est disponible.

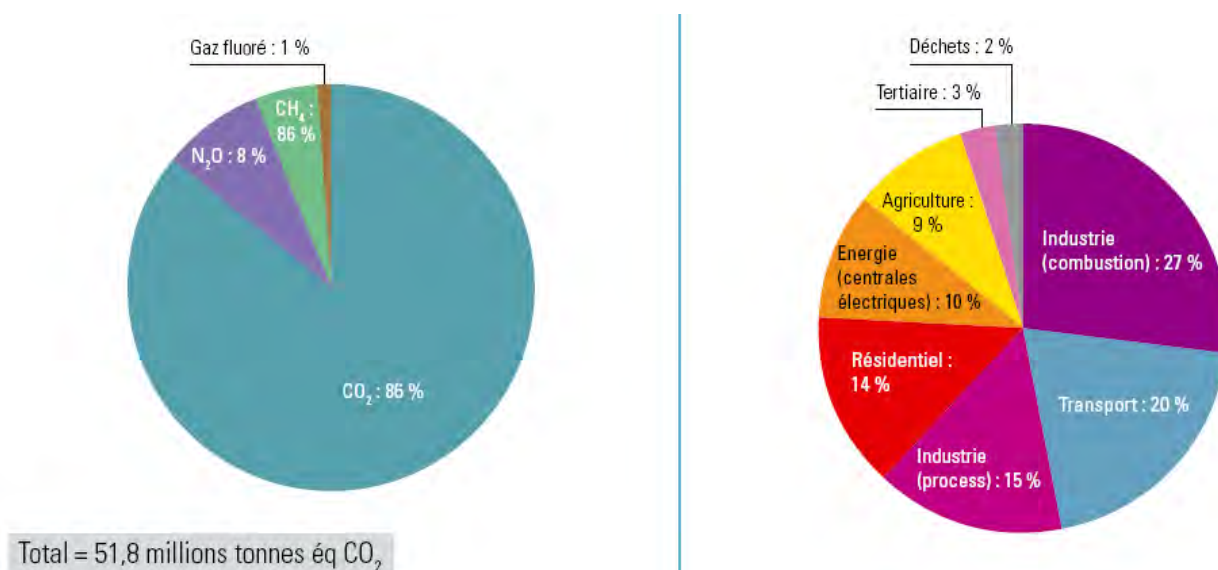
Gaz à effet de serre

Les différents gaz à effet de serre n'ont pas le même potentiel de participation au phénomène de réchauffement. Ainsi par exemple, une tonne de méthane (CH₄) dans l'atmosphère agit sur l'effet de serre avec la même intensité que 21 tonnes de dioxyde de carbone (CO₂). Pour faciliter l'évaluation des émissions et des concentrations dans l'atmosphère, on a donc introduit la notion d'« équivalent CO₂ » c'est-à-dire la quantité de CO₂ qu'il faudrait pour obtenir le même effet qu'un gaz à effet de serre donné.

En Wallonie, les émissions de CO₂ par an et par habitant sont en moyenne de 15,9 tonnes d'équivalents CO₂. Ces émissions sont supérieures à la moyenne européenne qui est de 10,5 tonnes d'équivalents CO₂ par habitant. Cette valeur peut également être comparée aux émissions des Etats-Unis (24,5 tonnes éq. CO₂/an.hab) ou de l'Inde (1,9 tonnes éq. CO₂/an.hab).

Les émissions de gaz à effet de serre en Région Wallonne (en équivalent CO₂), de même que la répartition des émissions entre les différentes origines, sont représentées à la figure ci-dessous, pour l'année 2004.

Figure 7-6 : Nature et origine des émissions de gaz à effet de serre en Wallonie (2004)



Extrait de rapport analytique 2006-2007 de l'Etat de l'Environnement Wallon

En Région wallonne, les émissions des gaz à effet de serre ont diminué de 5,4 % durant la période 1990-2004. Par contre, l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre liées au transport routier est continue depuis 1990 et ne montre aucune tendance à se ralentir. Les émissions du secteur tertiaire et les émissions domestiques augmentent également, malgré l'existence d'un important potentiel de réduction, notamment dans l'isolation des bâtiments.

Certaines mesures récentes dans le domaine de l'énergie, telles que l'encouragement des énergies renouvelables via les certificats verts ou les incitants financiers à l'isolation des bâtiments, auront un impact significatif sur les émissions dans les prochaines années.

7.3. ANALYSE DES IMPACTS DU PROJET

7.3.1. Effets de la phase de chantier

Aucun impact sur l'air et le climat n'est à craindre mis à part les rejets de gaz de combustion issus des pots d'échappement des engins de chantier et des camions acheminant les matériaux de construction. Nous recommandons que les engins soient en ordre d'entretien et de contrôle technique afin de limiter ces émanations.

7.3.2. Effets de l'exploitation du parc éolien

Le demandeur a réalisé une simulation du fonctionnement du parc éolien, sur base des données techniques des machines, et sur base de résultats de la simulation informatique du régime local des vents. La simulation des vents au point d'implantation du parc éolien résulte de la moyenne des mesures effectuées dans cinq stations (Saint-Hubert, Florennes, Melsbroek, Cambrai et Reims) pondérées en fonction de leur distance respective avec le site, en tenant compte de l'altitude des stations de mesure et du relief local. Le résultat de cette opération est présenté à l'Annexe 7-2. La hauteur de référence pour ce calcul est de 50 m. Le régime de vent est extrapolé de 50 m à 100 m en tenant compte de la rugosité locale (hauteur moyenne des obstacles qui perturbent le vent : végétation, constructions, ...).

La modélisation du régime local des vents a été réalisée avec le logiciel WASP¹. Le calcul de productivité a été réalisé par le demandeur avec le logiciel Wind Pro.

Tableau 7-8 : Estimation de la production du parc éolien de Walcourt / Thuin

Modèle	MM 92	E 82	N 100	REpower 3,3M
Constructeur	REpower	Enercon	Nordex	REpower
Puissance nominale/éolienne	2,0 MW	2,0 /2,3 MW	2,5 MW	3,3 MW
Production brute ² (ensemble du parc éolien)	140. 256 MWh	140 256 / 161 295 MWh	175 320 MWh	231 422 MWh
Production nette ³	44.180 MWh	41.860,4/43.270 MWh	49.630 MWh	57.662 MWh
Nombre d'éoliennes	8	8	8	8
Puissance installée totale	16 MW	16 à 18,4 MW	20 MW	26,4 MW
Facteur de capacité net	2 717,4 h	2 612,2 / 2 349,3 h	2 480,7 h	2 182,7 h
Facteur de charge net	31,0 %	29,8/ 26,8 %	28,3 %	24,9%

¹ WASP : Wind Atlas Analysis and Application Program (application informatique qui permet de modéliser les régimes de vent)

² La production brute représente l'énergie potentielle théorique si les machines fonctionnaient à leur puissance nominale durant toute l'année (soit par exemple 2,0 MW *8766,25h*8 machines)

³ En tenant compte des pertes de sillage et d'exploitation (environ 5% soit 3% dus à l'indisponibilité des éoliennes et 2% dus aux pertes dans les transformateurs et les câbles)

Les chiffres donnés pour la production nette tiennent compte des périodes d'arrêt de fonctionnement pour les travaux d'entretien, ainsi que des pertes électriques au niveau des transformateurs. Ils considèrent également la légère perte d'énergie éolienne due aux perturbations du régime des vents, qui est induite par chaque éolienne sur ses voisines (effet de « sillage »).

À partir de la production annuelle, exprimée en MWh, on peut déduire un « facteur de capacité » qui est le nombre d'heures qui serait nécessaire pour atteindre cette production annuelle si les machines tournaient en permanence à plein régime. Ce chiffre atteint 2.182 à 2.717 heures selon le type de machine. En rapportant ce nombre d'heures au nombre total d'heures dans une année, on trouve le « facteur de charge », qui exprime la proportion de la capacité nominale de production qui est effectivement mise en œuvre par le vent, pour obtenir la production annuelle.

Le facteur de charge est estimé entre 24,9 à 31,0 %. À titre comparatif¹, la puissance installée des éoliennes de grande dimension en Wallonie est actuellement de 271,9 MW pour une production annuelle estimée à 610 750 MWh, ce qui revient à un facteur de charge moyen en Wallonie de l'ordre de 25,6 %. Bien que le modèle REpower 3,3M soit légèrement en dessous de cette moyenne, il apparaît que le facteur de charge potentiel estimé du parc éolien de Walcourt / Thuin soit généralement supérieur à la moyenne wallonne.

7.3.3. Bilan énergétique de l'éolienne durant son cycle de vie

Une certaine quantité d'énergie est nécessaire à la réalisation de l'entièreté du cycle de vie de l'éolienne (conception, chantier, exploitation, démantèlement et recyclage éventuel). La production d'énergie éolienne durant son exploitation peut être comparée avec la consommation d'énergie nécessaire au cycle de vie. Un bilan énergétique d'une éolienne type sur base de l'évaluation de son cycle de vie a été réalisé par Vestas sur base du modèle V90-3.0 MW².

Sur base des données disponibles pour le modèle V90 3MW on shore, la quantité d'énergie consommée par une éolienne s'élève à 27,3 Wh/kWh soit 4 304 222 kWh durant sa période d'exploitation.

La consommation énergétique d'une éolienne au cours de son cycle de vie divisée par la production totale de cette même éolienne durant la même période établit le temps d'exploitation nécessaire pour récupérer l'énergie consommée pour la fabrication, le transport, l'implantation et le démantèlement de la machine. D'après ce rapport d'évaluation du cycle de vie, pour une turbine 3.0 MW, l'énergie consommée pour la production des éoliennes est compensée par la production d'énergie durant 6,6 mois³.

¹Calcul établi sur base sur les données les plus récentes de l'APERe (14/12/2007).

²“Life cycle assessment of offshore and onshore sited wind power plants based on Vestas V90-3.0MW turbines”, 21-06-2006.

³Le temps de retour est calculé comme suit : $4\,303\,222 \text{ [kWh/turbine]} / 7\,890\,000 \text{ [kWh/turbine an]} = 0,55 \text{ an}$

7.3.3.1. Incidences sur l'air et le climat

7.3.3.1.1. Modification du régime des vents

Une légère modification des coefficients de transport (échange de chaleur, humidité,...) est possible dans une zone d'environ 500 mètres autour du champ d'éoliennes. Des études ont indiqué qu'au passage de l'air brassé par le rotor de l'éolienne, l'intensité¹ de la turbulence de l'écoulement augmente d'environ 2 à 5%. Ceci peut conduire à une modification comparable des coefficients de transport.

L'expérience acquise sur des champs d'éoliennes en fonctionnement montre que l'augmentation de la turbulence reste confinée dans une zone, appelée 'le sillage turbulent', d'une longueur équivalente à 5 fois le diamètre du rotor. Le cadre de référence pour l'implantation d'éoliennes en Région wallonne recommande de respecter une distance de 7 x le diamètre du rotor dans le sens des vents dominants (SO-NE) et de 4 x ce diamètre dans les autres directions. Le respect de cette recommandation permet d'optimiser l'utilisation du potentiel éolien du site, en évitant que le fonctionnement de certaines machines soit perturbé par d'autres.

Les distances entre éoliennes pour le projet éolien de Walcourt / Thuin sont présentées dans le Tableau 7-9.

Tableau 7-9 : Distance (m) et orientation² des éoliennes entre elles

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
E2	E 580						
E3	SO 730	SO 1240					
E4	SSO 490	SO 840	E 460				
E5	SE 760	SSO 620	ESE 1040	ESE 580			
E6	SSO 1240	SO 1640	S 580	OSO 800	SO 1200		
E7	S 1120	SSO 1300	ESE 860	S 660	SSO 720	ESE 640	
E8	SO 2200	SO 2400	OSO 1360	OSO 1580	SO 1900	SSO 800	SO 1200

On constate que les distances entre machines sont largement suffisantes par rapport au cadre de référence. En effet, le rotor a au maximum 104 mètres de large, selon la gamme de modèles choisis, l'écartement entre machines doit donc être au maximum de 730 m dans le sens des vents dominants (SO-NE) et d'environ 420 mètres au maximum dans le sens perpendiculaire aux vents dominants. Comme il est illustré au tableau ci-dessus, toutes les

¹ intensité = RMS des fluctuations de vitesse/ vitesse moyenne

² Les orientations sont données pour les éoliennes de la première colonne en fonction des éoliennes de la première ligne

distances entre machines respectent les distances recommandées dans le cadre de référence.

7.3.3.1.2. Emissions de gaz à effet de serre

En phase d'exploitation, le parc éolien ne génère aucune émission directe de gaz à effet de serre. Les émissions indirectes en phase d'exploitation sont celles générées par les travaux de maintenance. La construction et le démantèlement final des éoliennes sont également responsables d'émissions de gaz à effet de serre. Ces émissions sont très largement compensées par les émissions évitées tout au long de la période d'exploitation.

Le recours à l'énergie éolienne permet donc de réduire les émissions de gaz à effet de serre par rapport à une production égale d'électricité par les filières classiques. L'économie de ces émissions est présentée au tableau ci-dessous. Le calcul est basé sur le rapport annuel d'Electrabel 2005 concernant l'ensemble de ses moyens de productions en Belgique. Nous ne disposons à ce jour d'aucune statistique récente et précise provenant d'une source fiable en ce qui concerne la valeur moyenne des émissions spécifiques de gaz à effet de serre en Belgique. Cette valeur est probablement comprise entre 300 et 350 g CO₂ / kWh électrique.

Nous calculons également les émissions de CO₂ évitées sur base des émissions spécifiques de la filière de référence utilisée par la CWaPE (centrale TGV).

Tableau 7-10 : Emission évitée de GES dans l'atmosphère

Référence	GES	Emissions spécifiques		Emission annuelle évitée pour 41,8 GWh ¹ éolien (en équivalent CO ₂)
		Valeurs brutes	Equivalent CO ₂	
Production belge d'Electrabel en 2005*	CO ₂	248 g/kWh	248 g/kWh	10 366 tonnes éq CO ₂ / an
	CH ₄	3,73 mg/kWh	0,078 g/kWh	
	N ₂ O	1,43 mg/kWh	0,444 g/kWh	
Centrale TGV (CWAPE)**	CO ₂	456 g/kWh	456 g/kWh	19 060 tonnes éq CO ₂ / an

* : Production d'électricité de l'ensemble du parc d'ELECTRABEL en Belgique en 2005 (centrales classiques, centrales nucléaires et énergies renouvelables)

** : les centrales électriques classiques les plus performantes en termes d'émission faible de CO₂ sont les centrales TGV (456 g/kWh). Cette émission de CO₂ est la référence utilisée par la CWaPE dans le cadre du calcul des certificats verts.

Soulignons que les centrales thermiques sont aussi responsables d'émissions de très faibles quantités de N₂O et de CH₄ qui sont également des gaz à effet de serre. En termes d'équivalent CO₂, ces émissions ne sont pas significatives par rapport aux émissions de CO₂ liées à la production électrique, comme on peut le constater dans le tableau.

Au niveau de la CWaPE², le coefficient d'émission de CO₂ de sources d'énergie primaires considéré pour la production d'électricité à partir d'une éolienne est de 0 kg de CO₂/MWh. Ce

¹ Sur base des chiffres de production les moins élevés (worst case) du modèle E 82 2,0 MW

² CWaPE : Commission Wallonne Pour l'Energie

chiffre ne prend pas en compte les émissions de CO₂ liées à la fabrication des machines, leur transport jusqu'au site, aux travaux sur le site, à la maintenance et au démantèlement.

Il est cependant possible de réaliser un bilan de CO₂ plus détaillé au cours du cycle de vie d'une éolienne. Il faut pour cela prendre en compte la construction de l'éolienne, générant des émissions de CO₂ : travaux en usine, énergie consommée pour le travail de conception, transport, chantier, ainsi que la maintenance et le démantèlement. Notons que le recyclage de certains matériaux en fin de vie est également intégré dans l'analyse du cycle de vie.

Une étude d'évaluation du cycle de vie réalisée par Vestas Wind Systems A/S en 2006¹ sur base du modèle V90 3MW révèle que durant son cycle de vie, une éolienne on shore de 3MW produit 4,64 g CO₂/KWh soit 732,2 tonnes de CO₂ sur sa durée de vie complète.

Si on applique ces chiffres à la production estimée du projet éolien de Walcourt / Thuin (41,8 GWh/an²), on voit que le parc éolien produit 193 tonnes CO₂/an. Si l'on considère l'économie d'émission de CO₂ de 456 g de CO₂ par kWh produit (filrière de référence de la CWaPE), on constate que le parc éolien de Walcourt / Thuin permet une économie annuelle de 19 060 tonnes CO₂/an par rapport à la filrière de référence.

En conséquence, considérant un cycle de vie d'une éolienne de 20 ans, il faudra environ 3 mois pour que le CO₂ émis pour la fabrication, la mise en place, la maintenance et le démantèlement de la machine soit compensé par les émissions évitées en phase d'exploitation.

Notons que ce résultat est corroboré par une étude réalisée par l'Union Européenne³ citant le chiffre de 190 tonnes de CO₂ émises pour la construction et l'implantation d'une éolienne de 400 kW.

Signalons également qu'il est bien établi que la production d'électricité éolienne doit être accompagnée d'autres moyens de production de manière à ce que l'ensemble de la production électrique satisfasse la demande, aussi bien pendant les périodes venteuses, durant lesquelles les éoliennes fonctionnent, que pendant les périodes sans vent. Comme la production électrique par le nucléaire n'a pas une souplesse suffisante pour ajuster la production de cette manière, la complémentarité est essentiellement assurée par les centrales thermiques utilisant généralement du combustible fossile et plus marginalement par les centrales thermiques utilisant de la biomasse. De par leur souplesse d'utilisation, les centrales électriques au gaz, de type TGV sont typiquement les plus à même de compenser ces variations. Des émissions de CO₂ sont donc générées par les moyens de production complémentaires.

On peut s'interroger sur la nécessité d'ajustement que la production électrique par les éoliennes nécessite et sur les émissions de CO₂ occasionnées par les centrales thermiques qui prennent le relais quand les éoliennes ne fonctionnent pas. Ce problème peut cependant être considéré sous un autre angle : quand les éoliennes fonctionnent, elles permettent de

¹ Life cycle assessment of offshore and onshore sited wind power plants based on Vestas V90-3.0MW turbines, 2006

² La production estimée se base sur les chiffres minimum de production (soit 32,9 GWh pour la GE 2,5)

³ Citée d'après : <http://energie.wallonie.be>

réduire le régime de fonctionnement des centrales thermiques et des émissions de CO₂ sont alors évitées. Sans les éoliennes, ces centrales thermiques devraient fonctionner en permanence à un régime de production plus important pour répondre à la demande.

Indépendamment de la problématique propre à l'éolien, l'équilibre entre la production et la demande sur le réseau électrique n'est jamais établi de façon stable. En effet, d'une part, la consommation des ménages et des industries est fort variable selon les saisons, les jours et les heures. D'autre part, les autres sources de production d'électricité sont aussi sujettes à des variations, dues par exemple à l'arrêt et à la mise en marche des turbines (pannes, maintenance...), à l'influence de la température des eaux de refroidissement sur le rendement des centrales thermiques et nucléaires, à l'influence du débit des cours d'eau sur l'électricité produite par les turbines installées au niveau de certains barrages... Des ajustements entre l'offre et la demande doivent donc être recherchés en permanence, qu'il y ait ou non des éoliennes sur le réseau. La complémentarité entre les différents modes de production d'électricité est nécessaire pour maintenir cet équilibre.

Il est bien entendu plus commode, pour gérer l'offre et la demande au niveau du réseau, de pouvoir compter globalement sur une production électrique éolienne la plus stable possible. À cet égard, la multiplication des parcs en Wallonie est intéressante car les variations locales de la vitesse du vent se compensent partiellement mutuellement : lorsqu'il fait peu venteux au niveau d'un parc, il peut y avoir plus de vent au niveau d'un autre parc.

7.3.3.1.3. Impact sur la qualité de l'air

L'exploitation des éoliennes ne générera aucune émission atmosphérique de CO₂, SO₂, NO_x, CH₄, COV, ni de particules en suspension.

Ce projet induit donc une économie d'émissions de ces polluants dans l'atmosphère par rapport à une production identique d'électricité dans les différents types de centrales classiques du parc wallon ; ceci est présenté au tableau ci-dessous pour les chiffres de production minimum et maximum estimés (avec les chiffres de 2005, à défaut de données plus récentes).

Tableau 7-11 : Emission évitée dans l'atmosphère

Paramètres	Emissions pour l'année 2005*	Emissions spécifiques*	Economie annuelle pour 41,8 GWh éolien
SO ₂	28 536 t	405 mg/kWh	16 929 kg
NO _x	24 942 t	354 mg/kWh	14 797 kg
Poussières	2 353 t	33 mg/kWh	1 379 kg

* : Production d'électricité de l'ensemble du parc d'ELECTRABEL en Belgique en 2005 (centrales classiques, centrales nucléaires et énergies renouvelables).

Lors de la construction, de la maintenance et de son démantèlement, un projet éolien produit des gaz polluants en quantité infime. Toutefois, nous donnons ci-après une estimation de la

quantité de gaz polluants produits lors du cycle de vie d'une éolienne basée sur l'analyse du cycle de vie d'un modèle V 90, 3.0 MW on shore¹.

Tableau 7-12: Emissions polluantes liées au cycle de vie des éoliennes

Paramètres	Emissions spécifiques*	Emissions pour 41,8 GWh éolien
SO ₂	21,8 mg/kWh	911 kg
NO _x	17,7 mg/kWh	740 kg
CO	3,13 mg/kWh	130 kg

¹ Life cycle assessment of offshore and onshore sited wind power plants based on Vestas V90-3.0MW turbines,2006

7.4. CONCLUSIONS

La production énergétique du parc éolien en projet a été modélisée en fonction du régime local des vents, du relief, de la rugosité et des obstacles pour les trois modèles envisagés. La production électrique annuelle des huit éoliennes peut être évaluée à 41,8 GWh (en prenant en compte le modèle le moins productif (E 82, 2,0 MW) et de 57,6 GWh pour le modèle le plus productif (REpower 3,3M). Le facteur de charge pour cette période s'élève de 29,8 à 31,0 %. Cette estimation prend en compte la perturbation locale du régime des vents induite par chaque éolienne sur ses voisines (effet de « sillage ») ainsi que les pertes d'exploitation (indisponibilité et pertes électriques).

La disposition des futures éoliennes respecte bien les distances entre machines prescrites par le cadre de référence afin de minimiser la perturbation locale du régime des vents, qui est induite par chaque éolienne sur ses voisines (effet de « sillage »).

La fabrication des éoliennes, leur transport, leur construction, leur démantèlement et, dans une moindre mesure, les travaux de maintenance sont responsables d'émissions de gaz à effet de serre. Les quantités émises sont cependant rapidement compensées par les émissions évitées de gaz à effet de serre par le parc éolien. Une étude réalisée à ce sujet estime que la compensation est réalisée en un peu plus de 3 mois. L'économie d'émission de gaz à effet de serre qui sera assurée grâce à la réalisation du parc éolien de Walcourt / Thuin est estimée comme suit :

- 10 366 tonnes d'équivalent CO₂ par an si on se réfère au parc de production belge d'Electrabel ;
- 19 060 tonnes d'équivalent CO₂ par an si on se réfère à une centrale turbine-gaz-vapeur.

Les fournisseurs d'électricité sont tenus chaque année de justifier un pourcentage de l'électricité vendue avec des certificats verts (8% en 2008, 12% en 2012). Des certificats verts (CV) et des labels de garantie d'origine (LGO) sont octroyés aux producteurs d'électricité verte. Pour le calcul des certificats verts, la CWaPE considère un coefficient d'émission de l'énergie éolienne égal à 0 kg CO₂ / MWh.

La fabrication des éoliennes, leur transport, leur construction, leur démantèlement et, dans une moindre mesure, les travaux de maintenance, sont responsables d'émissions de gaz à effet de serre. Les quantités émises sont cependant rapidement compensées par les émissions évitées de gaz à effet de serre par le parc éolien.

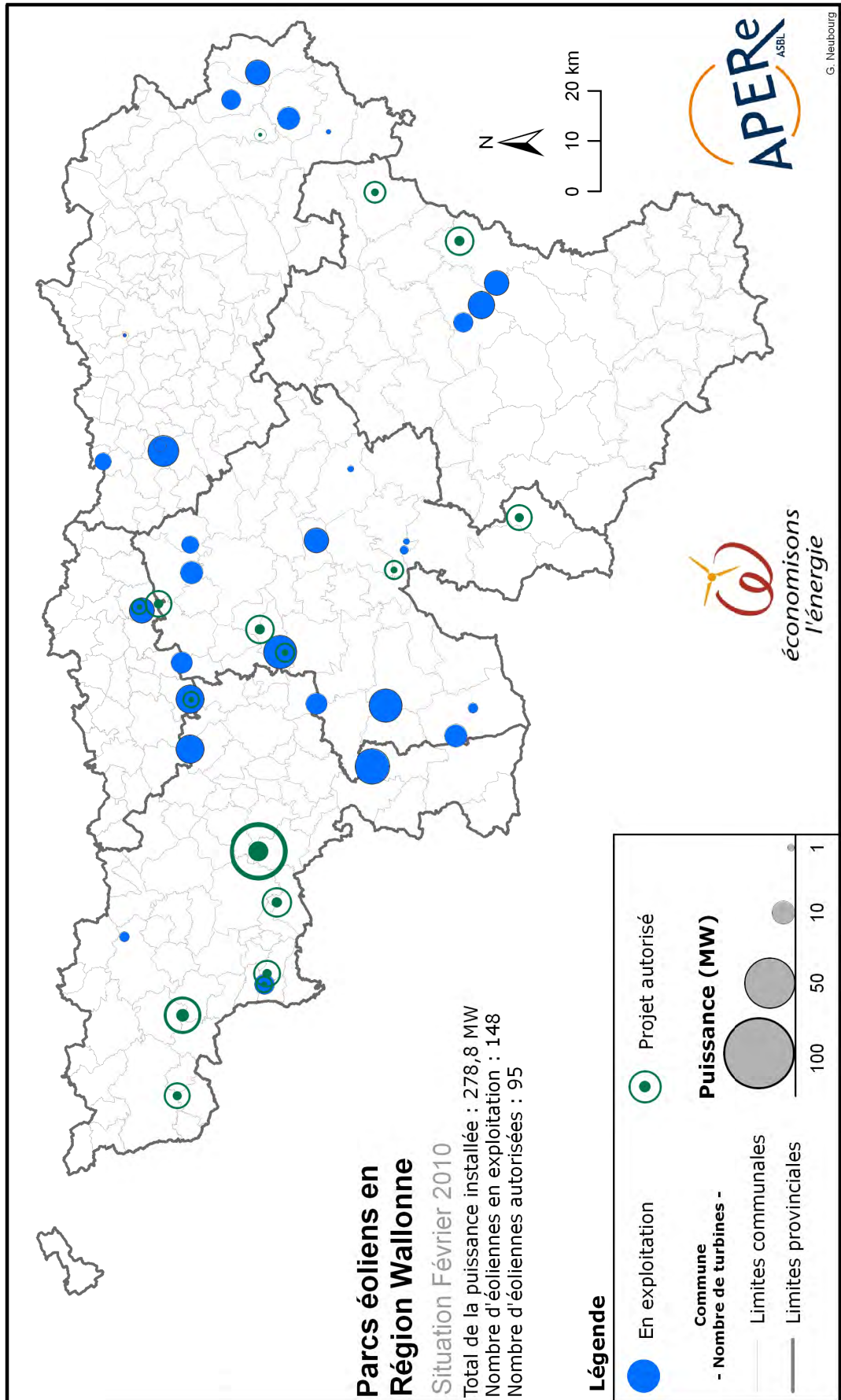
Les impacts du parc éolien en fonctionnement sur la qualité de l'air sont positifs. En effet, outre la réduction des émissions de gaz à effet de serre, les éoliennes permettront d'éviter notamment des émissions d'oxydes d'azote (NO_x), de dioxyde de soufre (SO₂) et de poussières. Ces polluants atmosphériques sont en effet générés par le fonctionnement des centrales thermiques, mais pas par les éoliennes.

Lorsque les éoliennes sont à l'arrêt ou ne produisent pas à la capacité maximale, des centrales thermiques doivent prendre le relais pour compenser l'électricité non produite. Ces

centrales, de par l'utilisation de combustibles fossiles émettent des gaz à effet de serre et du CO₂. Une complémentarité entre différents modes de production électrique est toujours nécessaire pour assurer la sécurité de l'approvisionnement électrique. Lorsque les éoliennes fonctionnent, elles permettent de réduire le régime de fonctionnement d'autres moyens de production, en particulier les centrales thermiques responsables d'émissions polluantes et d'utilisation de combustibles fossiles.

Annexe 7-1:

Localisation des parcs de puissance importante (1MW et plus) en Wallonie



Annexe 7-2:

Résultat de la modélisation des vents pour le parc éolien de Walcourt / Thuin