

**THEME 2.2**  
**Energies renouvelables**  
**Partie : éolien**

**SUBVENTION 2008-2009**  
**Septembre 2009**

**RAPPORT FINAL – VERSION PROVISOIRE**



## TABLE DES MATIERES

<b>1. L'ÉOLIEN .....</b>	<b>2</b>
1.1 TYPOLOGIE DES ÉOLIENNES.....	2
1.1.1 <i>Les installations d'éoliennes individuelles</i> .....	2
1.1.1.1 Caractéristiques techniques.....	2
1.1.1.2 Cadre réglementaire .....	3
1.1.1.3 Situation actuelle.....	4
1.1.2 <i>Les parcs éoliens terrestres</i> .....	4
1.1.2.1 Caractéristiques techniques.....	4
1.1.2.2 Contexte d'installation .....	6
1.1.2.3 Cadre réglementaire .....	6
1.1.2.4 Situation actuelle.....	6
1.1.3 <i>Les parcs éoliens offshore (en mer)</i> .....	6
1.2 PROBLÉMATIQUES TECHNIQUES ET ENVIRONNEMENTALES .....	7
1.2.1 <i>Les installations d'éoliennes individuelles</i> .....	7
1.2.2 <i>Les parcs éoliens terrestres</i> .....	8
1.2.2.1 Aspects territoriaux .....	8
1.2.2.2 Impacts sur la faune.....	9
1.3 ÉVALUATION DU POTENTIEL ÉOLIEN .....	17
1.3.1 <i>Potentiel énergétique issu des éoliennes individuelles</i> .....	17
1.3.2 <i>Potentiel énergétique issu de parcs éoliens terrestres</i> .....	17
1.3.2.1 Les estimations existantes.....	17
1.3.2.2 Planification cartographique pour l'installation d'éoliennes .....	18
1.3.2.3 Estimation du potentiel théorique maximal .....	22
1.4 CONCLUSION .....	25
1.4.1 <i>Impact sur la faune ornithologique et chiroptérologique</i> .....	25
1.4.2 <i>Potentiel énergétique éolien</i> .....	25

## 1. L'ÉOLIEN

L'implantation d'éoliennes en région wallonne est contrainte par des problématiques techniques et environnementales. Ces contraintes varient en fonction du type d'installation d'éoliennes. Il convient donc dans un premier temps de dresser une typologie de ces installations. Sur base de cet exercice, des problématiques techniques et environnementales peuvent être distinguées, et ce afin d'estimer le potentiel de production d'électricité par l'énergie éolienne à l'horizon 2015-2020.

### 1.1 TYPOLOGIE DES ÉOLIENNES

La typologie des installations d'éoliennes s'inscrit dans une perspective d'évaluation du potentiel de production d'électricité par l'énergie éolienne en région wallonne. Elle a donc une dimension arbitraire dans les limites qu'elle définit. C'est pourquoi elle reste à un niveau de différenciation faible en se basant sur un critère d'emprise au sol. Nous distinguons par conséquent :

- les installations d'éoliennes individuelles
- les parcs éoliens terrestres (participatifs, non participatifs ou mixtes)
- les parcs éoliens offshore (en mer)

Concernant les parcs éoliens terrestres nous pouvons distinguer les projets participatifs, non participatifs ou mixtes. Les projets participatifs impliquent une participation d'acteurs locaux soucieux de s'approprier et de profiter des ressources énergétiques locales dans le but notamment de maîtriser au moins partiellement leur approvisionnement énergétique. Ces projets participatifs peuvent regrouper par exemple des particuliers, des pouvoirs publics locaux (par ex. les communes), des associations, des petites et moyennes entreprises présentes localement, etc.

Les projets mixtes sont réalisés à l'initiative d'un partenaire privé désireux d'exploiter pour son propre compte un parc à éoliennes, mais cède une partie de ce parc aux acteurs locaux pour leur propre besoin. Pour ce type de projet, actuellement, c'est souvent le promoteur privé qui propose ce partenariat aux acteurs locaux. L'acceptation du projet est alors renforcée par les collectivités locales, dans le sens où celles-ci se sentent moins dépossédées des ressources éoliennes qu'offre leur territoire. En effet dans le cas de projets non participatifs, les habitants directement confrontés à ces nouvelles implantations peuvent avoir le sentiment que leur environnement immédiat (en terme de ressource et de valeur paysagère<sup>1</sup>) est accaparé ou sacrifié pour l'intérêt privé ou public (voir aussi : <http://www.emissions-zero.com/>).

#### 1.1.1 Les installations d'éoliennes individuelles

##### 1.1.1.1 Caractéristiques techniques

Ces éoliennes fournissent en général de 300 Watts à 20 kW.

En termes d'infrastructures, la hauteur des éoliennes à axe horizontal varie entre 7,5 à 25 mètres avec des rotors ne dépassant guère 12 m de diamètre. Ces éoliennes se caractérisent par une grande diversité de silhouette, de forme, voire de coloris.

---

<sup>1</sup> Nadaï A. & Labussière O., 2009. Paysage et éolien au-delà des clichés. Hors série - le journal de l'éolien, 5, 17-20.

Il existe également plusieurs types d'éoliennes de faible puissance à axe vertical. Le type Darrieus à rotor parabolique, le type Savonius composé de 2 ou plusieurs gobelets, le type à voilure tournante, etc.

Ces éoliennes (à axes horizontaux ou verticaux) ont des rendements très variables et les productions promises par les constructeurs ne sont pas toujours au rendez-vous. Pour y voir un peu plus clair, il existe des centres de tests pour le petit éolien en Espagne, en France, etc. Par exemple le site de Sepen (à Narbonne) permet de tester des machines de 200 W à 10 kW (<http://www.sepen-montplaisir.fr/> voir aussi <http://www.urbanwind.net/> pour le petit éolien en milieu urbain et le site danois : <http://www.folkecenter.net>).

### **1.1.1.2 Cadre réglementaire**

L'installation d'une éolienne ou d'un mât de mesure est soumise à permis d'urbanisme en vertu de l'article 84 du Code wallon de l'aménagement du territoire, de l'urbanisme et du patrimoine (CWATUP), modifié par l'arrêté du Gouvernement wallon du 27 oct. 2005 (publié au MB le 23 nov. 2005). Ce permis peut être exempté de l'avis du fonctionnaire délégué et de l'intervention d'un architecte sous certaines conditions (art. 264, 18°: éoliennes pour autant : - qu'elles ne relèvent pas d'un réseau de production ou de distribution d'électricité ; - que l'implantation soit située à une distance des limites mitoyennes au moins égale à la hauteur totale).

En outre, les éoliennes dont la puissance est égale ou supérieure à 100 kW sont également soumises au permis d'environnement. Celles dont la puissance est égale ou supérieure à 0,1 MW et inférieure à 0,5 MW électrique sont assimilées à une installation de classe 3 et doivent faire l'objet d'une déclaration d'environnement en vertu de la législation relative au permis d'environnement (décret du 11 mars 1999 et arrêté du Gouvernement wallon du 4 juil. 2002) (<http://energie.wallonie.be/servlet/Repository/eolurb.pdf?ID=9001&saveFile=true>).

Pour les éoliennes ou parc d'éoliennes dont la puissance totale est égale ou supérieure à 0,5 MW et inférieure à 3 MW électrique, l'installation est qualifiée d'établissement de classe 2. Et les éoliennes ou parc d'éoliennes dont la puissance totale est égale ou supérieure à 3 MW électrique sont assimilés aux établissements de classe 1. Ces établissements sont donc soumis à l'octroi préalable d'un permis d'environnement (permis unique) et soumis d'office à étude d'incidences pour les installations de classe 1.

Dans les faits, comme est obligatoire d'obtenir un permis d'urbanisme et un permis d'environnement pour installer et exploiter un parc éolien ou une éolienne solitaire, la procédure à suivre sera celle du permis unique. L'avis des autorités compétentes et organismes consultatifs sont donc nécessaires dans le cadre de la procédure de demande : fonctionnaires techniques et délégués, CWEDD (Conseil wallon de l'Environnement et du Développement Durable), dans le cadre de l'étude d'incidences environnementales, CRAT (Commission régionale de l'Aménagement du territoire), CRMSF (Comité Régional des Monuments, Sites et Fouilles), Belgocontrol et Défense Nationale, etc.

Ces installations sont assimilées à des équipements d'utilité publique et peuvent, en tant que tels, peuvent faire l'objet d'une dérogation au plan de secteur en application de l'article 110 du CWATUP, à condition de s'intégrer dans le site bâti et non bâti.

Pour ce qui concerne l'étude d'incidences proprement dite, la DGARNE (Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement) a établi un guide méthodologique pour l'installation de projets de parc éolien. Celui-ci décrit les éléments du contenu de l'étude d'incidences à prendre particulièrement en compte (<http://environnement.wallonie.be/aerw/pe/index.htm>). Différents vade-mecum sont également disponibles sur le site portail de l'Energie en Région wallonne (<http://energie.wallonie.be/fr/l-eolien.html?IDC=6105>).



Le Gouvernement wallon a aussi approuvé le 18 juillet 2002 un Cadre de référence pour l'implantation d'éoliennes en Région wallonne qui a notamment servi à l'évolution du cadre législatif (<http://energie.wallonie.be/fr/cadre-de-reference-pour-l-implantation-d-eoliennes-en-region-wallonne.html?IDC=6105&IDD=11176>).

Pour plus d'informations :

<http://energie.wallonie.be/fr/l-eolien-a-domicile.html?IDC=6359&IDD=11296>.

### 1.1.1.3 Situation actuelle

Nous ne disposons à ce jour d'aucune base de données recensant le nombre d'éoliennes individuelles sur le territoire de la Région wallonne.

## 1.1.2 Les parcs éoliens terrestres

### 1.1.2.1 Caractéristiques techniques

Les éoliennes, tri pales, qui constituent ces parcs fournissent une puissance variant de 300 kW (Parc de Theux) à 6 MW (Parc d'Estinnes) par éolienne pour celles déjà en place en Région wallonne. Actuellement les machines les plus puissantes développent 6 MW pour l'éolien terrestre. Concernant l'offshore, la machine prototype la plus puissante développe 7,5 MW (Britannia Project, Couronne d'Angleterre) et le développement de machine de 10 MW est en cours.

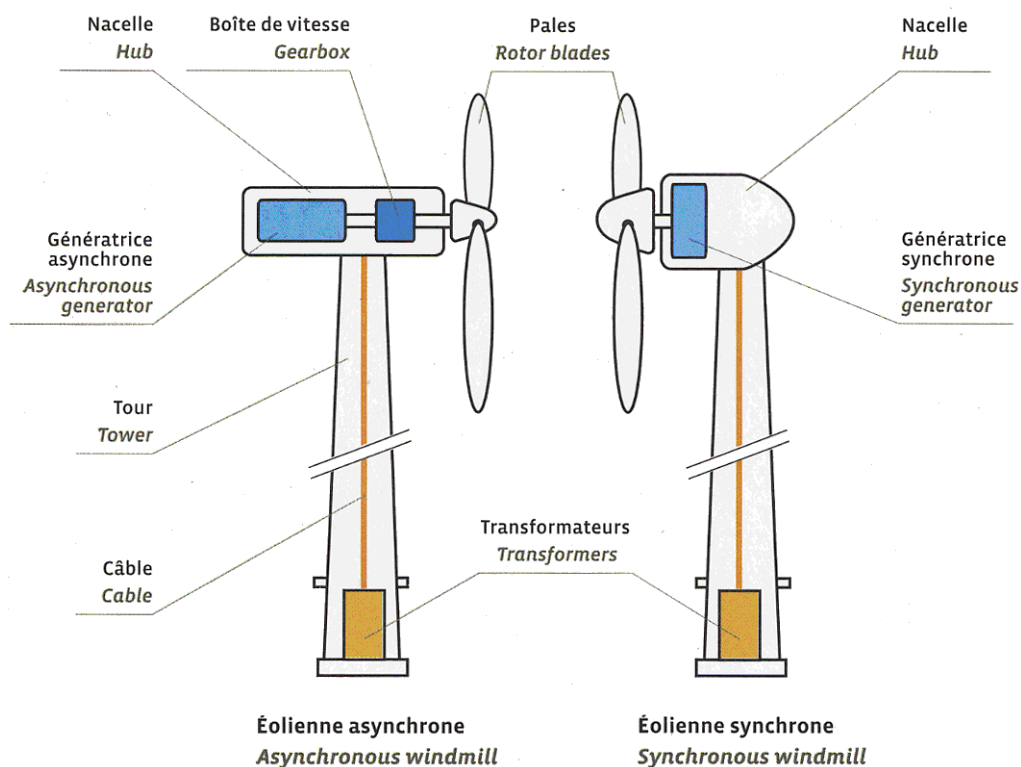
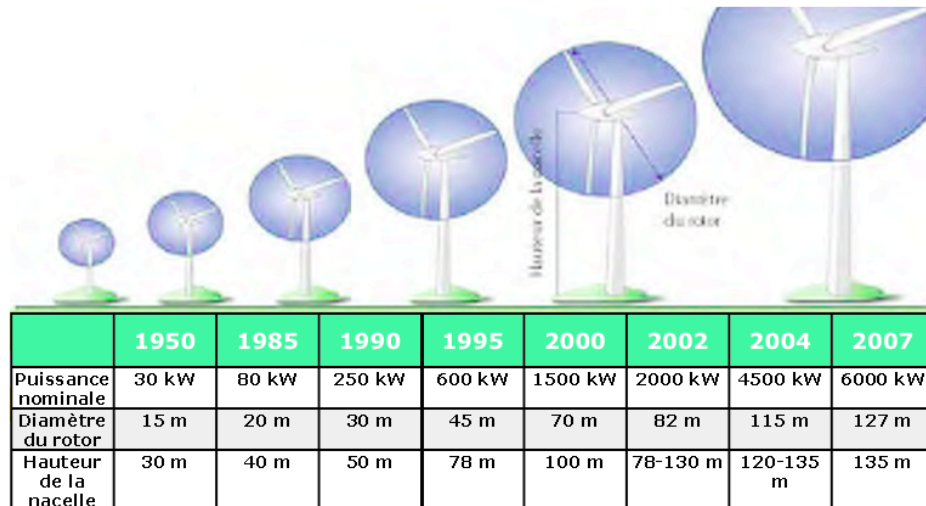


Figure 1. Deux types d'éoliennes : les modèles asynchrones (avec boîte de vitesse) et les modèles synchrones (sans boîte de vitesse).

L'infrastructure des éoliennes est en conformité avec la puissance générée. Ainsi, le diamètre du rotor varie de 25 à 127 m sur les parcs éoliens en service. Les mâts des aérogénérateurs ont pour leur part une hauteur de 30 à 135 mètres, soit une hauteur comprise entre une fois et une fois et demi le diamètre du rotor. La hauteur de ces mâts s'explique par la nécessité de profiter des conditions de vents maximales en minimisant les effets de rugosité du sol. La silhouette de ces infrastructures est semblable d'un constructeur à l'autre. Le mât est ainsi tubulaire et sa couleur autant que celle des rotors tire vers des tons clairs. Seule la forme de la nacelle peut significativement varier.



**Figure 2. Schéma de la taille des éoliennes (WindVision 2007). Evolution de la taille des éoliennes en fonction des années et de la puissance associée**

La production d'électricité d'origine éolienne est par nature variable dans le temps par le caractère fluctuant de l'intensité du vent. Pour palier à cet inconvénient plusieurs pistes sont à envisager de manière complémentaire, entre autre :

- La mise en réseau au niveau européen permettra de pallier (partiellement) aux variations locales de production (par exemple, l'Allemagne a anticipé en renforçant et en adaptant son réseau).
- Le stockage d'énergie par pompage-turbinage hydraulique<sup>2</sup> (solution éprouvée depuis 1890 et notamment appliquée pour l'électricité produite à partir de l'énergie nucléaire). A titre d'exemple une STEP (station de transfert d'énergie par pompage) d'une capacité de 100000 m<sup>3</sup> placé à 100 m du réservoir inférieur peut stocker 27,25 MWh.
- Le stockage souterrain d'énergie sous la forme d'air comprimé<sup>3</sup>. Deux méthodes sont possibles et à l'étude. La voie diabatique qui nécessite l'utilisation de gaz naturel (et donc produit du CO<sub>2</sub>) et la voie adiabatique qui se passe de gaz naturel. Cette deuxième voie expérimentale a la faveur de l'Union européenne.
- Le stockage de l'électricité dans les batteries de voitures électriques notamment envisagée au Danemark.

<sup>2</sup> APERe, 2005. Le pompage-turbinage : une solution efficace pour la demande énergétique. *Renouvelable* 13 (1), 4-5.

Piro P., 2009. Pomper l'eau pour stocker le vent. *Systèmes solaires, le journal des énergies renouvelables*, 190, 12-19.

<sup>3</sup> Poudevigne E., 2009. Stocker le vent sous terre. *Hors-série, le journal de l'éolien*. 5, 22-27.

### **1.1.2.2 Contexte d'installation**

Les parcs éoliens terrestres sont destinés à une production d'électricité en quantité importante véhiculée à travers un réseau. Elles s'inscrivent dans une démarche économique et industrielle avec un objectif de vente d'électricité. Ces parcs comprennent par conséquent plusieurs éoliennes. Ce nombre fluctue entre 1 et 11 pour les parcs déjà en activité (12 à Ohey projet en recours).

Outre les éoliennes, il convient de prendre en compte les aménagements connexes :

- Une cabine au pied de chaque mat abritant le transformateur et du matériel électrique (intégrés dans le mât)
- Des câbles enterrés entre les éoliennes et le poste de livraison
- Un poste de livraison vers lequel convergent les câbles de toutes les éoliennes
- Un câble de raccordement au réseau électrique public (en souterrain)

### **1.1.2.3 Cadre réglementaire**

Le cadre réglementaire et administratif pour l'implantation d'éoliennes de puissance (c'est-à-dire supérieures à 500kW) est fixé par la décision du Gouvernement wallon du 18 juillet 2002 et intégré au corpus réglementaire wallon. Ce cadre fixe une série de critères d'implantation d'éoliennes couplée à des règles de zonage sans toutefois avoir recours à une cartographie des zones autorisées. Le plan de secteur ne peut toutefois présider à l'implantation d'éoliennes en vertu de l'article 110 du CWATUP qui offre des mécanismes dérogatoires spécifiques à la mise en œuvre de projets éoliens.

Notons également la mise en place du régime de certificats verts favorisant la production d'électricité verte ainsi que des aides financières pour la réalisation d'une étude des vents.

### **1.1.2.4 Situation actuelle**

L'APERe (facilitateur éolien pour le compte de la Région wallonne) tient à jour un recensement des projets d'installations d'éoliennes de puissance (voir annexes). Il dénombre pour la fin 2008, 22 parcs éoliens en activité, 18 parcs avec permis actuellement accordés et 5 projets de parcs en recours en cours.

L'ensemble de ces parcs compte 190 éoliennes pour une puissance totale d'environ 415,4 MW. 31 éoliennes sont concernées par les projets en recours en cours pour une puissance totale de 69,9 MW.

### **1.1.3 Les parcs éoliens offshore (en mer)**

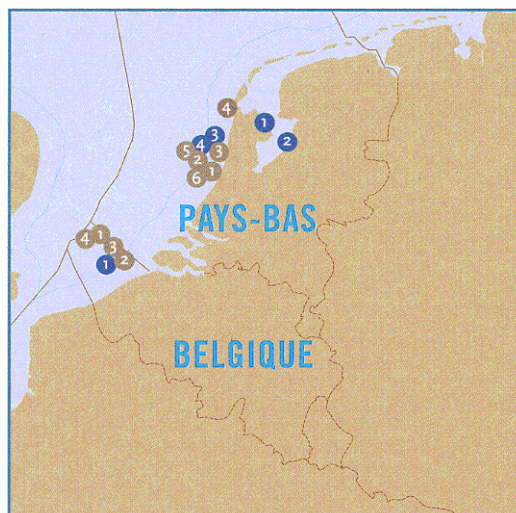
Les parcs éoliens en mer peuvent contribuer à la production d'énergie renouvelable comme le préconise la directive européenne 2001/77/CE<sup>4</sup> et plusieurs projets sont plus ou moins avancés au large de la côte belge. Cependant, les territoires marins sont sous la compétence de l'état fédéral belge. L'électricité produite à partir de ces parcs marins est donc une contribution de l'état fédéral indépendante de l'effort fourni par les régions. Les parcs éoliens offshore ne sont par conséquent pas pris en compte dans l'évaluation du potentiel de production d'électricité par l'éolien en Région wallonne.

Actuellement (le journal de l'éolien<sup>5</sup>, 2009), dans les eaux nationales belges, un parc est en service pour une puissance installée de 30 MW et quatre parcs sont en projet pour une puissance totale de 1416 MW.

---

<sup>4</sup> Pour rappel, la directive européenne (2001/77/CE) fixe à 22,1% la part d'énergies renouvelables dans la consommation totale d'électricité de l'Europe des 15 (21% si on considère l'Europe des 25) pour 2010. Cette directive fixe également des objectifs indicatifs pour chaque pays membre : ainsi pour la Belgique qui s'y est engagée, 6% de la demande d'électricité devait être satisfaite par les énergies renouvelables en 2010.

<sup>5</sup> Le journal de l'éolien – hors série n°4. Février 2009.



**Figure 3. Parcs éolien offshore, pour la Belgique : 1 parc en service (bleu) et 4 en projet (brun). (source : le journal de l'éolien, 2009).**

En service :

- 1 - Thornton Bank 1, 30 MW (6 Repower), C-Power, 2008

En projet :

- 1 - Belwind, 330 MW (110 Vestas), Evelop, 2010
- 2 - Thornton Bank 2 et 3, (54 Repower), C-Power, 2010 et 2012
- 3 - Eldepasco 1 et 2, 216 MW, Eldepasco, 2012 et 2014
- 4 - North of Bligh Bank, 600 MW (Blue H), Northwester, 2015

En Europe, la puissance installée des parcs offshore était de 8447 MW en 2008 et le développement de projets est en pleine expansion. De plus, d'importants projets de développement de réseau de distribution raccordant les parcs marins (notamment la Mer du Nord) sont à l'étude. La Commission européenne propose l'élaboration de réseaux interconnectés entre plusieurs pays qui permettraient de réduire les fluctuations de production et de diminuer le coût de raccordement<sup>6</sup>.

## 1.2 PROBLÉMATIQUES TECHNIQUES ET ENVIRONNEMENTALES

L'installation d'éoliennes requiert un site non soumis à des contraintes urbanistiques et environnementales majeures et bien exposé aux vents. La compréhension de ces contraintes permet de mieux estimer le potentiel éolien à l'horizon 2015-2020 avec les technologies actuelles ainsi qu'avec un développement supposé des technologies.

### 1.2.1 Les installations d'éoliennes individuelles

Les installations d'éoliennes individuelles au caractère ponctuel et isolé induisent des impacts essentiellement sur le cadre de vie (impacts visuels et nuisances acoustiques). En outre, leur mise en place est soumise à des conditions d'éloignement du bâti pour des raisons de sécurité et d'ombrage (notamment effet stroboscopique).

<sup>6</sup> Pour en savoir plus : Le vent se lève sur l'off-shore, hors-série, le journal de l'éolien, 4, 2009.

Ces impacts sont restreints de par la hauteur des mâts et le bon aménagement au regard du site d'implantation. Cependant, la multiplication de telles installations, à laquelle peut contribuer l'augmentation des habitats dispersés en espaces semi-ouverts, peut engendrer des impacts visuels beaucoup plus conséquents.

### 1.2.2 Les parcs éoliens terrestres

Outre les impacts temporaires liés à la phase de chantier, les parcs éoliens terrestres ont un impact territorial plus important qu'une éolienne de faible puissance. Ces impacts peuvent se synthétiser en impacts liés à :

- l'emprise d'un parc éolien au sol (mâts et cabines annexes) ;
  - perturbation de l'écosystème au sol ;
  - gênes aux activités agricoles.
- l'éolienne elle-même
  - perturbation des activités aériennes humaines;
  - impacts sur la faune : oiseaux et chauves-souris
  - perturbation des transmissions d'ondes (TV, GSM, radio, ...)
  - nuisances acoustiques ;
  - projections d'ombres et effet stroboscopique ;
  - impacts visuels ;
  - distance de sécurité entre les mâts et par rapport à l'habitat.

L'ensemble de ces impacts font l'objet de critères de choix de site d'implantation de parcs éoliens afin de minimiser les perturbations. Ces mesures sont consignées dans une note intitulée « cadre de référence pour l'implantations d'éoliennes en Région wallonne » approuvée par le Gouvernement wallon le 18 juillet 2002.

#### 1.2.2.1 Aspects territoriaux

Les aspects territoriaux concernant les parcs éoliens sont multiples. Une première approche est de considérer la compatibilité avec les occupations du sol et avec les activités humaines. Ainsi l'agriculture, l'élevage et les activités industrielles sont compatibles avec le développement éolien<sup>7</sup>. Sont incompatibles les zones d'habitats, les zones concernées par les activités aéronautiques, les zones naturelles sensibles, les zones forestières (voir impacts sur la faune ci-dessous), etc.

On peut aussi s'interroger sur la capacité des paysages à accepter des éoliennes (stratégie paysagère)<sup>8</sup> : éviter l'effet de mitage, d'écrasement, d'encerclement, de saturation, ... Les territoires « sanctuaires » (patrimoniaux ou naturelles) sont souvent à exclure. Les paysages sont très profondément marqués par la présence des éoliennes. Il ne convient pas de les y intégrer mais bien de les recomposer avec celles-ci<sup>9</sup>.

Dans le cadre de l'utilisation parcimonieuse du territoire, l'on peut se poser la question de ce qu'il en est avec les éoliennes : Bal (2007)<sup>10</sup> estime que seulement 1 % est occupé par les aérogénérateurs au sein des zones de production d'électricité d'origine éolienne.

---

<sup>7</sup> Rialhe A., 2007. Le diagnostic de territoire préalable à la stratégie locale de développement d'énergies renouvelables. In : Où produire les énergies renouvelables ? Dossier du colloque de l'adef. 61-70.

<sup>8</sup> Matykowski I., 2007. Les outils de cohérence territoriale : le dispositif éolien dans le Pas de Calais. In : Où produire les énergies renouvelables ? Dossier du colloque de l'adef. 81-85.

<sup>9</sup> Nadaï A & Labussière O., 2009. Paysage et éolien au-delà des clichés. Hors série, le journal de l'éolien, 5, 17-20.

<sup>10</sup> Bal JL., 2007. La politique française de développement des énergies renouvelables. In : Où produire les énergies renouvelables ? Dossier du colloque de l'adef. 7-15.

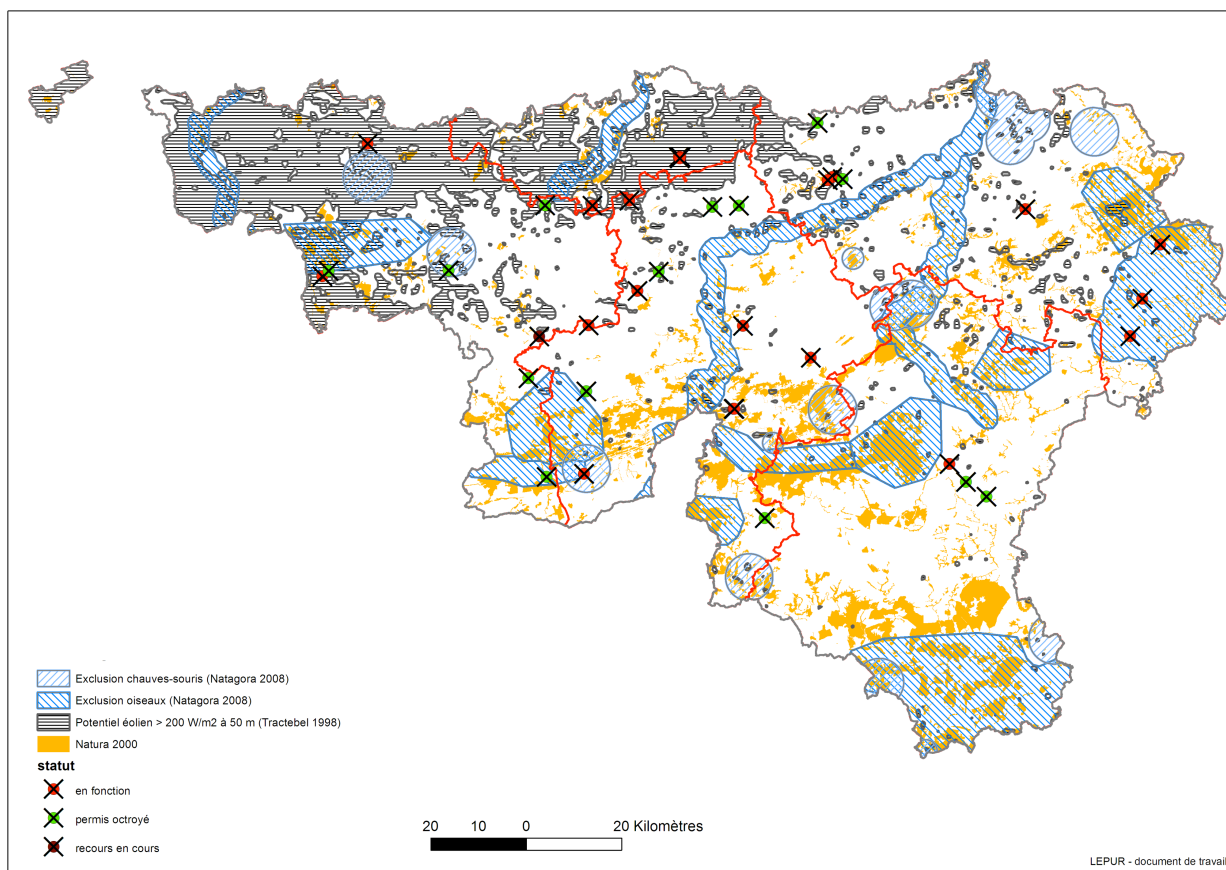
### 1.2.2.2 Impacts sur la faune

Les impacts sur la faune concernent essentiellement l'avifaune et les chauves-souris.

Natagora (2008<sup>11</sup>), sur base des données oiseaux et chauves-souris qui sont en leur possession, ont proposé une carte d'exclusion de parcs éoliens en Région wallonne.

Pour Natagora, une zone peut être exclue si :

- elle abrite des populations reproductrices importantes d'espèces rares et sensibles aux éoliennes (Cigogne noire ; Faucon pèlerin ; Hibou grand-duc) ;
- et/ou elle est connue comme zones de concentration de la migration des grandes espèces (rapaces dont le Balbuzard pêcheur, le Milan noir, le Milan royal et le Busard des roseaux) ;
- et/ou elle accueille des populations hivernantes d'espèces rares et sensibles aux éoliennes (Faucon pèlerin, Hibou grand-duc...) ;
- la position des colonies de chauves-souris connues d'espèces rares et sensibles se trouve dans un rayon correspondant à la distance de chasse des différentes espèces (donc ses besoins réels), distances communément admises en Wallonie, se basant essentiellement sur les données de la littérature. Espèces concernées : *Myotis emarginatus*, *Myotis myotis*, *Rhinolophus hipposideros*, *Rhinolophus ferrum-equinum*.



**Figure 4. Carte d'exclusion de parcs éoliens par rapport à la protection des oiseaux et des chauves-souris (Natagora 2008) et par rapport à Natura 2000.**

<sup>11</sup> Natagora, 2008. L'implantation d'éoliennes en Région wallonne. 8 pp.

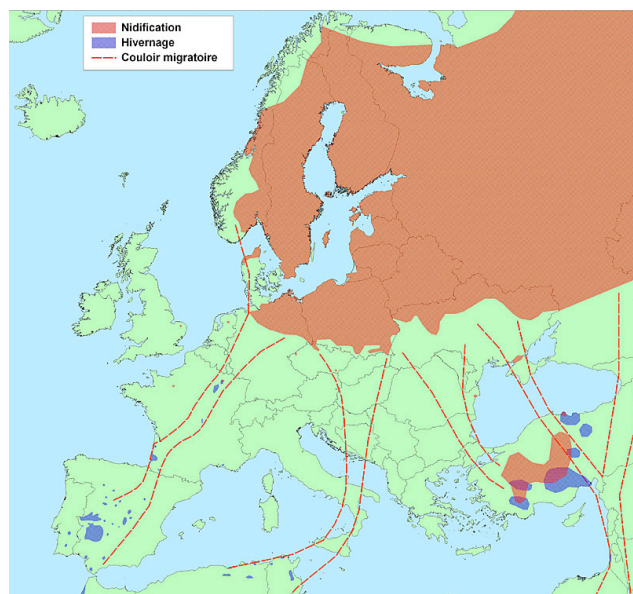


**Pour les oiseaux** deux types d'impacts doivent être distingués : les impacts sur les populations en migration et les impacts sur les populations locales (modification des territoires de nidification et/ou de chasse).

La Wallonie est traversée par des flux migratoires assez diffus (voir les deux cartes ci-dessous). Néanmoins, l'axe nord-sud de la vallée de la Meuse, une partie de la vallée de l'Ourthe et l'est de la Lorraine sont vraisemblablement des voies de concentration un peu plus marquées (cf. carte ci-dessus).



**Figure 5. Principales voies de migration des oiseaux en Europe et Afrique (d'après Albouy A. & al., 1997)**



**Figure 6. Exemple de voies migratoires : la grue cendrée (*Grus grus*) (source LPO<sup>12</sup>)**

L'étude de Albouy<sup>13</sup> & al. (1997) montre que les oiseaux en migration ont des comportements différents selon qu'ils appartiennent à la catégorie des grands voiliers ou des passereaux.

Les grands voiliers lorsqu'ils se présentent face aux éoliennes ont des réactions fortes d'évitement (voir tableau). Par contre si le vol a lieu en altitude (> 1000 m), aucune réaction n'est observée. Pour les passereaux, les réactions face aux éoliennes sont faibles, ceux-ci passent au travers ou en dessous.

Type de réaction	%
Bifurcation	91,0
Survol	3,0
Demi-tour	2,5

Distance d'anticipation	%
< 50 m	11,0
- 100 m	11,0
- 500 m	37,0

<sup>12</sup> [http://champagne-ardenne.lpo.fr/grues/grue\\_cendree.htm](http://champagne-ardenne.lpo.fr/grues/grue_cendree.htm)

<sup>13</sup> Albouy A. & al., 1997. Suivi ornithologique du parc éolien de Port-la-Nouvelle.

Type de réaction	%
Séparation du groupe	2,0
plongeon	1,0

Distance d'anticipation	%
- 1000 m	20,5
> 1000 m	20,5

**Tableau 1. Réactions des oiseaux migrateurs face aux éoliennes (d'après Albouy & al., 1997).**

Ci-dessous deux tableaux reprennent les périodes de migration prénuptiale et postnuptiale pour quelques oiseaux. Il ressort globalement que pendant trois mois et demi par an, il n'y a pas de d'impact, car pas de migration. Il s'agit des périodes : décembre - janvier et juin – début juillet. En dehors de ces périodes les migrations peuvent être plus ou moins intenses, plus au moins diffuses en fonction notamment des stratégies propres aux espèces. Les impacts dus aux éoliennes sont donc très variables en fonction notamment de leur implantation par rapport aux voies de migration, aux espèces qui sont concernées par ces voies. Il est donc inadéquat de tirer des conclusions précises à l'échelle de la Wallonie, hormis de définir des zones d'exclusion par rapport aux voies préférentielles de migration (cf. carte Natagora). Néanmoins il conviendra d'étudier au cas par cas l'impact des parcs éoliens sur les voies plus diffuses de migration qui peuvent à certains endroits être tributaires de la topographie particulière de l'endroit (par exemple).

Espèce	Périodes de migration												Altitude m	Vitesse km/h	Densité nb	Heure	
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D					
Busard cendré*														0-210 (608)	25 (65)	1,3	8-14
Balbusard pêcheur*															42 (80)	1	7-19
Buse variable														400-675 (2000)	35 (52)	10 (100)	10-15
Epervier d'Europe															42		9-16
Bondrée apivore*															42 (86)	7	9-16
Milan royal*															37-54	3-4	9-14
Milan noir*															42-48	20	8-16
Cigogne noire*															56-59	1 (10)	8-16
Cigogne blanche*														< 1000	50	< 300 (600)	
Grive musicienne															43-53	< 1	23-3
Pigeon colombin																5 (10)	6-1 & 13-17



**Tableau 2. Exemples de périodes de migrations prénuptiale et postnuptiale des oiseaux (source et modifié : Mission Migration<sup>14</sup>).**

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Grand Cormoran ( <i>Còrb marin</i> )												
Cigogne noire ( <i>Cigonha negra</i> )												
Cigogne blanche ( <i>Cigonha comuna</i> )												
Bondrée apivore ( <i>Vespatiera</i> )												
Milan noir ( <i>Nilba</i> )												
Milan royal ( <i>Caolforeat</i> )												
Busard des roseaux ( <i>Tartaràs</i> )												
Epervier d'Europe ( <i>Esparvièr</i> )												
Balbusard pêcheur ( <i>Gal pesquièr</i> )												
Pigeon ramier ( <i>Palomba</i> )												
Martinet noir ( <i>Faucilh</i> )												
Guêpier d'Europe ( <i>Vespardièr</i> )												
Alouette des champs ( <i>Lauseta</i> )												
Hirondelle rustique ( <i>Ironda d'estable</i> )												
Hirondelle de fenêtre ( <i>Irondo de vila</i> )												
Pinson des arbres ( <i>Pinçard comun</i> )												
Chardonneret élégant ( <i>Cardinat</i> )												

**Tableau 3. Périodes migratoires pour quelques espèces d'oiseaux (source : Parc naturel du Haut Languedoc, 2005<sup>15</sup>), il convient de reculer de quelques jours la migration prénuptiale et d'avancer également de quelques jours la migration postnuptiale pour les faire correspondre à nos contrées.**

Certaines études (voir figure et tableau ci-dessous) relativisent l'impact des éoliennes par rapport aux autres structures d'origine anthropique ou aux autres activités anthropiques. Celles-ci mettent en évidence que ces autres éléments anthropiques provoquent 50 à 20000 plus de mortalité pour l'avifaune que les éoliennes (avec la concentration actuelle des parcs). Ainsi par exemple la mortalité due aux immeubles et aux vitrages serait de l'ordre de 6000 à 20000 plus élevée par rapport à la mortalité due aux éoliennes.



**Figure 7. Causes d'accidents mortels chez les oiseaux. Nombres pour 10 000 décès. (in : Association Canadienne de l'Énergie Éolienne, 2006<sup>16</sup> et Erickson & al., 2005<sup>17</sup>)**

<sup>14</sup> <http://www.migracion.net/>

<sup>15</sup> Parc naturel du Haut-Languedoc, 2005. La migration des oiseaux dans le Haut-Languedoc. Les fiches du Parc.

<sup>16</sup> Association Canadienne de l'énergie éolienne, 2006. Faune - Espèces ailées et énergie éolienne. <http://www.canwea.ca>.

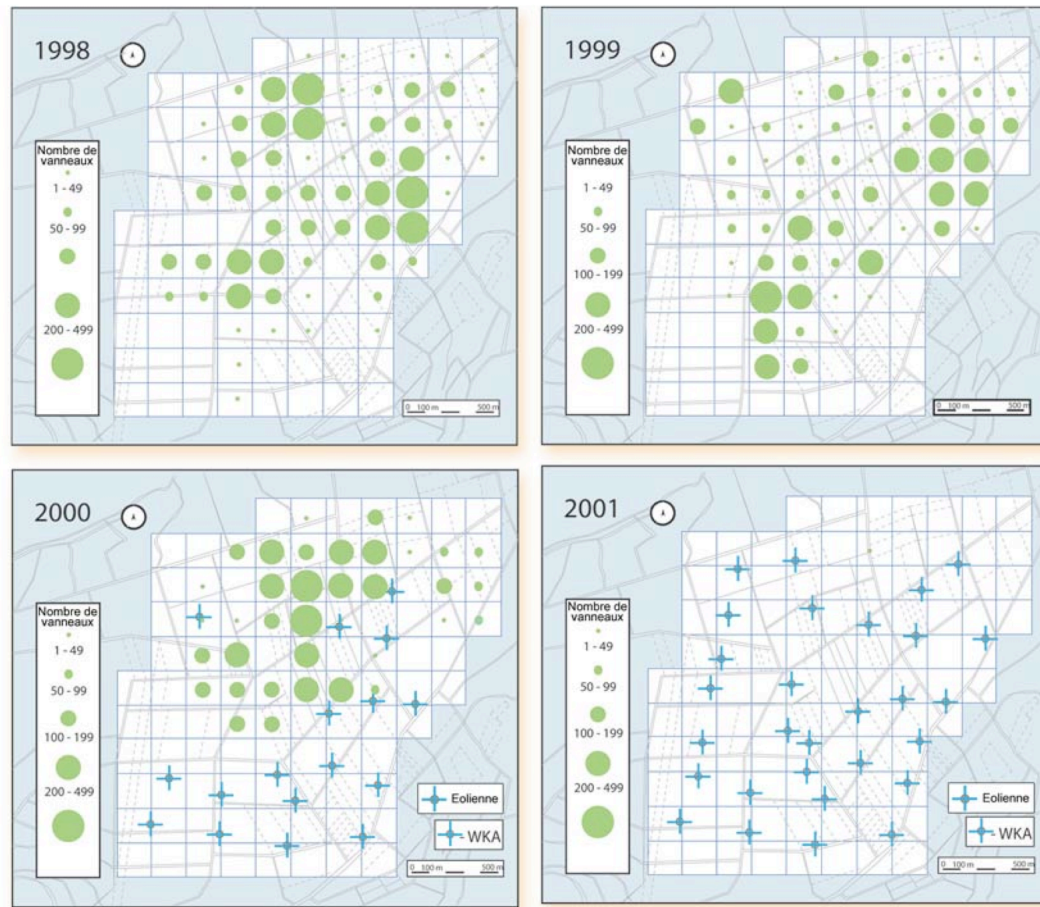
Causes	Mortalité annuelle en milliers d'individus	Rapporté à 1 collision sur une éolienne
Trafic	60 000 – 80 000	2 800
Immeubles et vitres	98 000 – 980 000	21 560
Pylônes électriques et câbles	174 000	6 960
Tours TV et communication	4 000 – 50 000	1 080
Eoliennes	10 - 40	1

**Tableau 4. Estimation du nombre d'oiseaux victimes de collision avec des structures d'origine anthropique aux USA (d'après Hötker et al., 2006<sup>18</sup>).**

Il peut avoir également un impact des éoliennes sur l'avifaune locale (nicheuse). D'une manière générale, les lisières forestières (voire le milieu forestier lui-même), les haies et les abords de plans d'eau ou de zones humides sont plus sensibles. En effet ces milieux sont souvent le lieu d'activités intenses pour la faune (lieu de nourrissage, etc.). Dans les milieux ouverts (champs, prairies) les espèces qui y sont inféodées (alouettes, pipits, vanneaux huppés, etc.) peuvent également être perturbées par les éoliennes. Certaines espèces ont des comportements aggravants, par exemple l'alouette des champs chante en vol à environ 50 m du sol à la verticale de son de territoire. Pour d'autres espèces, les prairies sont des lieux de repos ou de halte (hérons, oies). Certaines espèces peuvent même abandonner leur territoire suite à l'installation d'un parc éolien (cf. exemple ci-dessous).

<sup>17</sup> Wallace P. Erickson, Gregory D. Johnson, and David P. Young Jr., 2005. A Summary and Comparison of Bird Mortality from Anthropogenic Causes with an Emphasis on Collisions. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-191. 1029-1042

<sup>18</sup> Hötker, H., Thomsen, K.-M. & H. Jeromin, 2006. Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats - facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.



**Figure 8. Abandon d'une zone par le vanneau huppé suite à l'extension d'un parc éolien en Allemagne (d'après Bergen, 2001<sup>19</sup>).**

En conclusion, même si le taux de collision est relativement faible entre oiseaux et éoliennes (en moyenne 2 individus par an par éolienne<sup>20</sup>), il convient avant toute nouvelle installation de réaliser une étude au cas par cas et ce sur une durée de minimum d'un an du cycle biologique<sup>21</sup>. Cette étude de suivi doit prendre en compte les différents peuplements d'oiseaux fréquentant le site qu'ils soient nicheurs, hivernants ou migrateurs (pré et post-nuptiaux), que leurs comportements soient diurnes ou nocturnes. Afin de compléter nos connaissances et de vérifier les conclusions des études d'incidences, il convient aussi de développer un suivi après implantation d'un parc éolien selon le principe BACI (Before After Control Impact / contrôle des impacts par comparaison avec l'état initial. Méthode par laquelle on mesure les impacts d'un projet sur l'environnement. Une analyse précise avant la construction du projet et une autre après sont comparées afin d'évaluer les perturbations engendrées)<sup>22</sup>.

<sup>19</sup> Bergen F., 2001. Windkraftanlagen und Frühjahrsdurchzug des Kiebitz (Vanellusvanellus): eine Vorher-Nachher-Studie an einem traditionellen Rastplatz in Nordrhein-Westfalens Windenergie und vogel : Ausmass und bewaltung eines konfliktes, TUB.

<sup>20</sup> Rocher P. & al., 2007. L'énergie du vent – Les éoliennes au service des hommes et de leur planète. Le cherche midi. Paris. 159 pp.

<sup>21</sup> Celse J., 2005. Projets éoliens et avifaune en région Provence - Alpes - Côte d'Azur - Mise en place d'un protocole de suivi ornithologique. ECO-MED. 50 pp.

<sup>22</sup> LPO, 2006. L'énergie éolienne et la conservation de la nature. 12 pp.

Une attention particulière doit également être portée sur la conception des éoliennes. Par exemple, les éoliennes montées sur des structures « type pylône électrique » peuvent servir de perchoir de guet pour les rapaces qui deviennent inattentifs aux mouvements des pales, préoccupés qu'ils sont à repérer leurs proies. De même l'agencement des éoliennes au sein des parcs peut également avoir des conséquences sur les déplacements d'oiseaux, par exemple la disposition d'une ligne perpendiculaire d'éoliennes sur le trajet d'un vol d'oiseaux et beaucoup plus perturbateur qu'une disposition dans l'axe du trajet (micro-siting, LPO 2006<sup>14</sup>).

**Les chiroptères ou chauves-souris** peuvent être tués de deux manières par les éoliennes : par collision directe avec les pales ou par la dépression d'air à proximité des pales. La littérature, pour corroborer ce dernier phénomène, décrit des individus morts retrouvés à proximité des éoliennes montrant des lésions internes.

Plusieurs études sont disponibles sur les impacts des éoliennes sur les chauves-souris. Le tableau ci-dessous, compilation de Brinkmann & al. (2006)<sup>23</sup>, en reprend quelques unes.

Lieu	Milieus	Période d'étude (PE)	Mortalité par éolienne/PE	Avec facteurs de correction
Buffalo Ridge MN P1	Champs et pâturages	1999	0,07	Oui (1)
Buffalo Ridge MN P2		1998-2001	2,02	Oui (1)
Buffalo Ridge MN P3		1999-2001	2,32	Oui (1)
Foot Creek Rim WY	Prairie, trembles, arbustes	1998-2001	1,04	Oui (1)
Vansycle OR	Champs et herbages	1999	0,74	Oui (1)
Wisconsin	Champs et herbages	1999	1,10	Oui (1)
Buffalo Mtn. TN	Forêt feuillus et sommet montagne	2001	10	Non (1)
Mountaineer, W Virginia	Forêt en crête	31.07-11.09.2004	38	Oui (2)
Meyersdale, Pennsylvania	Forêt en crête	31.07-11.09.2004	25	Oui (2)
Top of Iowa	Terres agricoles près de zones humides	15.04-15.12.2003	5,91	Oui (3)
		24.03-15.12.2004	10,17	
Navarre NO Espagne	Pâturages et broussailles	1999-2001	2,6	Oui E+D, S pas certain (4)

<sup>23</sup> Brinkmann, R., Schauer-Weissahn, H. & F. Bontadina, 2006. Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg. Etudes sur les effets potentiels liés au fonctionnement des éoliennes sur les chauves-souris dans le district de Freiburg.

Lieu	Milieux	Période d'étude (PE)	Mortalité par éolienne/PE	Avec facteurs de correction
Prellenkirchen, Est Autriche	Cultures	09.2003 à 09.2004	8,0	Oui (5)
Steinberg, Est Autriche	Cultures	09.2003 à 09.2004	5,33	Oui (5)
Puschwitz, Saxe	Stades de recolonisation forestière, pinèdes	18.08-10.10.2002	3,40	Non (6)
Rosskopf, Fribourg	Chablis en forêt	08-10.2004	21,5	Oui S et non E+D (7)

**Tableau 5. Mortalité de chauves-souris dans différents parcs éoliens aux USA, Espagne, Autriche et Allemagne. Tableau compilé par Brinkmann & al., 2006. (1) Erickson & al., 2002<sup>24</sup>, (2) Kerns & al., 2005<sup>25</sup>, (3) Korford & al., 2005<sup>26</sup>, (4) Alcade & Saenz, 2004<sup>27</sup>, (5) Traxler & al., 2004<sup>28</sup>, (6) Trapp & al., 2002<sup>29</sup>, (7) Behr & Helversen, 2005<sup>30</sup>. Estimation mortalité = (C-2%) \* E \* D \* S avec E = efficacité, D = disparition et S = surface.**

Les mortalités causées par les éoliennes sont principalement observées entre juillet et septembre et particulièrement pendant les nuits chaudes et peu ventées.

Comme pour les oiseaux l'endroit d'implantation des parcs éoliens en fonction des milieux biologiques avoisinants peut avoir un impact non négligeable. Les zones de chasse des chauves-souris tels les lisières forestières, les haies bocagères, les zones humides (cf. tableau ci-dessus) présentent des risques accrus de collisions avec les éoliennes. De plus il faut également considérer la proximité des colonies connues de chiroptères en Région wallonne (cf. fig. 4, Natagora, 2008) et prévoir des zones d'exclusion.

<sup>24</sup> Erickson W., Johnson G., Young D., Strickland D., Good R., Bourassa M., Bay K. & Sernka K., 2002. Synthesis and Comparison of Baseline Avian and Bat Use, Raptor Nesting and Mortality Information from Proposed and Existing Wind Developments – WEST, Inc., Prepared for Bonneville Power Administration, Oregon.

<sup>25</sup> Kerns J., Erickson W.P. & Arnett E.B., 2005. Bat and bird fatality at wind energy facilities in Pennsylvania and West Virginia, pages 24-95. In: ARNETT, E.B., (2005): Relationship between bats and wind turbines in Pennsylvania and West Virginia: an assessment of bat fatality search protocols, patterns of fatality, and behavioral interactions with wind turbines. A final report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International, Austin, Texas, USA.

<sup>26</sup> Korford R., Aaftab J., Zenner G. & Hancock A., 2005. Avian mortality associated with the Top of Iowa Wind Farm – Progress Report Calendar Year 2004.

<sup>27</sup> Alcade T. & Saenz J., 2004. First data on bat mortality in wind farms of Navarre (northern Iberian peninsula. – Le Rhinolophe, 17: 1-5.

<sup>28</sup> Traxler A., Wegleitner S. & Jaklitsch H., 2004. Vogelschlag, Meideverhalten & Habitatnutzung an bestehenden Windkraftanlagen Prellenkirchen – Obersdorf – Steinberg/Prinzendorf. Unveröff. Bericht im Auftrage WWS Ökoenergie, WEB Windenergie, evn Naturkraft, IG Windkraft und dem Amt der NÖ Landesregierung, 107 S.

<sup>29</sup> Trapp H.; Fabian D.; Förster F. & Zinke O., 2002. Fledermausverluste in einem Windpark in der Oberlausitz. – Naturschutzarbeit in Sachsen, 44: 53-56.

<sup>30</sup> Behr O. & Helversen O.V., 2005. Gutachten zur Beeinträchtigung im freien Luftraum jagender und ziehender Fledermäuse durch bestehende Windkraftanlagen – Wirkungskontrolle zum Windpark „Rosskopf“ (Freiburg i. Br.). – Unveröff. Gutachten der Univ. Erlangen-Nürnberg, Institut für Zoologie.

Afin d'atténuer l'effet des éoliennes sur la mortalité des chauves-souris, Barry Nicholls et Paul A. Racey (2009)<sup>31</sup> étudient la possibilité de les éloigner de la proximité immédiate des aérogénérateurs. Ces chercheurs utilisent un radar dont les ondes auraient un effet répulsif sur les chauves-souris. Les premiers résultats montrent une réduction d'activité des chiroptères de l'ordre de 30 à 40 % aux abords des turbines équipées. Dans l'avenir, pareil dispositif pourrait voir son efficacité portée à 80 - 90 %.

### 1.3 EVALUATION DU POTENTIEL ÉOLIEN

#### 1.3.1 Potentiel énergétique issu des éoliennes individuelles

Aucun scénario ne permet d'estimer la production d'électricité par des éoliennes individuelles à l'horizon 2015-2020. Pourtant, il est fort probable que le nombre de telles infrastructures augmentera dans un avenir proche. Les conséquences paysagères de la multiplication d'éoliennes risquent de se marquer plus nettement dans les zones rurales semi-ouvertes où s'implantent de plus en plus de maisons individuelles. Les perturbations paysagères seront moins nuisibles dans des espaces densifiés. Cependant, ces espaces pourront accueillir moins d'éoliennes en raison des nuisances acoustiques et des règles de sécurité. C'est donc afin de minimiser les impacts que certains constructeurs développent des éoliennes à turbines dépourvues de rotor à grand diamètre ou à turbines placées en position verticale ou encore à structure sphérique. Leur silhouette est donc plus intégrée dans le paysage ou aux bâtiments.

#### 1.3.2 Potentiel énergétique issu de parcs éoliens terrestres

##### 1.3.2.1 Les estimations existantes

Plusieurs estimations du potentiel électrique produit à partir de parcs éoliens terrestres sont disponibles dans la littérature et synthétisées dans le tableau suivant.

Source	Puissance des éoliennes en MW			
	2003	2009	2010	2025
Wind direction EWEA	22,6			
Mémoire pour les énergies renouvelables 2004-2009		400		
Plan wallon pour la maîtrise de l'énergie 2003			200	
Plan wallon pour la maîtrise de l'énergie 2009				+/- 1000 (en 2020)
Project SPSD II : renewable energy evolution in Belgium 1974-2025				350
				700
	Production en GWh			
Projection CWaPE pour DGTRE 2008		714,810 (360 MW installés)	795,947 (400 MW installés)	

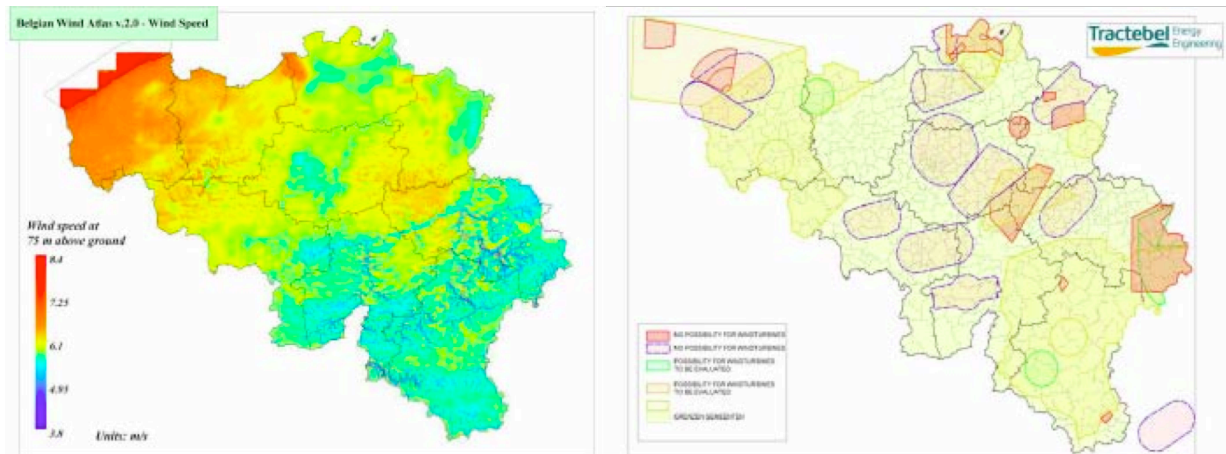
<sup>31</sup> Nicholls B, Racey PA., 2009. The Aversive Effect of Electromagnetic Radiation on Foraging Bats - A Possible Means of Discouraging Bats from Approaching Wind Turbines. PLoS ONE 4(7): e6246. doi:10.1371/journal.pone.0006246

**Tableau 6. Estimation des puissances générées par l'énergie éolienne pour 4 années.**  
**Source : Tableau synthétique de l'évaluation du potentiel éolien. Les sources sont indiquées dans la première colonne du tableau.**

La puissance installée fin 2008 ou en cours d'installation est de 415,4 MW et donc toutes les prévisions reprises dans le tableau ci-dessus sont largement dépassées. En 2007, l'électricité fournie par les éoliennes en Région wallonne représentait 43% de la production belge (source ICEDD). Par ailleurs, la prévision 2010 d'une production d'environ 800 GWh représente quelques 3,2% de la consommation d'électricité en Région wallonne (24893 GWh en 2007). La Belgique devrait dans ce cadre tenir son engagement de produire au moins 6% de son électricité à partir d'énergie renouvelable d'ici à 2010 en vertu de l'application de la Directive européenne 2001/77/CE.

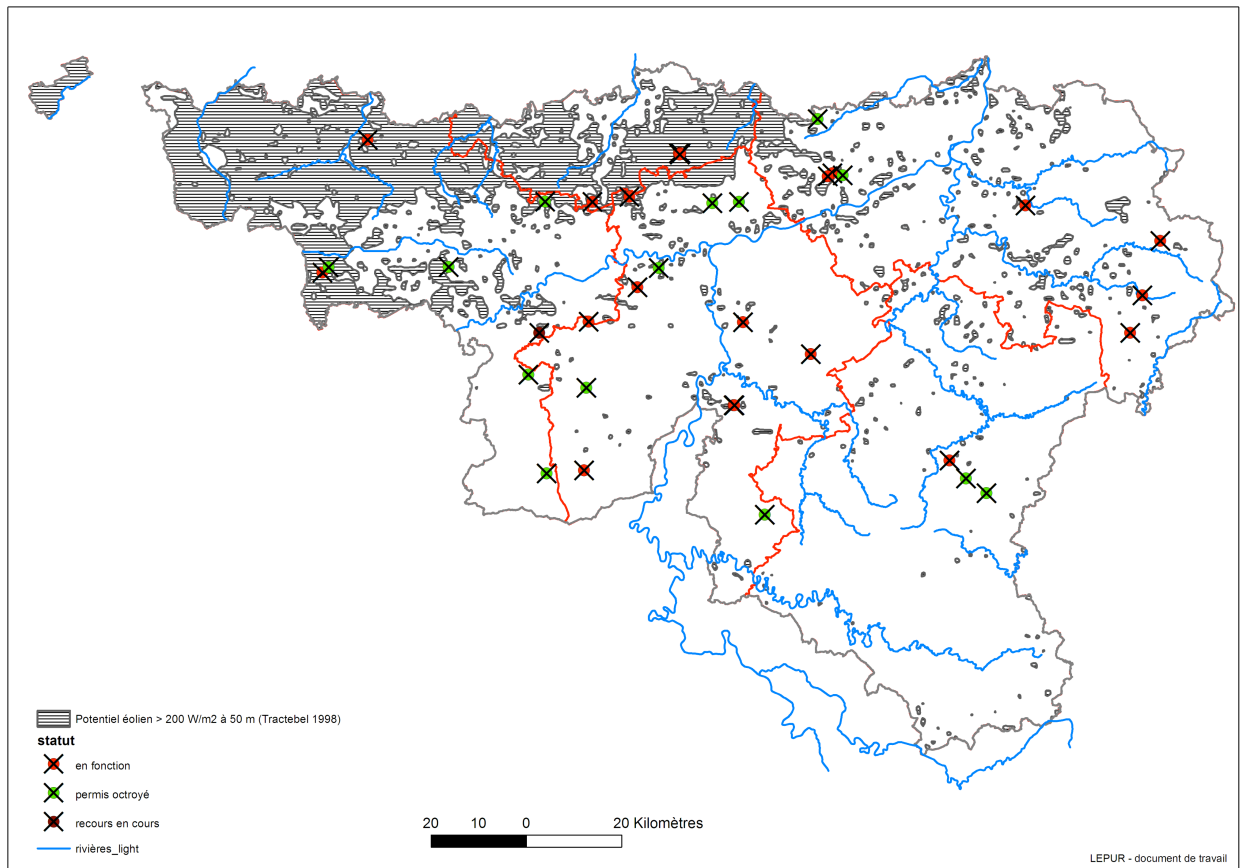
### 1.3.2.2 Planification cartographique pour l'installation d'éoliennes

Tractebel (1998), avec le soutien de la Région wallonne, a établi une carte des vents et une carte des contraintes majeures afin d'identifier des sites potentiels d'installation d'éoliennes. Cette carte des vents a été dressée selon une estimation de la quantité de vent à 50 m du sol. Actuellement, les éoliennes dépassent très largement la hauteur de 50 m. Pour des éoliennes entre 2 MW et 6MW, la hauteur du rotor est comprise entre 78 et 135 m, la hauteur maximale en bout de pale est comprise entre 122 et 199 m, et la hauteur inférieure en bout de pale est comprise entre 34 et 71 m. Il conviendrait donc d'actualiser cette carte en fonction des nouvelles avancées techniques des éoliennes.



**Figure 9. Cartographie (a) de la vitesse des vents et (b) des contraintes majeures à l'implantation d'éoliennes sur le territoire belge. Source : Tractebel Energy Engineering. Disponible sur : <http://www.sciences.be/eoliennes.htm>**



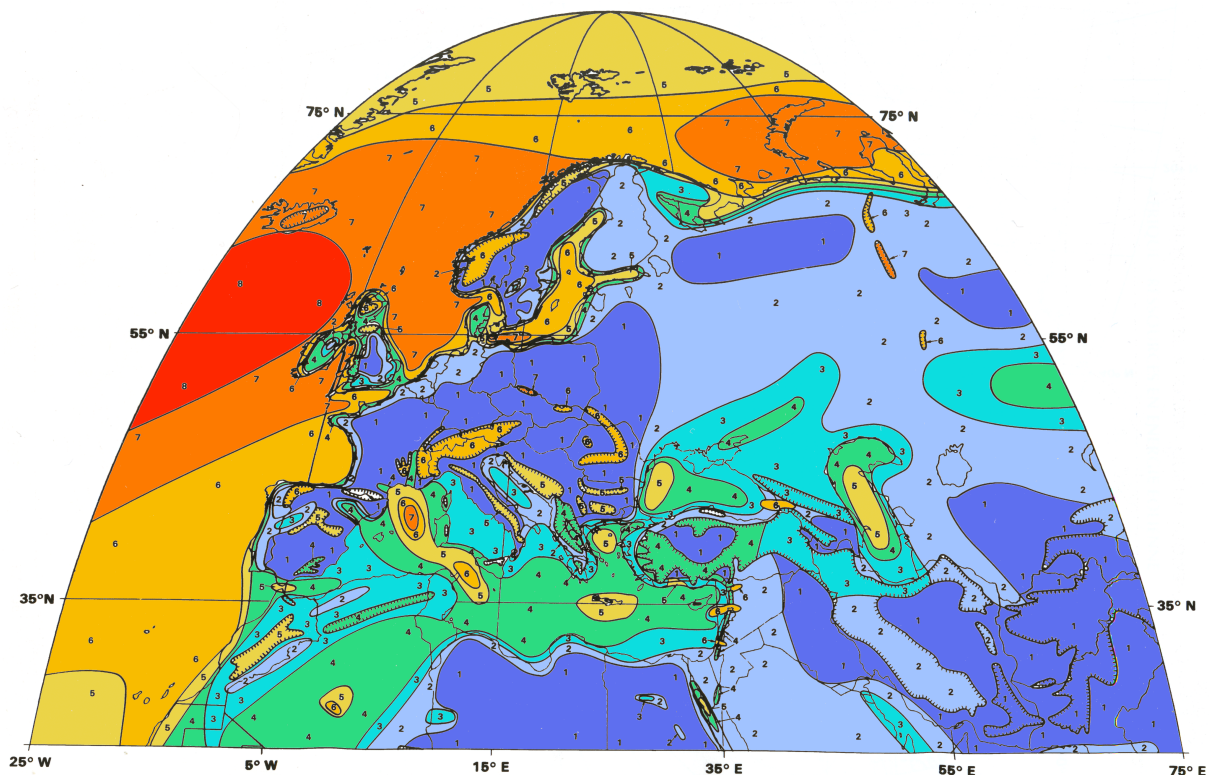


**Figure 10. Carte du potentiel éolien > 200 W/m<sup>2</sup> à 50 m de haut (Tractebel, 1998) et implantation des éoliennes en Région wallonne (APERe, 2008).**

Il est également intéressant de consulter la carte des vents à l'échelle de l'Europe (voir ci-dessous). On remarquera la très grande différence de potentiel en faveur des zones maritimes dans un rapport de presque un à quatre.

Classe	Densité de puissance (W/m <sup>2</sup> )	Vitesse (m/s)
1	100	4,4
2	200	5,5
3	300	6,3
4	400	7,0
5	500	7,5
6	600	8,0
7	800	8,8
8	1600	11,1
	2400	12,7

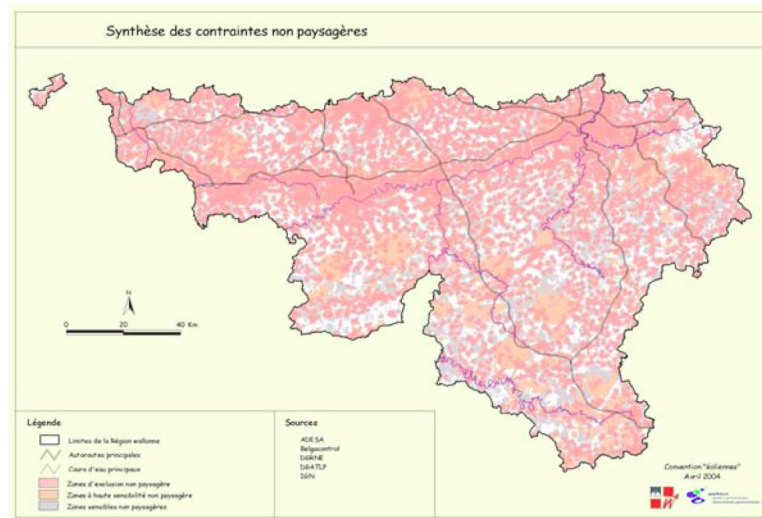




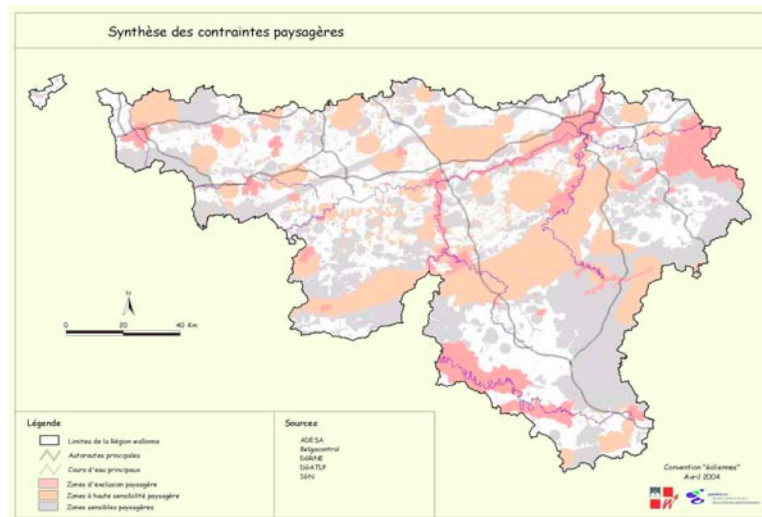
**Figure 11. Cartographie des vents à l'échelle européenne d'après Bartelle Pacific Northwest Laboratories (1980) in Gipe (2004)<sup>32</sup>. Flux d'énergie éolien à 50 m.**

En outre, la Région wallonne a confié aux facultés universitaires de Gembloux (Equipe de Prof. FELTZ) l'élaboration d'une carte des contraintes paysagères et non paysagères à l'installation d'éoliennes. Cette carte n'a pas de valeur réglementaire mais constitue une base d'appréciation préalable. Elle identifie des zones d'exclusion absolue, des zones de haute sensibilité, des zones sensibles à l'installation d'éoliennes et enfin des zones sans contraintes. L'analyse de cette carte révèle que 5 % du territoire wallon se retrouve en zone sans contrainte, soit 856 km<sup>2</sup>. Bien que des études plus précises doivent être effectuées au sein de ces zones sans contraintes, une estimation approximative permet de montrer que ces espaces subviennent largement à la réalisation des différents scénarios évoqués.

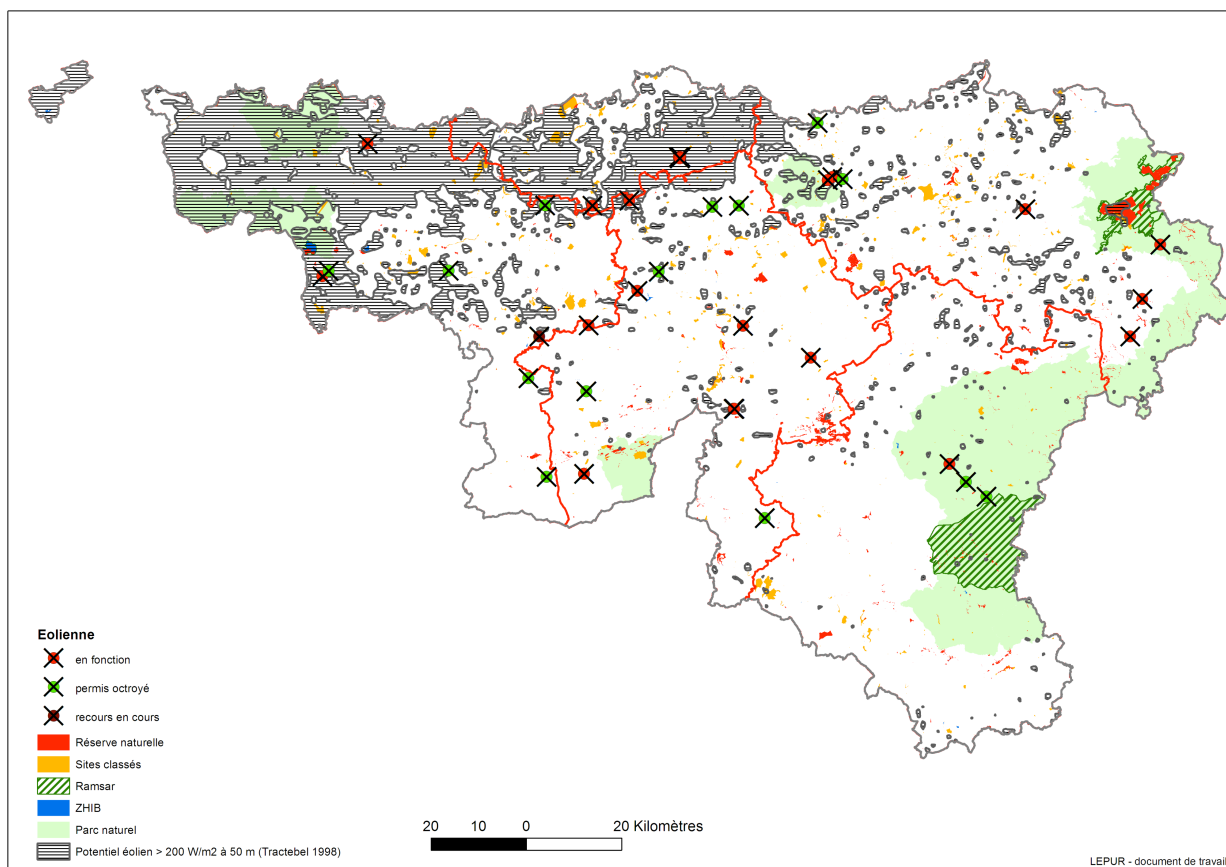
<sup>32</sup> Gipe P., 2004. – Le grand livre de l'éolien. Observ'ER, Paris. 508 pp.



**Figure 12. Carte de synthèse des contraintes non paysagères en région wallonne. Source : Convention « Eoliennes », Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Région wallonne. Avril 2004.**



**Figure 13. Carte de synthèse des contraintes paysagères en région wallonne. Source : Convention « Eoliennes », Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Région wallonne. Avril 2004.**



**Figure 14. Carte de contrainte pour l'implantation de parcs éoliens. Contraintes fortes (exclusion) : réserves naturelles, sites classés, zones Ramsar, zones humides d'intérêt biologique (ZHIB) et contraintes moyennes (étude au cas par cas) : parcs naturels.**

Un outil cartographique intégrant les contraintes d'aménagement du territoire pourrait s'avérer utile dans l'aide à la décision pour la planification et la programmation des parcs éoliens. Néanmoins, ce projet à l'échelle de la Région wallonne a été écarté par le Gouvernement en raison d'expériences insatisfaisantes dans les pays voisins. Les dispositions du CWATUP et le cadre de référence pour l'implantation d'éoliennes dont il est fait question plus haut sont actuellement les seuls outils d'aide à la décision pour le choix d'implantation d'éoliennes en Région wallonne. Ces outils conduisent manifestement à l'implantation de petits groupes d'éoliennes. Il convient dès lors de définir (entre autres pour des raisons paysagères) s'il est plus opportun d'encourager la dispersion de petits projets éoliens ou au contraire regrouper les éoliennes au sein de quelques grands parcs en région wallonne.

### **1.3.2.3 Estimation du potentiel théorique maximal**

L'identification des zones sans contrainte (cf. convention « Eoliennes ») permet de définir un potentiel théorique maximal pour la Région wallonne en considérant les performances actuelles des éoliennes. Ce calcul de potentiel doit être considéré comme indicateur mais ne tient pas compte des caractéristiques locales d'implantation qui doivent, dans tous les cas, faire l'objet d'études détaillées. Les modalités de raccordement au réseau électrique ne sont pas non plus prises en compte.

La production d'un champ d'éolienne par unité de surface est à peu près indépendante de la taille des éoliennes car plus elles sont puissantes, plus elles doivent être espacées pour garder efficacité et rendement optimaux. Il est généralement admis qu'un parc éolien implanté dans une zone favorable produit 20 GWh/km<sup>2</sup> par an, ce qui correspond à environ une puissance de 10 MW installé.

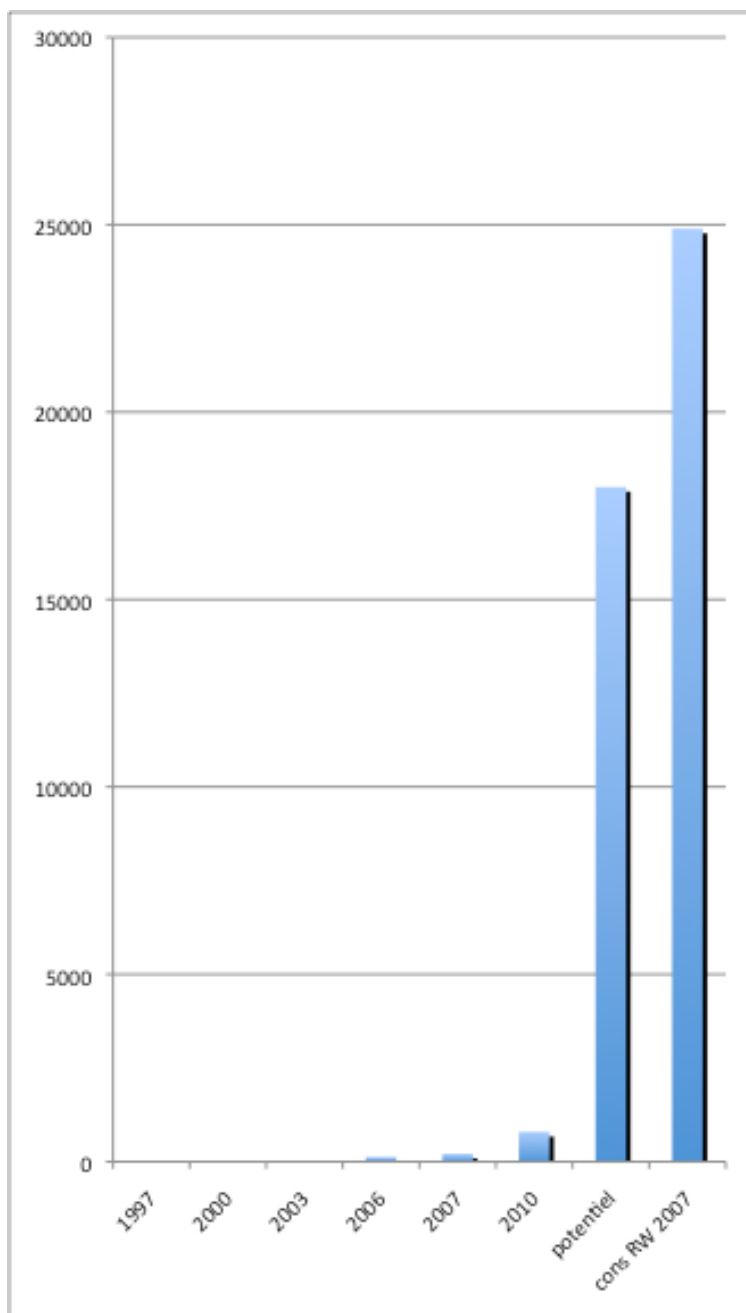
En tenant compte des capacités de production par km<sup>2</sup> et de la surface potentiel pour l'implantation d'éoliennes on obtient le calcul suivant :

**Potentiel théorique maximal (RW) = 20 GWh X 856 km<sup>2</sup> = 17.120 GWh/an** (soit 8.560 MW installés)

Si l'on tient compte des chiffres prévisionnels de production électrique pour les parcs existants ou en projet en Région wallonne (APERe, 2008), on obtient un facteur de conversion puissance installée vers production de 2210 :

**Potentiel théorique maximal (RW) = 10 MW X 2210 X 856 km<sup>2</sup> = 18.918 GWh/an**

Donc suite à ces deux estimations on peut raisonnable conclure que le **potentiel théorique maximal de la Région wallonne est de 18 TWh/an**. Soit l'équivalent de la production de 4280 éoliennes de 2 MW ou de 1427 éoliennes de 6 MW.



**Figure 15.** Evolution de la production d'électricité d'origine éolien, en GWh, en Wallonie (source ICEDD 2008), prévision pour 2010 (CWAPE) et première estimation du potentiel. La consommation totale était de 24.893 GWh en Wallonie en 2007.

## 1.4 CONCLUSION

### 1.4.1 Impact sur la faune ornithologique et chiroptérologique

Plusieurs études tentent de mettre en évidence l'incidence des éoliennes sur la faune ornithologique et chiroptérologique. Concernant les oiseaux, le taux de collision est relativement faible (en moyenne deux individus par an par éolienne) et il convient de relativiser par rapport à d'autres activités anthropiques qui sont nettement plus problématiques (les facteurs de mortalité induite peuvent être de 50 à 20000 fois plus élevées). Pour les chauves-souris le taux de mortalité est variable de moins d'un individu à environ une vingtaine par an et par éolienne.

Néanmoins, même si l'impact des éoliennes sur la faune peut-être estimée globalement de faible à modérée, il faudra, systématiquement, étudier au cas par cas l'incidence des nouveaux projets éoliens sur la faune afin d'éviter des implantations non appropriées, par exemple sur la trajectoire de voie migratoire ou à proximité d'habitats sensibles. Eventuellement, il faudra mettre en place des mesures compensatoires et aussi des dispositifs de répulsion (si l'efficacité de ceux-ci, notamment pour les chauves-souris, est confirmée et améliorée).

### 1.4.2 Potentiel énergétique éolien

L'évolution mondiale de la puissance éolienne installée a été multipliée par 43 entre 1993 et 2008<sup>33</sup>, et la courbe montrant cette évolution ressemble à une courbe exponentielle ( $R=0,99$ ). La Belgique suit cette tendance, mais reste bien en dessous des puissances installées de certains autres pays européens de taille et/ou de population comparables (facteurs absolu/par habitant pour 2008 : Danemark 8/16, Portugal 7,5/8, Pays-Bas 6/4, Autriche 2,5/3). En Région wallonne, le développement de l'énergie éolienne débute en 1998, mais ce n'est qu'en 2003 que démarre véritablement l'installation de parcs éoliens avec une évolution en forte accélération depuis 2005.

Pour 2009 la CWaPE a prévu une production en Région wallonne de 715 GWh (2,9 %cons<sup>34</sup>). Selon l'APERe, 919 GWh (3,7 %cons) (annexe 1) peuvent être théoriquement produits en considérant les parcs en fonction et les parcs dont le permis est octroyé. Le PMDE 2009 (Plan pour la maîtrise durable de l'énergie) propose comme objectif une production locale de 2250 GWh (9,0 %cons) pour 2020. En extrapolant par rapport à la puissance installée en 2008 si la progression reste constante la production devrait avoisiner les 2000 GWh (8,0 %cons) en 2020. Si le postulat est une progression calée sur la courbe de croissance mondiale la production wallonne pourrait atteindre les 11500 GWh (46,2 %cons). Par rapport à la production potentielle théorique maximale calculée (18000 GWh/an - 72,3 %cons), cela représente respectivement 13% (PMDE 2009), 11% (progression constante) et 64% (progression exponentielle). Donc théoriquement quelque soit la projection ou le scénario, le territoire wallon pourrait accueillir le nombre nécessaire d'éoliennes en considérant les zones d'exclusion (contraintes liées aux activités humaines, aux zones d'habitats, aux zones sensibles pour la nature, aux zones d'intérêt paysager, etc.). Il faut néanmoins souligner que cette étude ne prend pas en compte les contraintes liées au réseau électrique existant, notamment par exemple le raccordement des parcs éoliens à ce réseau.

---

<sup>33</sup> 2900 MW en 1993 et 120824 MW en 2008 (Systèmes solaires, le journal de l'éolien n°4-2009).

<sup>34</sup> %cons = % de la consommation électrique finale en Région wallonne en 2007 (24.893 GWh - ICEDD)

---

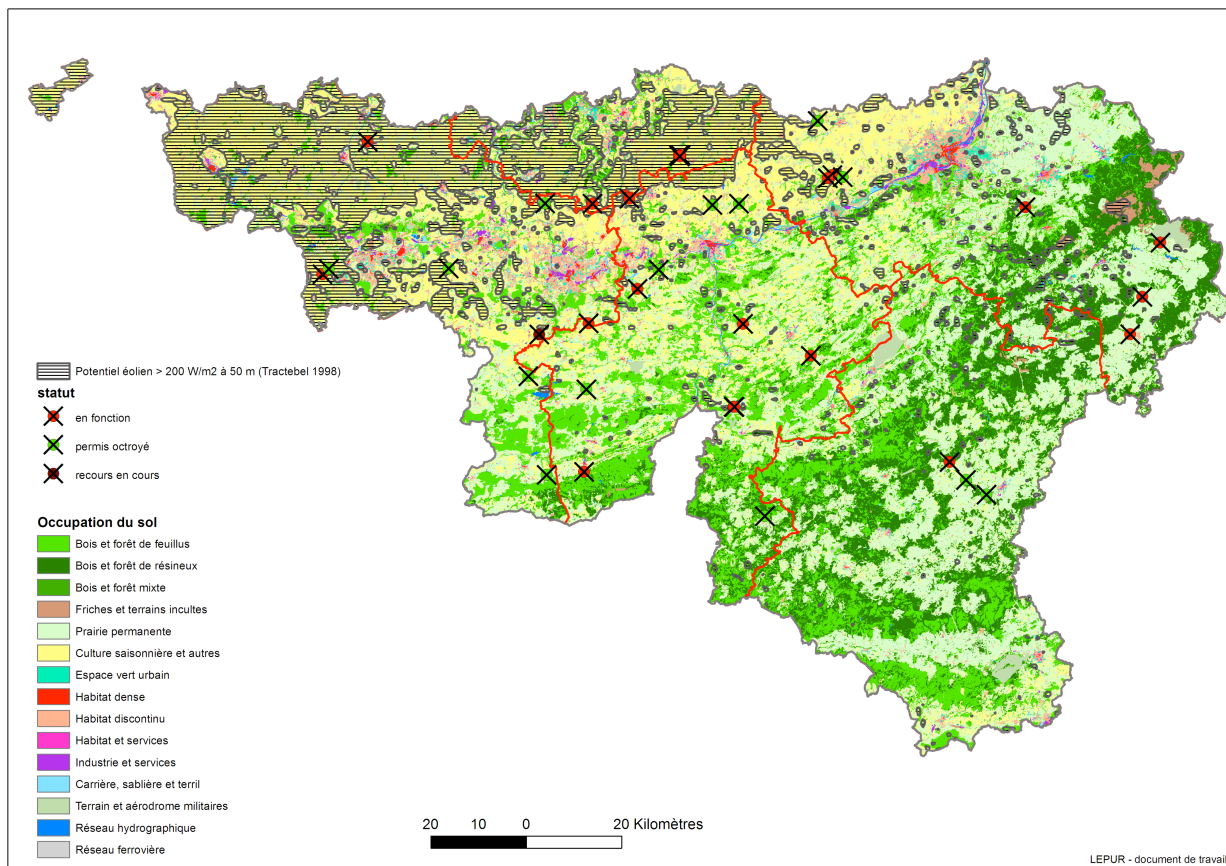
Pour compléter cette estimation, il faut également prendre en considération la production éolienne offshore qui dépend directement du niveau fédéral belge. A l'horizon 2015 la capacité de production s'élèvera, selon ce qui est déjà installé et en projet, à plus de 3200 GWh.

## ANNEXES

Société	Commune (fusionnée)	Province	Nbre	P.I. unit (MW)	P.I. tot (MW)	Prod an estimée (MWh)	CO2 évité (tonnes)	Equivalent conso. ménage
<b>Permis octroyés</b>								
AIR ENERGY	La Bruyère	Namur	4	2	8	17.600	8.026	5.029
GREENWIND	Cerfontaine	Namur	11	2	22	48.400	22.070	13.829
SPE	Fernelmont	Namur	2	2	4	8.800	4.013	2.514
SPE	Fernelmont	Namur	2	1	2	4400	2006	1222
WINDVISION	Bievre	Namur	7	2	14	30.800	14.045	8.800
ASPIRAVI	Bastogne	Lux	6	2	12	26.400	12.038	7.543
Electrabel	La Roche-en-Ardenne	Lux	6	2	12	26400	12038	7333
ELECTRAWINDS	Bastogne	Lux	6	2	12	26.400	12.038	7.543
RPC	Sainte-Ode	Lux	6	2,5	15	33.000	15.048	9.429
SPE	Berloz	Liège	3	2	6	13200	6019	3667
SPE	Verlaine	Liège	4	2	8	17.600	8.026	5.029
WINDVISION	Floreffe	Liège	7	2,5	17,5	38500	17556	10694
AIR ENERGY	Pont-à-Celles	Hainaut	8	3	24	52.800	24.077	15.086
GREENWIND	Chimay	Hainaut	4	2,5	10	22.000	10.032	6.286
GREENWIND	Froidchapelle	Hainaut	10	2,5	25	55.000	25.080	15.714
Ventis	Plaines de l'Escaut (Brunehaut- tournai - anthuin)	Hainaut	5	2	10	22000	10032	6.286
Ventis	Dour	Hainaut	4	2	8	17600	8026	4889
WINDVISION	Estinnes	Hainaut	11	6	66	145.200	66.211	41.486
<b>TOTAL</b>			<b>106</b>		<b>275,5</b>	<b>606.100</b>	<b>276.382</b>	<b>172.377</b>
<b>Recours en cours</b>								
WINDVISION	Ohey	Namur	12	2	24	52800	24077	14667
Electrabel	Huy	Liège	4	2	8	17600	8026	4889
Electrabel	Bullange	Liège	6	2	12	26400	12038	7333
SPE	Thuin	Hainaut	8	3	24	52800	24077	14667
Electrabel	Ittre	BW	1	0,9	0,9	1800	821	500
<b>TOTAL</b>			<b>31</b>		<b>68,9</b>	<b>151.400</b>	<b>69.038</b>	<b>42.056</b>
<b>Parcs en fonction</b>								
Les Vents de l'Ornoi	Sombreffe	Namur	4	1,5	6	12.600	5.746	3.600
Vents d'Houyets / Académie du Vent	Houyet	Namur	2	0,7	1,4	2.800	1.277	800
SPE	Walcourt	Namur	6	1,5	9	18.900	8.618	5.400
Allons en vent	Houyet	Namur	1	0,8	0,8	1.600	730	457
Energie verte Couvin	Couvin	Namur	1	2	2	4.400	2.006	1.257
Les Vents de l'Ornoi	Sombreffe	Namur	2	1,5	3	6.300	2.873	1.800
Incubator asbl	Ciney	Namur	1	0,8	0,8	1.600	730	457
SPE	YVOIR	Namur	6	2	12	26.400	12.038	7.543
Electricité du Bois du Prince s.a.	Mettet	Namur	11	2	22	48.400	22.070	13.829
RPC	Sainte-Ode	Lux	6	1,25	7,5	15.750	7.182	4.500
ENERGIE 2030	Saint-Vith	Liège	1	0,5	0,5	1.000	456	286
Electrabel	Bütgenbach	Liège	4	2	8	17.600	8.026	5.029
SPE	Villers-le-Bouillet	Liège	6	1,5	9	18.900	8.618	5.400
VERLAC	Theux	Liège	1	0,3	0,3	600	274	171
SPE	Wanze	Liège	2	1,5	3	6.300	2.873	1.800
ASPIRAVI	Amblève	Liège	5	2	10	33.000	15.048	9.429
We-Power	ATH	Hainaut	1	2	2	4.400	2.006	1.257
Ventis	Quiévrain	Hainaut	7	2	14	30.800	14.045	8.800
PBE	Perwez	BW	1	0,6	0,6	1.200	547	343
Les vents de Perwez	Perwez	BW	5	1,5	7,5	15.750	7.182	4.500
Les Eoliennes de Perwez	Perwez	BW	3	1,5	4,5	9.450	4.309	2.700
AIR ENERGY	Villers-la-Ville	BW	8	2	16	35.200	16.051	10.057
<b>TOTAL</b>			<b>84</b>		<b>139,9</b>	<b>312.950</b>	<b>142.705</b>	<b>89.414</b>



**Tableau 7. Situation de l'éolien en Région Wallonne au 4/11/2008. Document réalisé par l'APERe, Facilitateur Eolien pour le compte de la Région wallonne – Voir également l'atlas énergétique wallon (ICEDD, <http://www.icedd.be/atlasenergie/pages/atlas.asp?article=amaptx01>)**



**Figure 16. Implantation des parcs éoliens et occupation du sol**

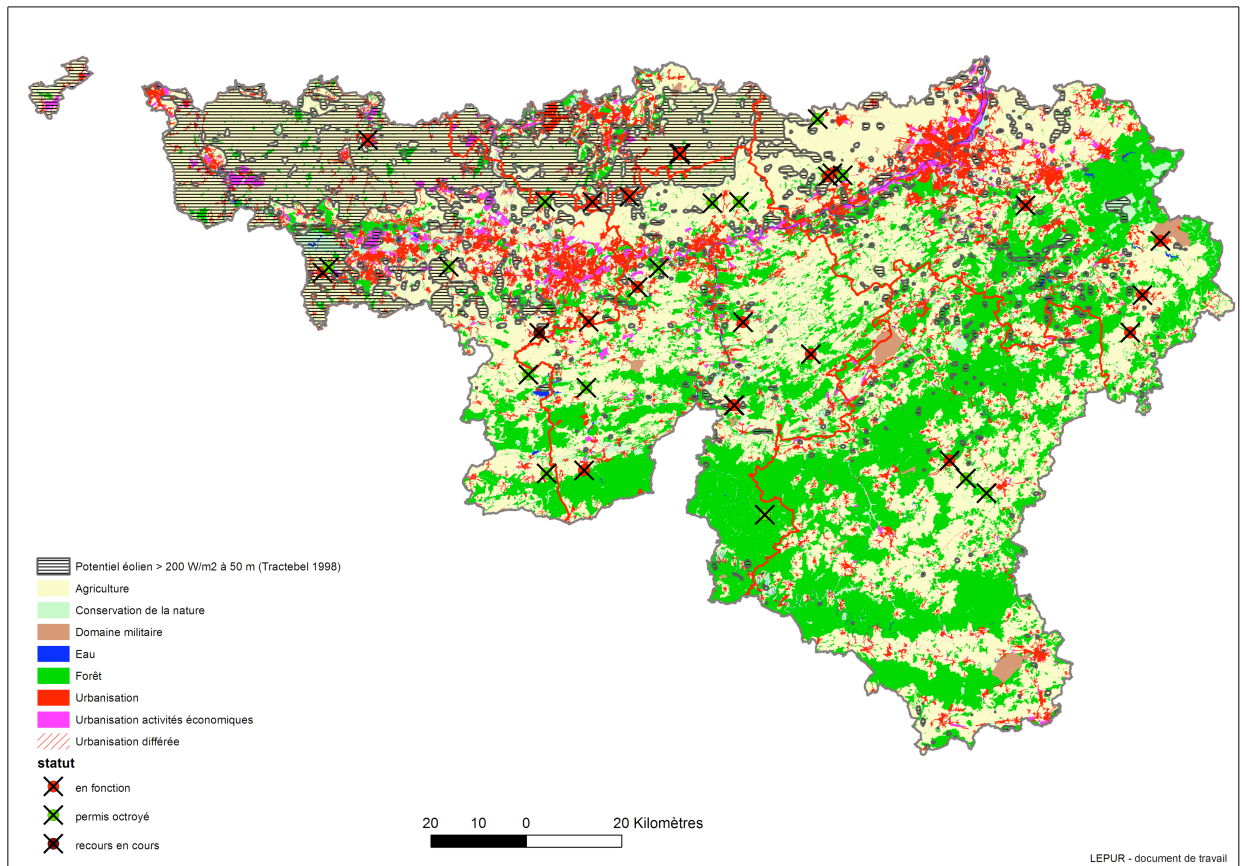


Figure 17. Implantation des parcs éoliens et plans de secteur