



LE POTENTIEL EOLIEN EN RBC

Etude de l'utilisation du potentiel d'énergie éolienne en Région de Bruxelles-Capitale

1. INTRODUCTION

L'objectif de l'Union Européenne consiste à couvrir d'ici 2020, 20% des besoins en énergie par des énergies renouvelables. Chaque Etat membre aura un quota d'énergies renouvelables à respecter. Pour la Belgique, un objectif de 13% d'énergies renouvelables dans la consommation d'énergie est à atteindre.

A Bruxelles, ce potentiel d'énergies renouvelables n'est pas énorme à cause de l'environnement urbain et de l'espace limité. L'énergie solaire a le plus grand potentiel. La Région de Bruxelles-Capitale voudrait également étudier s'il y existe d'autres sources d'énergies renouvelables à exploiter en RBC, dont l'énergie éolienne.

2. POURQUOI L'EOLIEN EN VILLE ?

Les avantages des éoliennes sont nombreux. L'éolien peut par exemple produire de grandes quantités d'électricité à partir de plus petites puissances installées.

Mais l'avantage des éoliennes de puissance n'est plus à démontrer alors que celui des éoliennes dites urbaines (petites puissances) est peu connu. Or, elles peuvent être placées à des endroits où il n'est pas possible d'installer des éoliennes de grande puissance, plus particulièrement en ville ; ce sont des sources de production électrique complémentaires.

L'électricité générée par ces éoliennes de ville est utilisée « sur place », par le propriétaire de l'installation, ce qui évite les pertes dues au transport de l'électricité qui provient souvent de grandes centrales électriques installées en zones rurales, loin des zones urbaines.

De plus, la visibilité des éoliennes en milieu urbain, où la densité de population est élevée, peut servir d'image « verte » aux bâtiments et participer à la sensibilisation du public vis-à-vis des énergies renouvelables.

En effet, la production décentralisée d'énergie procurée par le petit éolien contribue à conscientiser la population à l'utilisation rationnelle de l'énergie : lorsque quelqu'un produit sa propre énergie, il va être plus consciencieux dans son utilisation. Ensuite, dans un milieu urbain dense, la sensibilisation de la population aura un impact d'autant plus important !

L'éolien génère de l'électricité « verte », il participe ainsi à la diminution des émissions de dioxyde de carbone et contribue à atteindre les objectifs de Kyoto : le petit éolien évite environ 0,566 kg/kWh de CO₂; 0,15 kg/kWh de NO_x et 0,42 kg/kWh de SO₂. La quantité d'émissions évitées est bien sûr directement dépendante de la quantité d'électricité produite par l'éolien.

Les éoliennes permettent également de réduire l'utilisation de combustibles fossiles, et visent à augmenter la diversité du portefeuille de production électrique (moins de dépendance vis-à-vis des pays exportateurs de gaz, d'uranium et de charbon).

Si les différents facteurs (vent suffisant, turbulences limitées, aspect sonore, sécurité, ...) sont évalués de manière positive, les petites éoliennes peuvent se développer, tout en étant adaptées à l'environnement urbain, ce qui à son tour aidera l'économie et créera des emplois locaux.

3. LE VENT EN MILIEU URBAIN

Les éoliennes, quelles qu'elles soient, fonctionnent toujours en présence de vent. Plus il est puissant et laminaire, plus l'éolienne devrait produire de l'énergie. Or, en milieu urbain, les turbulences dues à la présence de bâtiments sont importantes, et le comportement du vent est dès lors très difficile à évaluer (Figure 1).

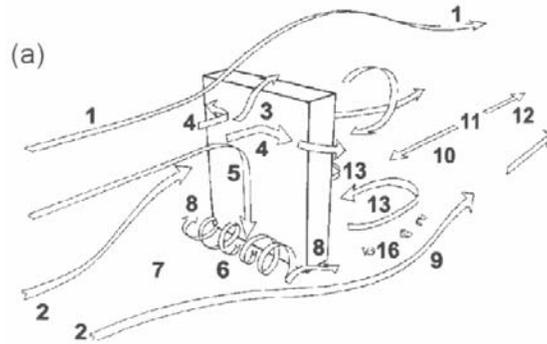


Figure 1 : Comportement du vent autour d'un bâtiment

La réalisation de simulations du comportement du vent permettrait de localiser des sites potentiels pour l'installation d'éoliennes urbaines et leur position optimale sur le toit.

L'étude a indiqué qu'il existait trois solutions pouvant être retenues pour l'implantation d'éoliennes en ville :

1. Placer les éoliennes sur des bâtiments plus hauts que la moyenne afin d'obtenir des vitesses de vent plus élevées malgré les turbulences (Figure 2).
2. Placer les éoliennes de façon à utiliser la configuration des bâtiments existants par la création de couloirs de vent artificiels (Figure 3).
3. Intégrer les éoliennes dans la conception et la structure de nouveaux bâtiments (Figure 4, effet entonnoir,...).

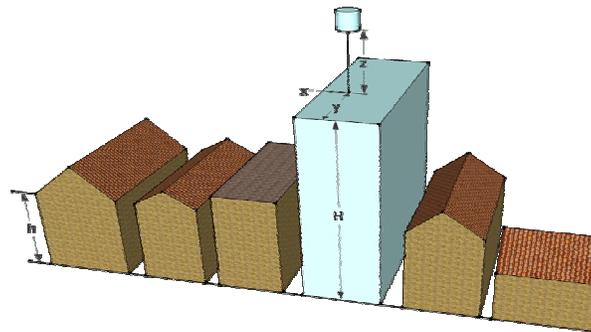


Figure 2 : $H = h_{moyen} + 10 \text{ mètres (min)}$

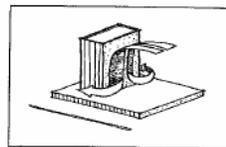


Figure 4a: Downwash

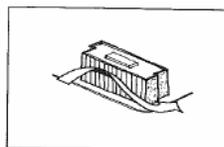


Figure 4b: Corner Stream

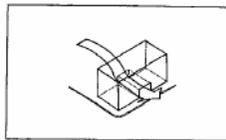


Figure 4c: Through Flow

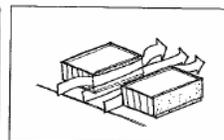


Figure 4d: Venturi Effect



Figure 3 (à gauche) Comportement du vent pour différentes configurations urbaines et Figure 4: (à droite) Le Bahrain World Trade Center avec intégration des éoliennes

4. EST-CE QU' UNE ETUDE DE FAISABILITE EST NECESSAIRE ?

Il est important de bien connaître les impacts engendrés par l'installation d'une éolienne, surtout dans le cas d'une implantation en milieu urbain où la densité de population est beaucoup plus importante qu'en milieu rural.

Le bruit

Un premier élément souvent repris comme inconvénient est le bruit provoqué par les éoliennes. Celui-ci peut être de nature différente : mécanique, aérodynamique ou phénomène vibratoire. En règle générale, peu de plaintes de bruit ont été soulevées concernant le grand éolien : les nouvelles technologies sont plus silencieuses et surtout l'éloignement par rapport aux habitations pour éviter un bruit trop élevé est de mieux en mieux calculé. Il existe à ce jour peu d'informations fiables relatives au niveau sonore engendré par les petites éoliennes. Il faudrait effectuer plus de mesures sonores afin d'avoir une meilleure estimation de l'impact possible.

En Région de Bruxelles-Capitale, des normes de bruit régionales sont définies, en fonction de la zone déterminée par le PRAS, de la période (jour et heure) et de la possibilité d'arrêter l'installation durant la nuit ou le week-end. Car les éoliennes peuvent fonctionner 24h/24, et plus encore la nuit quand le vent se lève. Une évaluation de ces normes sera indispensable afin de déterminer quelle norme doit être retenue. Les valeurs limites de ces normes de bruit ne tiennent malheureusement pas compte des nombreux paramètres pouvant influencer le bruit émis et perçu : l'environnement construit, le relief, la vitesse du vent, le niveau sonore ambiant,...

Le paysage

L'impact visuel, surtout au niveau des grandes éoliennes, est également un élément qui apparaît comme important. Les grandes éoliennes sont effectivement très visibles dans le paysage. L'impact du petit éolien, quant à lui, dépendra fortement de la technologie utilisée (forme et hauteur), de son emplacement (recul par rapport au bord de la toiture) et de sa visibilité à partir de l'espace public. Préalablement à l'introduction de la demande de permis, on prévoit d'accompagner l'étude de faisabilité d'un ou plusieurs photomontages afin d'étudier cet impact visuel.

La biodiversité

En ce qui concerne les grandes éoliennes, on tient compte notamment des routes de vol, de migration et de nourrissage de l'avifaune (oiseaux) avant de se décider sur un lieu d'implantation. L'impact sur les chiroptères (chauves-souris) était bien moins connu il y a peu : les chauves-souris s'orientent par écholocation, système par lequel elles émettent des ultrasons, qu'elles recaptent ensuite. Elles ne remarquent toutefois pas la baisse de pression atmosphérique subite qui se produit à proximité des pales en rotation.. Ces différences de pression font enfler les poumons des chauves-souris. Etant donné que la Région bruxelloise abrite plusieurs espèces de chauves-souris, les chiroptères constitueront une part importante de l'étude si des endroits s'avèrent adaptés pour des éoliennes.

L'impact éventuel des petites éoliennes n'est pas encore connu.

La sécurité

Les risques liés aux grandes éoliennes sont restreints mais doivent tout de même être correctement évalués dans une étude de faisabilité pour pouvoir encore mieux les prévenir. Les petites éoliennes n'ont pas encore été suffisamment testées au niveau urbain, de sorte qu'il est difficile de tirer des conclusions pour le facteur "sécurité".

Les risques d'incidents évalués concernent la sécurité des personnes ou des biens, et sont divisés en quatre types :

1. La projection d'objets (bris de pale et blocs de glace): peut être évitée par une installation avec un système d'arrêt en cas de gel, des pales chauffantes, un entretien et une maintenance réguliers.
2. L'effondrement de la machine : phénomène assez rare et limité à une surface circulaire, dont le rayon est égal à la hauteur de l'éolienne (pales comprises).
3. La foudre : peut être diminué par la mise à la terre et en équipant l'éolienne d'un système de parafoudre / paratonnerre.
4. Les accidents du travail lors de la maintenance des installations: réalisation d'entretiens réguliers par un technicien agréé, dispositifs de protection contre les chutes (ligne de vie, nacelle, garde-corps,...), évaluation des risques, DIU (Dossier d'Intervention Ultimeure).

5. LES PROCEDURES

5.1. PERMIS D'URBANISME ET PERMIS D'ENVIRONNEMENT

Pour l'heure, les éoliennes ne figurent pas encore spécifiquement dans les différentes procédures valables à Bruxelles.

Si une campagne de mesure est menée, pour étudier la vitesse du vent, il faut un permis de durée limitée pour le mât de mesure. Il s'agit d'une installation provisoire, implantée pour une durée pouvant varier de six mois à un an.

Dans tous les cas, on retiendra que pour toute implantation d'éolienne en toiture, un Permis d'Urbanisme (PU) devrait être déposé, accompagné d'une étude de stabilité (contraintes et vibrations occasionnées à la structure du bâtiment). Cette demande doit se faire auprès de la commune concernée.

Etant donné la densité de population en milieu urbain et les éventuels impacts environnementaux particuliers de ce type de technologies (bruit, ombres portées, risques,...), l'introduction d'un permis d'environnement (PE) apparaît également comme incontournable. Cette demande doit se faire auprès de Bruxelles Environnement ou de la commune. Selon la puissance installée et la classe d'installation, les démarches seront plus ou moins lourdes (étude ou rapport d'incidences environnementales, simple déclaration). Cette procédure n'est toutefois pas encore obligatoire pour les éoliennes.

5.2. RACCORDEMENT AU RÉSEAU

En fonction de la puissance à raccorder, des caractéristiques du réseau sur lequel l'éolienne sera raccordée et du maintien d'une qualité de tension (limites fixées par la norme EN 50160), le gestionnaire du réseau établit les dispositions du raccordement suivant le règlement technique. Les étapes de la procédure de raccordement sont les suivantes :

1. Consultation et avis préalable du Gestionnaire de Réseau de Distribution (Sibelga) : selon la capacité de raccordement, les raccordements se font au départ du réseau de distribution (< 56kVA), à partir d'une liaison Basse Tension raccordée au poste de transformation HT/BT (jusque 250 kVA) ou au départ du réseau Haute Tension (> 250 kVA).
2. Demande de raccordement à introduire par écrit auprès du gestionnaire de réseau de distribution.
3. Commande du raccordement et réalisation des travaux : délai de 30 jours dans le cas où aucun renforcement de réseau n'est à prévoir et délai de 180 jours dans le cas d'un renforcement de réseau.

5.3. CONSULTATION DE LA DGTA

Que ce soit pour l'implantation d'un pylône, d'une antenne GSM ou d'une éolienne, il faut consulter la Direction Générale du Transport Aérien (DGTA), qui coordonne les avis de Belgocontrol (en ce qui concerne d'éventuelles nuisances sur les dispositifs d'aide à la radionavigation et les procédures de vol) et de la Défense. La Région de Bruxelles-Capitale est située dans la zone de contrôle CTR définie par Belgocontrol pour l'aéroport de Zaventem. Cette zone, dite d'exclusion, reprend presque toute la Région bruxelloise. Toute demande de consultation est soigneusement étudiée.

5.4. DES INCITANTS FINANCIERS

Il est actuellement possible d'obtenir des aides financières concernant l'éolien :

1. Plusieurs primes régionales peuvent être accordées dans le cas de l'implantation d'une éolienne. Ces primes existent principalement pour le secteur tertiaire et le logement collectif dans certains cas. Les deux primes principales sont :

- Les primes A pour le soutien financier visant les études de faisabilité et audits indispensables avant toute implantation d'éolienne.
- Les primes D pour les investissements dans les énergies renouvelables, plus particulièrement la prime D3.

2. Les Certificats Verts (CV). Ce système permet aux producteurs d'électricité verte de recevoir des CV et de les revendre à tout fournisseur de l'électricité. En RBC, chaque éolienne reçoit par MWh produit 1,8 CV pouvant être revendu sur le marché des CV. Le prix actuel d'un CV est d'environ 90 €.

3. Des mesures d'incitation fiscale : une réduction du bénéfice imposable de la société de 13,5% est appliquée au montant affecté à l'investissement dans les éoliennes.

D'autres possibilités, comme la mise en place de prêts et crédits avantageux ou d'investissements provenant de tiers investisseurs ou de Partenariat Public-Privé, peuvent également être intéressantes.

6. LE POTENTIEL EOLIEN EN RBC

Le potentiel théorique des éoliennes en Région de Bruxelles-Capitale était évalué : de l'ordre de 2,8 à 18 MW pour le grand éolien et de l'ordre de 3 à 15 MW pour le petit éolien. Il est cependant nécessaire de réaliser des études plus détaillées pour connaître le véritable potentiel.

6.1. METHODOLOGIE ET RÉSULTATS

Petites éoliennes

L'étude se penchera dans un premier temps sur plusieurs études de cas de différents types de petites éoliennes dans des circonstances similaires que dans une région urbaine.

En effet, il existe différents types d'éoliennes : les éoliennes à axe horizontal (HAWT, les plus connues), les éoliennes à axe vertical (VAWT) et les éoliennes de type Venturi (Figure 5). L'éolienne tripale à axe horizontal est une technologie plus mûre que celle à axe vertical mais elle est moins adaptée aux milieux urbains, étant donné la forte présence de 'turbulences'. Les éoliennes à axe vertical, quant à elles, présentent l'avantage de ne pas devoir se positionner en permanence dans la direction du vent. Elles ont cependant un rendement nettement moindre.



Figure 5 : de gauche à droite, éoliennes à axe horizontal, vertical et de type Venturi (source : WINEUR)

Les éoliennes à axe horizontal tournent plus vite que celles à axe vertical. Cela peut engendrer plus de bruit mais aussi plus de vibrations lorsqu'elles sont installées en toiture ou en façade. Les risques d'accident (casse de pales, tempête) sont également plus nombreux.

Au niveau du coût, les technologies à axe vertical et les 'venturi' sont souvent plus onéreuses car elles utilisent des concepts moins fréquents et nécessitant parfois une quantité de matériau plus importante.

L'étude permettait de conclure qu'à l'heure actuelle, la technologie n'est pas encore assez mûre pour être intégrée dans un environnement urbain.

De nombreux paramètres, pourtant importants, ne sont pas encore bien connus : les émissions sonores des installations (autres que celles fournies par le fabricant), les réelles courbes de puissance des éoliennes de petite puissance, les interférences sur les systèmes de surveillance et de navigation aérienne, ou encore les impacts sur la biodiversité, et les problèmes de stabilité et de vibrations occasionnés aux bâtiments.

Non obstant cette conclusion, l'étude a examiné quelles localisations pourraient entrer en considération pour de petites éoliennes.

Cette estimation a été réalisée suivant des méthodologies différentes :

1. Estimation sur base de la hauteur du bâti existant et mise en évidence de bâtiments émergents pouvant accueillir ce type d'installation. Environ 1068 bâtiments présentant des hauteurs de 10 à 30 mètres supérieures au contexte environnant ont été sélectionnés (Fig. 6).

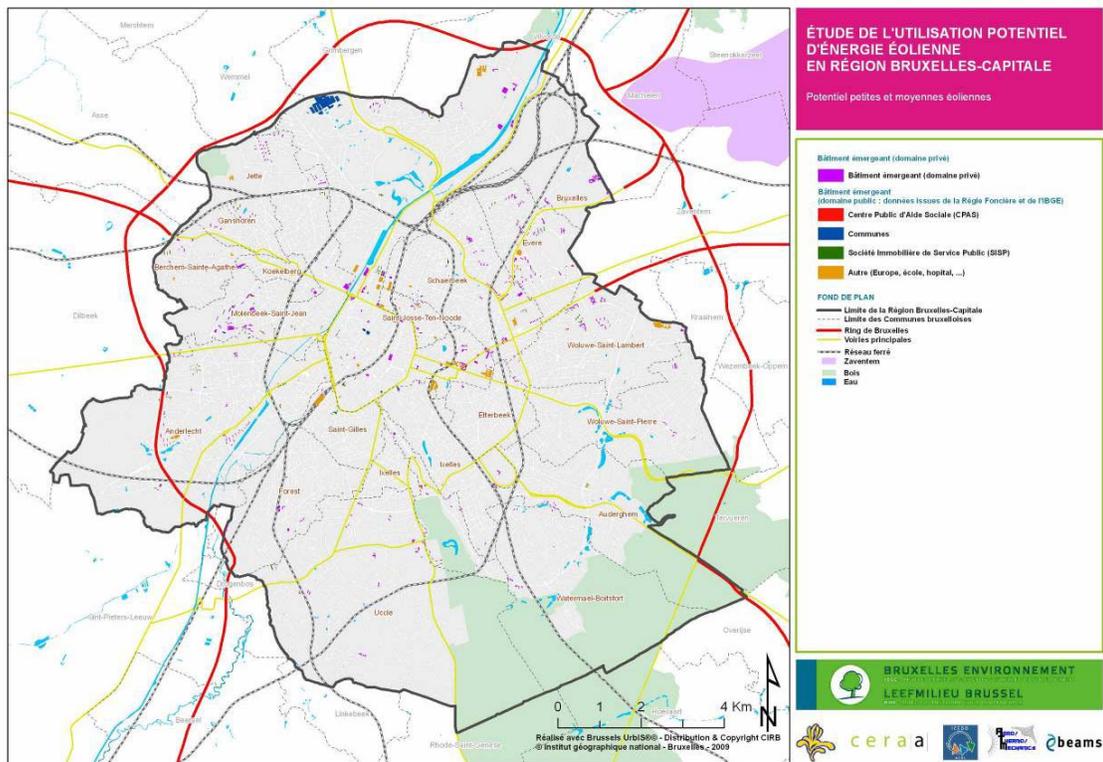


Figure 6 : Carte des bâtiments sélectionnés avec distinction du domaine public-privé (sources : IBGE et régie foncière)

2. En partant de la capacité théorique d'absorption du réseau électrique bruxellois de 93 MW et en proposant une hypothèse de 10% dédié à l'énergie éolienne, soit entre 3000 et 5000 éoliennes de 3 kW.

Grandes éoliennes

La calcul théorique du potentiel est basé sur des critères spatiaux

- Cartographie de base avec superposition des critères d'exclusion (zone grise) : PRAS (affectations), zones d'habitats, zones naturelles protégées, patrimoine, servitudes aéronautiques (zone CTR),... (Fig. 7 et 8)
- dégagement de zones potentielles d'implantation (Fig. 8) et estimation de la puissance possible installable (Tables 1 et 2).

Pour le moyen et le grand éolien, un paramètre important est la proximité de l'aéroport de Zaventem : la Région de Bruxelles-Capitale se situe dans la zone de contrôle aérien de Belgocontrol, où pour la sécurité des avions, aucune éolienne n'est tolérée vu les interférences avec les systèmes de communication aériens. Les éoliennes peuvent masquer le signal des avions, ou provoquer de faux échos et des effets doppler. Ces impacts dépendront du type de radar utilisé et de la position de l'éolienne par rapport à celui-ci : les radars primaires (PSR) sont plus sensibles que les radars secondaires (SSR).

Seules quelques zones situées au sud-ouest de la Région sont potentiellement exploitables pour l'implantation d'éolienne de puissance (Fig. 8 et Table 1).

Étant donné la densité de population et la présence importante d'habitats, il est difficile d'imaginer l'implantation d'éoliennes de puissance en ville/dans la Région.

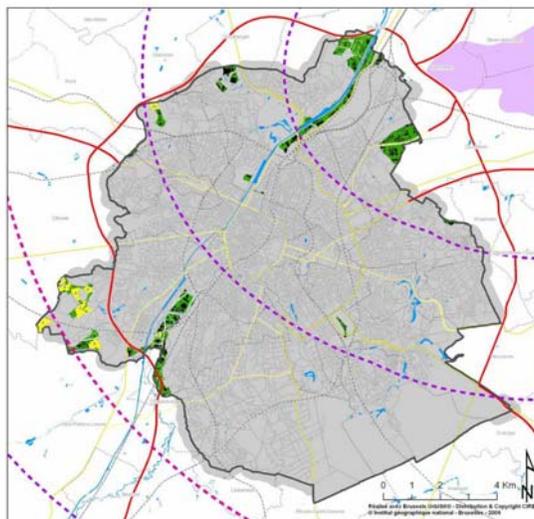


Figure 7 : Carte des zones disponibles brutes (en vert) et nettes (en jaune)

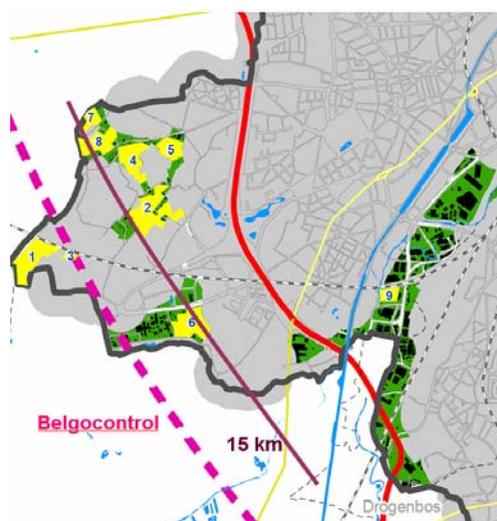


Figure 8 : Carte de sélection des zones de potentiel éolien (cas d'études) dans la région d'Erasme à Bruxelles avec délimitation de la zone CTR (en pointillé rose)

Exclusion aérienne (zone CTR)	Numéro de zone sur la carte	Surface de la zone (ha)	Puissance installée en MW
Sans contrainte Belgocontrol	1	10,49	2,8
	3	1,2	1
			3,8
Limite à 16,8 km de Zaventem	2	15,46	3,8
	4	8,79	2,4
	5	5,56	1,7
	6	10,19	2,7
	7	3,11	1,1
	8	8	2,2
			13,9

INFOS FICHES-ÉNERGIE

Trop proche de Zaventem	9	2,88	1,1
	10	6,3	1,9
			3

Table 1 : Evaluation du potentiel du grand éolien

	ZONES CONSIDEREES	POTENTIEL CUMULE	CAPACITE D'ACCUEIL (< réseau actuel)
CAS 1 : zones avec ajout d'infrastructures	1, 3 et 7 (réseau inexistant)	4,9 MW	0 %
CAS 2 : zones avec renforcement du réseau	2, 4, 8 et 5 (réseau limité à 2,3 MW)	10,1 MW	22,77%
CAS 3 : zones avec renforcement du réseau	6 et 9	3,8 MW	> 100%

Table 2 : capacité d'accueil et de raccordement au réseau électrique bruxellois en fonction des zones de potentiel

6.2. APPROCHE LONG TERME

Une approche long terme a également été envisagée pour intégrer l'énergie éolienne (table 3) dans une réflexion globale de développement régional. Dans la perspective où cette technologie représente un réel potentiel pour la Région, il serait intéressant de pouvoir l'intégrer à travers certaines mesures le plus en amont possible. Cette démarche pourrait être envisagée à travers plusieurs outils (schémas directeurs, PPAS, RCU,...) et à travers les Plans de Développement Régional et International (PRD et PDI).

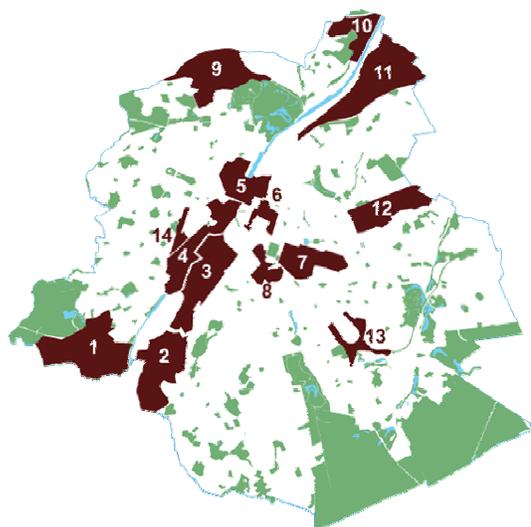


Figure 9 : Carte des zones leviers du PRD (source : IEB)

<u>ZONES</u>	<u>P</u> <u>D</u> <u>I</u>	<u>Z</u> <u>I</u> <u>R</u>	<u>POSSIBILITES D'INTEGRATION ULTERIEURES</u>			<u>INTERVENTIONS POSSIBLES</u>
			Petit éolien	Moyen éolien	Grand éolien	
1 Erasme			oui	oui	oui	SD, PPAS, RCU
2 Forest			oui	oui	oui	SD, PPAS, RCU
3 Midi	X		oui	non	non	SD, PPAS, RCU
4 Canal			oui	non	non	SD, PPAS, RCU
5 Tour & Taxis	X	X	oui	p-e	non	PPAS, RCU
6 Botanique	X		oui	non	non	PPAS, RCU
7 Europe	X		oui	non	non	PPAS, RCU
8 Toison d'Or	X		oui	non	non	SD, PPAS, RCU
9 Heysel	X	X	oui	p-e	non	SD, PPAS, RCU

10 Hôp. Milit.			oui	(non) ¹	non	SD, PPAS, RCU
11 Schaerbeek	X	X	oui	(non) ¹	non	PPAS, RCU
12 RTBF-VRT			oui	non	non	PPAS, RCU
13 Delta	X		oui	non	non	PPAS, RCU
14 Gare Ouest	X	X	oui	p-e ²	non	PPAS, RCU

Table 3: Tableau récapitulatif des zones leviers du PRD avec les possibilités d'intégration ultérieure d'éoliennes.

¹ Etant donné la proximité de l'aéroport de Zaventem, cette possibilité d'implantation n'est actuellement pas envisageable. Des études plus approfondies concernant l'impact d'éoliennes de moyenne puissance sur les systèmes de communications aériens devraient être menées.

² Possibilité éventuelle d'intégrer des moyennes éoliennes dans le parc prévu dans le programme bien qu'au niveau de leur impact sur la biodiversité et au niveau de leur acceptabilité générale, ce type d'implantation ne serait pas très bien perçu.

7. RECHERCHE EN CONTINU

Il ressort de l'étude que la Région de Bruxelles-Capitale dispose d'un potentiel éolien certain mais restreint.

Pour affiner ce potentiel théorique, il faut avant tout mener des campagnes de mesure en vue de cartographier les vitesses du vent. Sans étude du vent et si l'implantation est mal choisie, les nuisances qui se produisent dans un environnement urbain peuvent nuire à la technologie et entraîner une baisse de rentabilité.

Etant donné le peu de retour d'expérience que représentent encore les petites éoliennes (surtout à axe vertical) et s'il s'avère que les études de vent fournissent des résultats positifs (autrement dit qu'il y a suffisamment de vent), la Région de Bruxelles-Capitale pourrait jouer un rôle de pionnier en se lançant dans des projets-pilotes avec des petites éoliennes afin de parvenir à une évaluation correcte de l'ensemble des impacts d'une telle installation en ville. Forte de cette évaluation, la technologie pourrait progresser et des turbines pourraient être adaptées à la ville: améliorations en termes de rentabilité, de bruit, de vibrations, ... Cela permettrait par ailleurs d'étudier les interférences possibles avec les systèmes de navigation aérienne.

Il faut vérifier que le caractère intermittent de la production d'électricité provenant de l'énergie éolienne ne constitue pas un obstacle à son intégration au réseau. Dès lors, il faudrait anticiper les problèmes que pourrait engendrer ce type d'installation sur le réseau par la réalisation d'études conjointes de Sibelga et Elia, compte tenu de la croissance de la production décentralisée.

Une communication claire sur les procédures vis-à-vis des investisseurs intéressés par l'énergie éolienne devrait permettre d'éclaircir l'état actuel des choses en ce qui concerne les éoliennes en ville .

8. PLUS D'INFOS

8.1. BIBLIOGRAPHIE

- Grignoux, T., R. Gibert, P.Neau, c. Buthion, *Eoliennes en milieu urbain – Etat de l'art*, ARENE Ile de France, 2004.
- Ir. Jadranka Cace, Drs. Emil ter Horst, *Urban wind turbines – Leidraad voor kleine windturbines in de bebouwde omgeving*, Wineur, Intelligent Energy Europe, RenCom et Horisun, 2007.
- *Catalogue of European Urban Wind Turbine Manufacturers*, Intelligent Energy Europe, 2007.
- *Guide sur la problématique de la perturbation du fonctionnement des radars par les éoliennes*, Agence Nationale des Fréquences, Commission Consultative de la Comptabilité Electromagnétique, France, version du 3 juillet 2007.
- *Omzendbrief LNE/2009/01 - RO/2009/01 van de Vlaamse Regering, Beoordelingskader voor de inplanting van kleine en middelgrote windturbines*, De viceminister-president van de Vlaamse Regering en Vlaamse Minister van Financiën en Begroting en Ruimtelijke Ordening en De Vlaamse Minister van Openbare Werken, Energie, Leefmilieu en Natuur, januari 2009.

8.2. WEBSITES

<http://www.bruxellesenvironnement.be/>

<http://www.eolien.be/>

<http://www.urbanwind.net/>

<http://www.thewindpower.net/>

<http://www.ewea.org/>

8.3. COORDONNEES DU COMMANDITAIRE ET DES CHARGES DE MISSION DE L'ETUDE

Bruxelles Environnement -

IBGE

Gulledelle, 100

B-1200 Bruxelles

+32 - (0)2 775 75 75

www.ibgebim.be

CERAA asbl

Chaussée de Charleroi, 134

B-1060 Bruxelles

+32 - (0)2 536 09 27

www.ceraa.be

Partenaires:

ICEDD

Boulevard Frère-Orban,4

B-5000 Namur

+32 - (0)81 25 04 80

www.icedd.be

ULB/ATM

Service ATM

Université libre de Bruxelles

<http://mecapp42.ulb.ac.be/atm>

ULB/BEAMS

Service BEAMS

Université libre de Bruxelles

CP165/52 (énergie)

Avenue Fr. Roosevelt, 50

B-1050 Bruxelles

+32 - (0)2 650 26 53 (énergie)

www.beams.ulb.ac.be