

Projet:

**Walcourt**

Imprimé/Page

15/07/2010 16:04 / 1

Utilisateur avec licence:

**Alternative Green**  
Rue des Cooses, 8a  
BE-B6860 Louftemont (Léglise)  
+32 8571 1584

Calculé:

25/06/2010 11:34/2.6.1.252

## PARK - Résultat principal

Calcul: WATH2 Nordex N100 2500 100 final

Modèle de sillage N.O. Jensen (EMD) : 2005

### Valeurs des paramètres utilisés pour les calculs

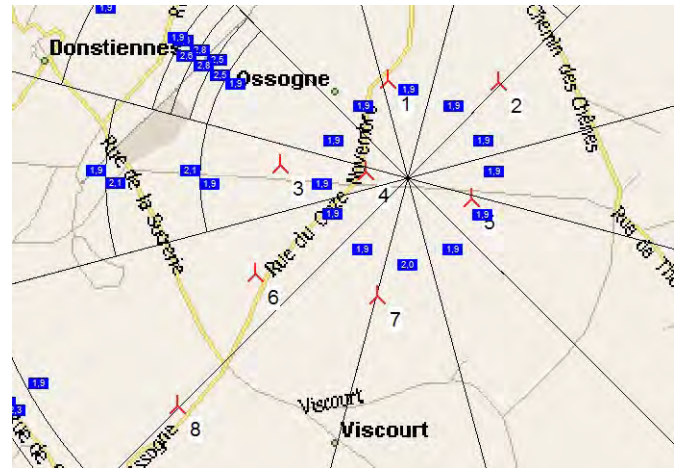
Calcul de la densité de l'air Individuellement pour chaque éolienne  
Densité de l'air à hauteur de moyeu 1,215 kg/m3 à 1,217 kg/m3  
Altitude du moyeu: 265,0 m à 281,2 m  
Tp<sup>2</sup> annuelle moy. à hauteur de moyeu 7,6 °C à 7,7 °C  
Pression à l'emplacement des éol. 979,3 hPa à 981,2 hPa

### Valeurs des paramètres utilisés pour les calculs de sillage

Constante d'effet de sillage 0,075

### Données du vent

| Stat. éol. utilisée(s):      | Distance [km] | Pondération [%] |
|------------------------------|---------------|-----------------|
| BE Florennes, 1975-81.wws    | 23            | 48              |
| BE Melsbroek, 1970-79.wws    | 70            | 16              |
| BE Saint Hubert, 1971-80.wws | 80            | 14              |
| FR Cambrai, 1970-79.wws      | 85            | 13              |
| FR Reims, 1970-78.wws        | 111           | 10              |



Echelle 1:40.000

🚩 Nouvelle-éolienne 📍 Données-site

### Valeurs importantes à la hauteur témoin de 50,0 m

#### Données de terrain Lambert (BE) GDII

| Est       | Nord    | Données de vent utilisées | Type                        | Energie du vent [kWh/m2] | V moy. du vent [m/s] | Rugosité équivalente |
|-----------|---------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|
| A 147.881 | 107.563 | Donnée Site WATH2         | WASP (RVEA0011 1, 0, 0, 13) | 1.508                    | 5,4                  | 2,3                  |

### Productible annuel du parc

| Pour la disp. définie | Productible annuel |                      | Parc Rendement [%] | Production moyenne [MWh] | Taux d'utilisation |                    |
|-----------------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|
|                       | Résultat [MWh]     | Résultat-10,0% [MWh] |                    |                          | Résultat [%]       | Résultat-10,0% [%] |
| Parc éolien           | 49.625,1           | 44.662,6             | 94,2               | 6.203,1                  | 28,3               | 25,5               |

### Productible annuel des 8 nouvelles-éoliennes dont la somme des puiss. nominales = 20,0 MW

| Données de terrain | Type d'éolienne |           |                 | Puiss. nominale [kW] | Diamètre rotor [m] | Hauteur du moyeu [m] | Courbe de puissance |                          | Productible annuel |                      | Parc          |                      |
|--------------------|-----------------|-----------|-----------------|----------------------|--------------------|----------------------|---------------------|--------------------------|--------------------|----------------------|---------------|----------------------|
|                    | Valable         | Fabricant | Type-générateur |                      |                    |                      | Source              | Nom                      | Résultat [MWh]     | Résultat-10,0% [MWh] | Rendement [%] | V moy. du vent [m/s] |
| 1 A                | Oui             | NORDEX    | N100-2.500      | 2.500                | 99,8               | 100,0                | USER                | Theoret. LK with LM 48.8 | 6.021,1            | 5.419                | 92,3          | 6,4                  |
| 2 A                | Oui             | NORDEX    | N100-2.500      | 2.500                | 99,8               | 100,0                | USER                | Theoret. LK with LM 48.8 | 5.899,7            | 5.310                | 92,3          | 6,3                  |
| 3 A                | Oui             | NORDEX    | N100-2.500      | 2.500                | 99,8               | 100,0                | USER                | Theoret. LK with LM 48.8 | 6.312,1            | 5.681                | 94,8          | 6,4                  |
| 4 A                | Oui             | NORDEX    | N100-2.500      | 2.500                | 99,8               | 100,0                | USER                | Theoret. LK with LM 48.8 | 6.098,6            | 5.489                | 91,3          | 6,5                  |
| 5 A                | Oui             | NORDEX    | N100-2.500      | 2.500                | 99,8               | 100,0                | USER                | Theoret. LK with LM 48.8 | 6.025,2            | 5.423                | 93,3          | 6,4                  |
| 6 A                | Oui             | NORDEX    | N100-2.500      | 2.500                | 99,8               | 100,0                | USER                | Theoret. LK with LM 48.8 | 6.423,7            | 5.781                | 95,6          | 6,5                  |
| 7 A                | Oui             | NORDEX    | N100-2.500      | 2.500                | 99,8               | 100,0                | USER                | Theoret. LK with LM 48.8 | 6.257,7            | 5.632                | 95,1          | 6,4                  |
| 8 A                | Oui             | NORDEX    | N100-2.500      | 2.500                | 99,8               | 100,0                | USER                | Theoret. LK with LM 48.8 | 6.586,9            | 5.928                | 98,5          | 6,5                  |

### Emplacement des éoliennes

#### Lambert (BE) GDII

|            | Est     | Nord    | Z [m] | Description |
|------------|---------|---------|-------|-------------|
| 1 Nouvelle | 147.777 | 108.083 | 165,9 | WATH-2-01   |
| 2 Nouvelle | 148.362 | 108.070 | 165,0 | WATH-2-02   |
| 3 Nouvelle | 147.203 | 107.634 | 171,7 | WATH-2-03   |
| 4 Nouvelle | 147.659 | 107.599 | 173,9 | WATH-2-04   |
| 5 Nouvelle | 148.219 | 107.458 | 168,1 | WATH-2-05   |
| 6 Nouvelle | 147.069 | 107.062 | 178,3 | WATH-2-06   |
| 7 Nouvelle | 147.717 | 106.944 | 175,0 | WATH-2-07   |
| 8 Nouvelle | 146.657 | 106.367 | 181,2 | WATH-2-08   |

Projet:

Walcourt

Imprimé/Page

15/07/2010 16:04 / 2

Utilisateur avec licence:

**Alternative Green**

Rue des Cooses, 8a

BE-B6860 Louftemont (Léglise)

+32 8571 1584

Calculé:

25/06/2010 11:34/2.6.1.252

**PARK - Eoliennes de référence**

Calcul: WATH2 Nordex N100 2500 100 final

Modèle de sillage N.O. Jensen (EMD) : 2005

**Valeurs des paramètres utilisés pour les calculs**

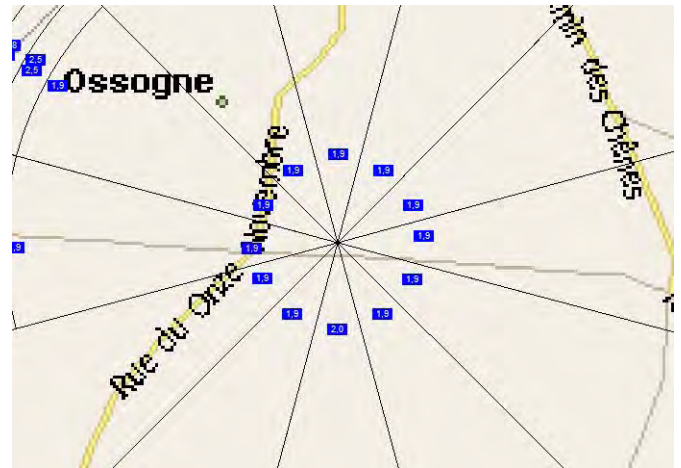
Calcul de la densité de l'air Individuellement pour chaque éolienne  
 Densité de l'air à hauteur de moyeu 1,215 kg/m<sup>3</sup> à 1,217 kg/m<sup>3</sup>  
 Altitude du moyeu: 265,0 m à 281,2 m  
 Tp<sup>o</sup> annuelle moy. à hauteur de moyeu 7,6 °C à 7,7 °C  
 Pression à l'emplacement des éol. 979,3 hPa à 981,2 hPa

**Valeurs des paramètres utilisés pour les calculs de sillage**

Constante d'effet de sillage 0,075

**Données du vent**

| Stat. éol. utilisée(s):      | Distance [km] | Pondération [%] |
|------------------------------|---------------|-----------------|
| BE Florennes, 1975-81.wws    | 23            | 48              |
| BE Melsbroek, 1970-79.wws    | 70            | 16              |
| BE Saint Hubert, 1971-80.wws | 80            | 14              |
| FR Cambrai, 1970-79.wws      | 85            | 13              |
| FR Reims, 1970-78.wws        | 111           | 10              |



Echelle 1:25.000

Nouvelle-éolienne
 Données-site

**Valeurs importantes à la hauteur témoin de 50,0 m****Données de terrain Lambert (BE) GDII**

| Est       | Nord    | Z [m] | Données de vent utilisées | Type                        | V moy. du vent [m/s] | Rugosité équivalente |
|-----------|---------|-------|---------------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|
| A 147.881 | 107.563 | 170,0 | Donnée Site WATH2         | WAsP (RVEA0011 1, 0, 0, 13) | 5,4                  | 2,3                  |

Projet:

Walcourt

Imprimé/Page

15/07/2010 16:04 / 3

Utilisateur avec licence:

**Alternative Green**

Rue des Cooses, 8a

BE-B6860 Louftemont (Léglise)

+32 8571 1584

Calculé:

25/06/2010 11:34/2.6.1.252

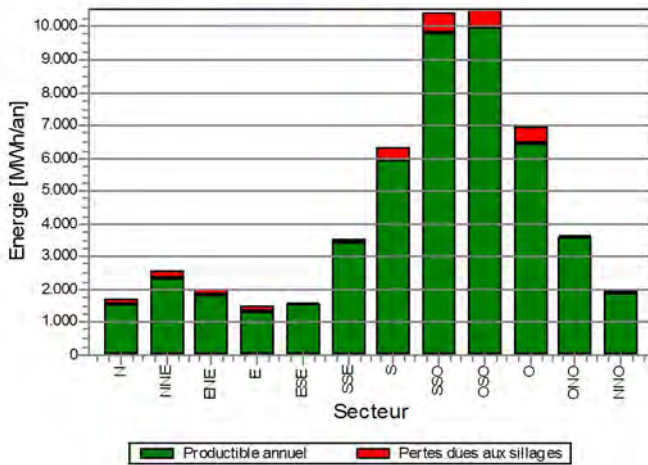
## PARK - Analyse du productible

**Calcul:** WATH2 Nordex N100 2500 100 final **Eolienne:** Toutes les nouvelles-éoliennes, densité de l'air comprise entre 1,215 kg/m<sup>3</sup> - 1,217 kg/m<sup>3</sup>

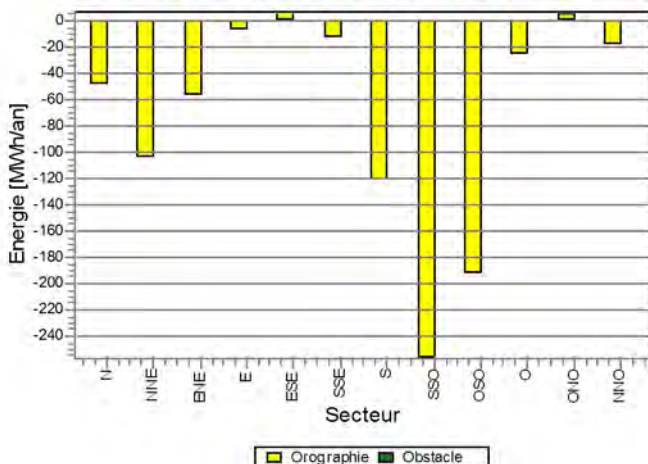
### Analyse directionnelle

| Secteur                               |                       | 0 N            | 1 NNE          | 2 ENE          | 3 E            | 4 ESE          | 5 SSE          | 6 S            | 7 SSO          | 8 OSO          | 9 O            | 10 ONO         | 11 NNO         | Total           |
|---------------------------------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| Productible déterminé par la rugosité | [MWh]                 | 1.734,7        | 2.684,6        | 2.040,3        | 1.486,9        | 1.569,3        | 3.534,8        | 6.462,3        | 10.685,4       | 10.729,0       | 6.975,6        | 3.642,7        | 1.988,4        | 53.533,9        |
| +Augmentation due à l'orographie      | [MWh]                 | -48,6          | -104,5         | -57,2          | -8,1           | 6,5            | -12,9          | -121,3         | -256,9         | -192,4         | -26,1          | 5,4            | -19,2          | -835,4          |
| -Réduction due aux sillages           | [MWh]                 | 152,1          | 254,7          | 185,0          | 173,9          | 30,8           | 103,8          | 390,4          | 614,4          | 549,5          | 503,1          | 50,2           | 65,4           | 3.073,4         |
| <b>Productible résultant</b>          | <b>[MWh]</b>          | <b>1.534,0</b> | <b>2.325,4</b> | <b>1.798,1</b> | <b>1.304,9</b> | <b>1.544,9</b> | <b>3.418,1</b> | <b>5.950,6</b> | <b>9.814,1</b> | <b>9.987,1</b> | <b>6.446,3</b> | <b>3.597,9</b> | <b>1.903,7</b> | <b>49.625,1</b> |
| Energie spécifique                    | [kWh/m <sup>2</sup> ] |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                | 793             |
| Energie spécifique                    | [kWh/kW]              |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                | 2.481           |
| Augmentation due à l'orographie       | [%]                   | -2,8           | -3,9           | -2,8           | -0,5           | 0,4            | -0,4           | -1,9           | -2,4           | -1,8           | -0,4           | 0,1            | -1,0           | -1,6            |
| Réduction due aux sillages            | [%]                   | 9,0            | 9,9            | 9,3            | 11,8           | 2,0            | 2,9            | 6,2            | 5,9            | 5,2            | 7,2            | 1,4            | 3,3            | 5,8             |
| Rendement                             | [%]                   | 36,5           | 36,5           | 36,1           | 34,4           | 39,2           | 38,4           | 35,0           | 32,2           | 32,6           | 31,9           | 36,0           | 38,3           | 34,1            |
| Durée de fonctionnement par secteur   | [Heures/an]           | 467            | 606            | 572            | 520            | 424            | 554            | 793            | 1.042          | 1.154          | 912            | 578            | 446            | 8.067           |
| Equivalent à pleine charge            | [Heures/an]           | 77             | 116            | 90             | 65             | 77             | 171            | 298            | 491            | 499            | 322            | 180            | 95             | 2.481           |

Productible par secteur



Influence de l'orographie et des obstacles



Projet:  
**Walcourt**

Imprimé/Page  
15/07/2010 16:04 / 4  
Utilisateur avec licence:  
**Alternative Green**  
Rue des Cooses, 8a  
BE-B6860 Louftemont (Léglise)  
+32 8571 1584

Calculé:  
25/06/2010 11:34/2.6.1.252

### PARK - Analyse des courbes de puissance

**Calcul:** WATH2 Nordex N100 2500 100 final **Eolienne:** 1 - NORDEX N100 2500 99.8 !O! Theoret. LK with LM 48.8, Hauteur du moyeu: 100,0 m

**Nom:** Theoret. LK with LM 48.8  
**Source :** NORDEX

| Origine/date | Auteur | Création   | Modification | Vitesse de coupure [m/s] | Contrôle de puissance | Type de courbe CT |
|--------------|--------|------------|--------------|--------------------------|-----------------------|-------------------|
| 18/08/2008   | USER   | 15/01/2007 | 05/01/2009   | 20,0                     | Pitch                 | Pitch standard    |

F008\_227\_A03\_DE, Rev. 03

### Comparaison courbes HP (dans les conditions suivante: densité d'air standard et paramètre de Weibull k = 2)

| V moy.             | [m/s] | 5     | 6     | 7     | 8     | 9      | 10     |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| Valeur HP          | [MWh] | 3.606 | 5.643 | 7.753 | 9.765 | 11.421 | 12.906 |
| WATH-2-01          | [MWh] | 3.786 | 5.935 | 8.028 | 9.853 | 11.292 | 12.302 |
| Valeur de contrôle | [%]   | -5    | -5    | -3    | -1    | 1      | 5      |

Comparaison entre les productibles calculés avec les courbes de puissances des fabricants et les courbes de puissance HP (ces courbes simplifiées sont basées sur la puissance du vent kW/m², la surface balayée par le rotor, le type de génératrice simple ou double et le type de contrôle "Stall" ou "Pitch"). Les pertes dues aux sillages ne sont pas prises en compte. Pour plus de détails, voir le rapport J.n° 51171/00-0016 de l'agence de l'énergie danoise (voir aussi le chapitre 3.5.2 du manuel WindPRO). La méthode a été affinée dans le rapport EMD "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide" en janvier 2003. Ce tableau permet de voir si les courbes de puissances données par les fabricants sont réalistes. Si l'écart de productible dépasse 5%, la courbe de puissance est éventuellement trop optimiste.

### Courbe de puissance

Données du catalogue, densité de l'air: 1,225 kg/m3

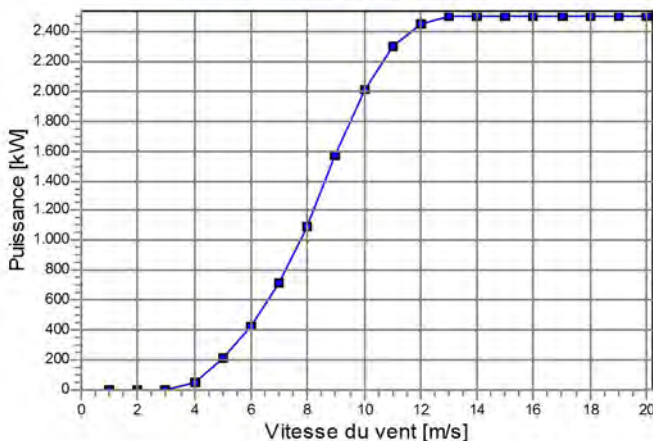
| Vitesse du vent [m/s] | Puissance [kW] | Ce   | Vitesse du vent [m/s] | Ct   |
|-----------------------|----------------|------|-----------------------|------|
| 3,5                   | 5,0            | 0,02 | 1,0                   | 0,10 |
| 4,0                   | 50,0           | 0,16 | 2,0                   | 0,10 |
| 4,5                   | 140,0          | 0,32 | 3,0                   | 0,10 |
| 5,0                   | 221,0          | 0,37 | 4,0                   | 0,80 |
| 5,5                   | 318,0          | 0,40 | 5,0                   | 0,82 |
| 6,0                   | 431,0          | 0,42 | 6,0                   | 0,84 |
| 6,5                   | 565,0          | 0,43 | 7,0                   | 0,79 |
| 7,0                   | 720,0          | 0,44 | 8,0                   | 0,72 |
| 7,5                   | 899,0          | 0,44 | 9,0                   | 0,66 |
| 8,0                   | 1.102,0        | 0,45 | 10,0                  | 0,59 |
| 8,5                   | 1.326,0        | 0,45 | 11,0                  | 0,53 |
| 9,0                   | 1.575,0        | 0,45 | 12,0                  | 0,46 |
| 9,5                   | 1.817,0        | 0,44 | 13,0                  | 0,40 |
| 10,0                  | 2.019,0        | 0,42 | 14,0                  | 0,33 |
| 10,5                  | 2.180,0        | 0,39 | 15,0                  | 0,28 |
| 11,0                  | 2.304,0        | 0,36 | 16,0                  | 0,23 |
| 11,5                  | 2.396,0        | 0,33 | 17,0                  | 0,20 |
| 12,0                  | 2.458,0        | 0,30 | 18,0                  | 0,16 |
| 12,5                  | 2.491,0        | 0,27 | 19,0                  | 0,13 |
| 13,0                  | 2.500,0        | 0,24 | 20,0                  | 0,12 |
| 20,0                  | 2.500,0        | 0,07 | 21,0                  | 0,12 |
|                       |                |      | 22,0                  | 0,11 |
|                       |                |      | 23,0                  | 0,11 |
|                       |                |      | 24,0                  | 0,10 |

### Courbe de puissance corrigée

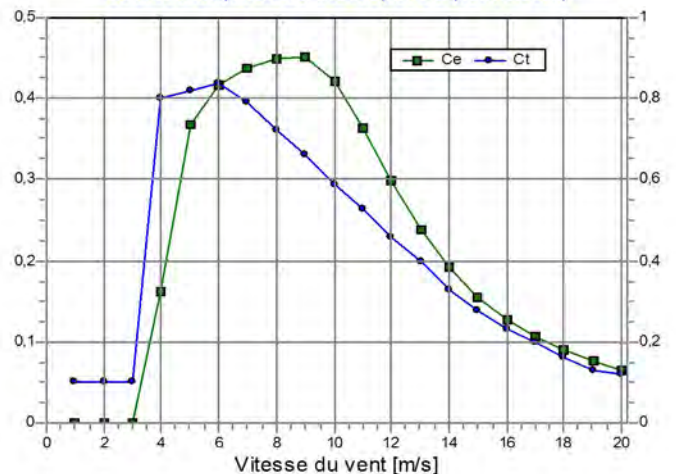
Données utilisées dans le calcul, densité de l'air: 1,217 kg/m3

| Vitesse du vent [m/s] | Puissance [kW] | Ce   | Intervalle [m/s] | Energie [MWh] | Cumul [MWh] | Relatif [%] |
|-----------------------|----------------|------|------------------|---------------|-------------|-------------|
| 1,0                   | 0,0            | 0,00 | 0,50- 1,50       | 0,0           | 0,0         | 0,0         |
| 2,0                   | 0,0            | 0,00 | 1,50- 2,50       | 0,0           | 0,0         | 0,0         |
| 3,0                   | 0,0            | 0,00 | 2,50- 3,50       | 2,1           | 2,1         | 0,0         |
| 4,0                   | 49,7           | 0,16 | 3,50- 4,50       | 73,9          | 76,0        | 1,3         |
| 5,0                   | 219,6          | 0,37 | 4,50- 5,50       | 246,3         | 322,3       | 5,4         |
| 6,0                   | 428,2          | 0,42 | 5,50- 6,50       | 471,6         | 793,9       | 13,2        |
| 7,0                   | 715,3          | 0,44 | 6,50- 7,50       | 708,5         | 1.502,4     | 25,0        |
| 8,0                   | 1.094,8        | 0,45 | 7,50- 8,50       | 897,1         | 2.399,5     | 39,9        |
| 9,0                   | 1.564,7        | 0,45 | 8,50- 9,50       | 979,5         | 3.379,0     | 56,1        |
| 10,0                  | 2.009,1        | 0,42 | 9,50-10,50       | 904,0         | 4.283,0     | 71,1        |
| 11,0                  | 2.297,2        | 0,36 | 10,50-11,50      | 700,8         | 4.983,8     | 82,8        |
| 12,0                  | 2.455,6        | 0,30 | 11,50-12,50      | 471,9         | 5.455,7     | 90,6        |
| 13,0                  | 2.500,0        | 0,24 | 12,50-13,50      | 281,8         | 5.737,5     | 95,3        |
| 14,0                  | 2.500,0        | 0,19 | 13,50-14,50      | 152,0         | 5.889,5     | 97,8        |
| 15,0                  | 2.500,0        | 0,16 | 14,50-15,50      | 75,3          | 5.964,8     | 99,1        |
| 16,0                  | 2.500,0        | 0,13 | 15,50-16,50      | 34,2          | 5.999,0     | 99,6        |
| 17,0                  | 2.500,0        | 0,11 | 16,50-17,50      | 14,3          | 6.013,3     | 99,9        |
| 18,0                  | 2.500,0        | 0,09 | 17,50-18,50      | 5,5           | 6.018,7     | 100,0       |
| 19,0                  | 2.500,0        | 0,08 | 18,50-19,50      | 1,9           | 6.020,7     | 100,0       |
| 20,0                  | 2.500,0        | 0,07 | 19,50-20,50      | 0,5           | 6.021,1     | 100,0       |

Courbe de puissance  
Données utilisées dans le calcul



Courbes Ct (coef. de traînée) et Ce (rendement)



Projet:

Walcourt

Imprimé/Page

15/07/2010 16:04 / 5

Utilisateur avec licence:

**Alternative Green**

Rue des Cooses, 8a

BE-B6860 Louftemont (Léglise)

+32 8571 1584

Calculé:

25/06/2010 11:34/2.6.1.252

**PARK - Données de terrain****Calcul:** WATH2 Nordex N100 2500 100 final **Données-site:** A - Donnée Site WATH2**Rugosité du terrain**

| Secteur | Classification de la rugosité (Classe de rugosité) |                           |                                 |                           |                                 |                           |                                 | D 4    | R 4 | D 5    | R 5 | D 6    | R 6 | D 7    | R 7 |
|---------|----------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------------|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|
|         | Rugosité près de l'éolienne                        | Distance au 1. changement | Rugosité après le 1. changement | Distance au 2. changement | Rugosité après le 2. changement | Distance au 3. changement | Rugosité après le 3. changement |        |     |        |     |        |     |        |     |
|         | [m]                                                | [m]                       | [m]                             | [m]                       | [m]                             | [m]                       | [m]                             | [m]    | [m] | [m]    | [m] | [m]    | [m] | [m]    | [m] |
| 0 N     | 1,9                                                | 1.100                     | 2,2                             | 1.400                     | 2,4                             | 1.600                     | 2,6                             | 1.700  | 2,4 | 2.100  | 2,1 | 8.250  | 2,6 | 19.500 | 2,3 |
| 1 NNE   | 1,9                                                | 1.200                     | 2,2                             | 1.300                     | 1,9                             | 5.000                     | 2,5                             | 8.000  | 3,0 | 19.500 | 3,0 |        |     |        |     |
| 2 ENE   | 1,9                                                | 3.700                     | 2,3                             | 5.250                     | 3,1                             | 7.500                     | 2,5                             | 19.500 | 2,7 |        |     |        |     |        |     |
| 3 E     | 1,9                                                | 2.800                     | 2,0                             | 4.500                     | 2,3                             | 5.000                     | 2,1                             | 6.000  | 2,4 | 7.500  | 2,3 | 14.000 | 2,5 | 19.000 | 2,4 |
| 4 ESE   | 1,9                                                | 4.200                     | 2,2                             | 7.250                     | 2,3                             | 19.500                    | 2,4                             |        |     |        |     |        |     |        |     |
| 5 SSE   | 1,9                                                | 5.750                     | 2,1                             | 7.500                     | 2,6                             | 9.000                     | 2,0                             | 9.500  | 2,5 | 15.500 | 3,4 | 19.500 | 3,3 |        |     |
| 6 S     | 2,0                                                | 4.700                     | 2,5                             | 19.500                    | 3,5                             |                           |                                 |        |     |        |     |        |     |        |     |
| 7 SSO   | 1,9                                                | 2.300                     | 2,4                             | 2.400                     | 2,7                             | 2.600                     | 2,1                             | 4.100  | 2,6 | 5.250  | 2,2 | 13.500 | 3,0 | 19.500 | 3,3 |
| 8 OSO   | 1,9                                                | 2.300                     | 2,3                             | 2.500                     | 2,1                             | 2.900                     | 2,0                             | 3.600  | 2,4 | 3.900  | 2,6 | 4.200  | 2,3 | 19.500 | 2,4 |
| 9 O     | 1,9                                                | 1.100                     | 2,1                             | 1.600                     | 1,9                             | 2.300                     | 2,2                             | 5.000  | 2,4 | 19.500 | 2,1 |        |     |        |     |
| 10 ONO  | 1,9                                                | 1.100                     | 2,5                             | 1.200                     | 2,8                             | 1.300                     | 2,6                             | 1.400  | 1,9 | 1.900  | 2,2 | 2.300  | 2,2 | 19.500 | 2,0 |
| 11 NNO  | 1,9                                                | 1.400                     | 2,3                             | 1.500                     | 2,5                             | 1.700                     | 2,4                             | 2.200  | 2,0 | 6.000  | 2,6 | 19.500 | 2,5 |        |     |

**Obstacles :**

0 Obstacles pris en compte

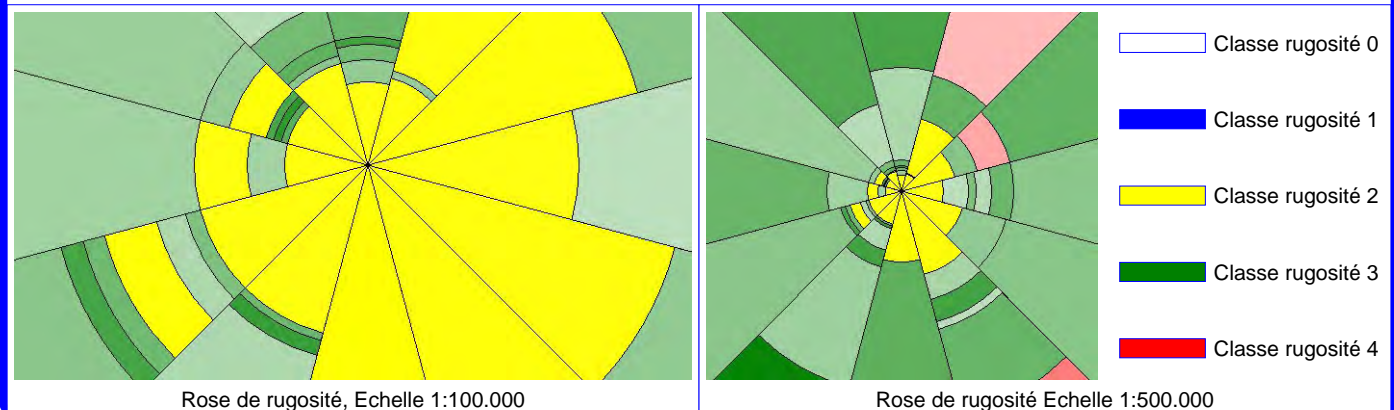
**Rugosité:****Orographie:**

Le calcul utilise les fichiers suivants:

S:\Shared\Projets WINDPRO\Walcourt\CONTOURLINE\_ONLINEDATA\_0.wpo

Min X: 127.783, Max X: 167.945, Min Y: 87.590, Max Y: 127.426, Largeur: 40.162 m, Hauteur: 39.836 m

Les données utilisées couvrent une surface de 10,0 km x 10,0 km autour du site.



Projet:

Walcourt

Imprimé/Page

15/07/2010 16:04 / 6

Utilisateur avec licence:

**Alternative Green**  
Rue des Cooses, 8a  
BE-B6860 Louftemont (Léglise)  
+32 8571 1584

Calculé:

25/06/2010 11:34/2.6.1.252

**PARK - Données de vent**

Calcul: WATH2 Nordex N100 2500 100 final    **Données du vent:** A - Donnée Site WATH2; Hauteur du moyeu: 50,0

**Coordonnées de l'objet**

Lambert (BE) GDII Est: 147.881 Nord: 107.563

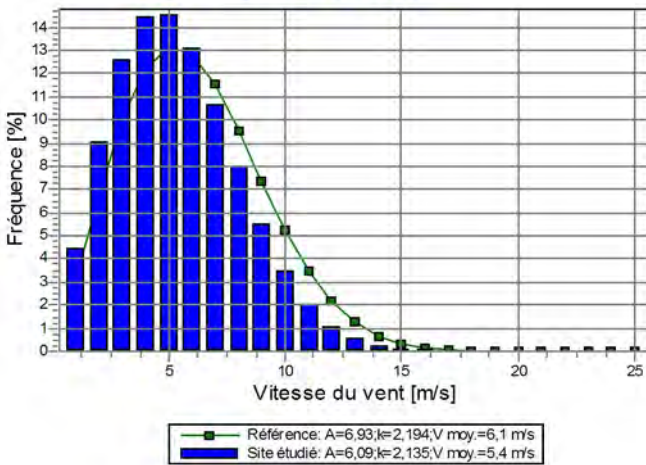
**Données du vent**

| Stat. éol. utilisée(s):      | Distance [km] | Pondération [%] |
|------------------------------|---------------|-----------------|
| BE Florennes, 1975-81.wws    | 23            | 48              |
| BE Melsbroek, 1970-79.wws    | 70            | 16              |
| BE Saint Hubert, 1971-80.wws | 80            | 14              |
| FR Cambrai, 1970-79.wws      | 85            | 13              |
| FR Reims, 1970-78.wws        | 111           | 10              |

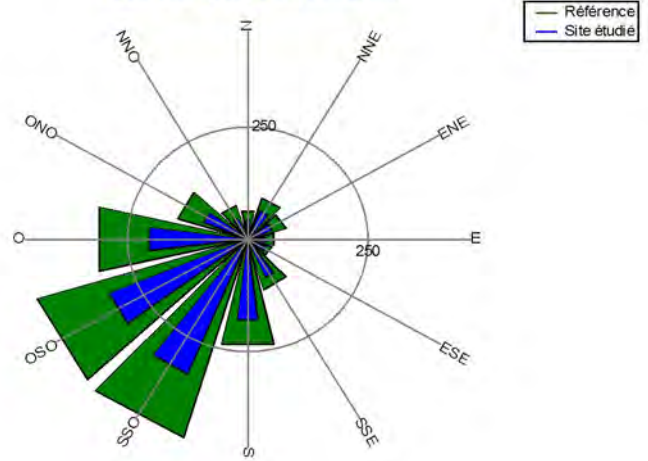
**Paramètres de Weibull**

| Secteur | Site étudié       |                       |             | Fréquence [%] | Référence: plat et rug. classe 1 |             |               |
|---------|-------------------|-----------------------|-------------|---------------|----------------------------------|-------------|---------------|
|         | Paramètre A [m/s] | Vitesse du vent [m/s] | Paramètre k |               | Paramètre A [m/s]                | Paramètre k | Fréquence [%] |
| 0 N     | 4,89              | 4,33                  | 2,295       | 5,8           | 5,61                             | 2,342       | 5,7           |
| 1 NNE   | 5,27              | 4,67                  | 2,377       | 7,5           | 6,04                             | 2,472       | 7,4           |
| 2 ENE   | 4,84              | 4,28                  | 2,178       | 7,1           | 5,62                             | 2,274       | 7,2           |
| 3 E     | 4,40              | 3,90                  | 1,994       | 6,4           | 4,94                             | 2,016       | 6,5           |
| 4 ESE   | 4,91              | 4,35                  | 2,236       | 5,2           | 5,34                             | 2,228       | 5,2           |
| 5 SSE   | 6,09              | 5,40                  | 2,486       | 6,9           | 6,75                             | 2,563       | 6,5           |
| 6 S     | 6,75              | 5,99                  | 2,479       | 9,9           | 7,59                             | 2,560       | 9,5           |
| 7 SSO   | 7,57              | 6,72                  | 2,588       | 13,0          | 8,63                             | 2,687       | 12,8          |
| 8 OSO   | 7,14              | 6,33                  | 2,424       | 14,3          | 8,16                             | 2,506       | 14,3          |
| 9 O     | 6,46              | 5,73                  | 2,104       | 11,2          | 7,47                             | 2,206       | 11,6          |
| 10 ONO  | 5,88              | 5,20                  | 2,072       | 7,1           | 6,72                             | 2,126       | 7,5           |
| 11 NNO  | 5,20              | 4,60                  | 2,174       | 5,6           | 6,00                             | 2,202       | 5,7           |
| Tout    | 6,09              | 5,39                  | 2,135       | 100,0         | 6,93                             | 2,194       | 100,0         |

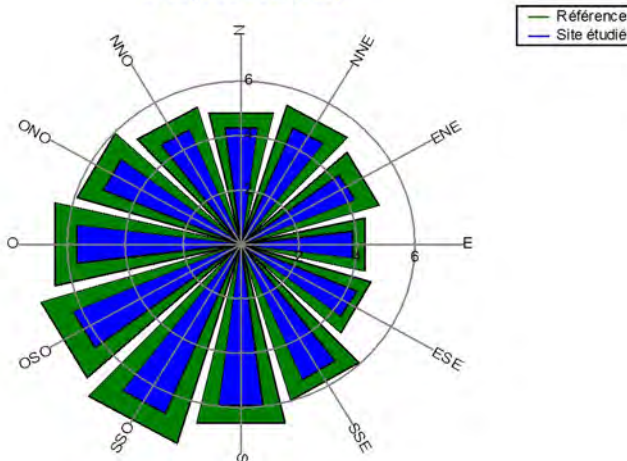
Distribution de Weibull



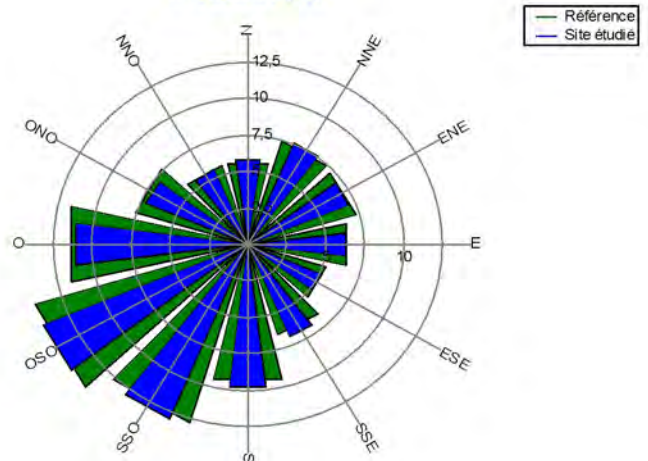
Rose énergétique (kWh/m2/an)



V moy. du vent (m/s)



Fréquence (%)



Projet:

Walcourt

Imprimé/Page

15/07/2010 16:04 / 7

Utilisateur avec licence:

**Alternative Green**

Rue des Cooses, 8a

BE-B6860 Louftemont (Léglise)

+32 8571 1584

Calculé:

25/06/2010 11:34/2.6.1.252

**PARK - Courbe de puissance du parc**

Calcul: WATH2 Nordex N100 2500 100 final

| Vitesse du vent<br>[m/s] | Eoliennes dans le parc<br>[kW] | N<br>[kW] | NNE<br>[kW] | ENE<br>[kW] | E<br>[kW] | ESE<br>[kW] | SSE<br>[kW] | S<br>[kW] | SSO<br>[kW] | OSO<br>[kW] | O<br>[kW] | ONO<br>[kW] | NNO<br>[kW] |
|--------------------------|--------------------------------|-----------|-------------|-------------|-----------|-------------|-------------|-----------|-------------|-------------|-----------|-------------|-------------|
| 0,5                      | 0                              | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           |
| 1,5                      | 0                              | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           |
| 2,5                      | 0                              | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           |
| 3,5                      | 560                            | 597       | 501         | 516         | 559       | 651         | 590         | 510       | 472         | 551         | 577       | 700         | 627         |
| 4,5                      | 2.057                          | 2.093     | 1.942       | 1.982       | 2.001     | 2.293       | 2.179       | 1.966     | 1.891       | 2.034       | 2.027     | 2.362       | 2.231       |
| 5,5                      | 4.159                          | 4.226     | 3.948       | 4.019       | 4.051     | 4.585       | 4.375       | 3.994     | 3.859       | 4.118       | 4.105     | 4.721       | 4.474       |
| 6,5                      | 7.183                          | 7.295     | 6.841       | 6.955       | 7.009     | 7.873       | 7.537       | 6.924     | 6.697       | 7.116       | 7.093     | 8.082       | 7.693       |
| 7,5                      | 11.257                         | 11.430    | 10.796      | 10.957      | 11.029    | 12.194      | 11.732      | 10.893    | 10.577      | 11.167      | 11.134    | 12.485      | 11.952      |
| 8,5                      | 15.487                         | 15.618    | 15.136      | 15.311      | 15.255    | 16.337      | 15.948      | 15.143    | 14.886      | 15.413      | 15.297    | 16.549      | 16.116      |
| 9,5                      | 18.334                         | 18.429    | 18.139      | 18.256      | 18.195    | 18.832      | 18.601      | 18.106    | 17.967      | 18.300      | 18.216    | 18.960      | 18.711      |
| 10,5                     | 19.708                         | 19.743    | 19.657      | 19.709      | 19.651    | 19.899      | 19.827      | 19.621    | 19.570      | 19.696      | 19.636    | 19.916      | 19.856      |
| 11,5                     | 19.990                         | 19.992    | 19.992      | 19.997      | 19.981    | 19.999      | 19.998      | 19.981    | 19.983      | 19.992      | 19.978    | 19.999      | 19.998      |
| 12,5                     | 20.000                         | 20.000    | 20.000      | 20.000      | 20.000    | 20.000      | 20.000      | 20.000    | 20.000      | 20.000      | 20.000    | 20.000      | 20.000      |
| 13,5                     | 20.000                         | 20.000    | 20.000      | 20.000      | 20.000    | 20.000      | 20.000      | 20.000    | 20.000      | 20.000      | 20.000    | 20.000      | 20.000      |
| 14,5                     | 20.000                         | 20.000    | 20.000      | 20.000      | 20.000    | 20.000      | 20.000      | 20.000    | 20.000      | 20.000      | 20.000    | 20.000      | 20.000      |
| 15,5                     | 20.000                         | 20.000    | 20.000      | 20.000      | 20.000    | 20.000      | 20.000      | 20.000    | 20.000      | 20.000      | 20.000    | 20.000      | 20.000      |
| 16,5                     | 19.206                         | 20.000    | 20.000      | 20.000      | 19.167    | 18.000      | 20.000      | 20.000    | 20.000      | 20.000      | 17.500    | 15.167      | 20.000      |
| 17,5                     | 510                            | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           | 833       | 1.583       | 1.000       | 750       | 0           | 0           |
| 18,5                     | 0                              | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           |
| 19,5                     | 0                              | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           |
| 20,5                     | 0                              | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           |
| 21,5                     | 0                              | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           |
| 22,5                     | 0                              | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           |
| 23,5                     | 0                              | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           |
| 24,5                     | 0                              | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           |
| 25,5                     | 0                              | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           |
| 26,5                     | 0                              | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           |
| 27,5                     | 0                              | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           |
| 28,5                     | 0                              | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           |
| 29,5                     | 0                              | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           | 0         | 0           | 0           |

**Description:**

Ce calcul de la courbe de puissance du parc est basé sur le modèle "WindPRO Park Power Verification Model" (PPV). Le modèle PPV fait le lien entre les valeurs de vent d'un site de référence (typiquement un mât de mesures dont l'emplacement et la hauteur sont définis par l'utilisateur) et la puissance du parc. Ce modèle prend en compte l'effet des sillages ainsi que les variations des vitesses du vent entre le site de référence choisi et les emplacements des éoliennes. Les influences de la rugosité, de l'orographie et des obstacles sont prises en compte avec WAsP. Etant que le modèle WAsP utilise des paramètres statistiques couvrant typiquement une période de 1 an, des divergences peuvent apparaître quand des comparaisons sont faites avec des productions relevées sur de courtes périodes. Ceci est dû aux variations des conditions de stabilité de l'atmosphère au cours du cycle annuel et à d'autres phénomènes saisonniers.

**Le site de référence choisi et les données de vent utilisées sont définis à partir de:**

L'objet Données-site: Donnée Site WATH2

Coordonnées de l'objet: Lambert (BE) GDII Est: 147.881 Nord: 107.563

Hauteur de calcul (des vitesses de vent) [m]: 50,00

**Utilisations possibles de cette courbe de puissance:**

1. Systèmes de prévision basés sur les conditions de vent prévues sur le site de référence. La courbe de puissance du parc est un moyen efficace de relier la puissance du parc aux vitesses et aux directions du vent relevées sur le site de référence (typiquement un mât de mesure).
2. Calcul de la durée de fonctionnement du parc à une puissance donnée à partir de la distribution des vitesses du vent du site de référence (mât mes. typiquement).
3. Calcul d'un indice de production du vent en convertissant les données de vent en productibles avec la courbe de puissance du parc.
4. Vérification de la production d'un parc en comparant, sur une période commune, la production mesurée avec la production calculée à partir de la courbe de puissance du parc et des mesures de vent. Il convient toutefois de garder à l'esprit les limitations mentionnées dans le paragraphe Description.

A noter également que les vitesses du vent sont supposées être celles du vent naturel. Si la présence du parc perturbe les mesures, l'option "Créer fichiers résultats" du rapport PARK permet d'obtenir les vitesses du vent à l'intérieur du parc, puis de calculer les réductions des vitesses dues aux sillages et finalement de convertir les vitesses mesurées en vitesses naturelles. Mais il est préférable d'utiliser un mât mesurant les vitesses du vent naturel qui en combinaison avec la courbe de puissance du parc permettent de calculer le productible.

**Note:**

L'option "Créer fichiers résultats" du rapport PARK permet également d'obtenir les vitesses du vent à l'intérieur du parc et par conséquent de calculer les réductions des vitesses dues aux sillages.

Projet:  
**Walcourt**

Imprimé/Page  
15/07/2010 16:04 / 8  
Utilisateur avec licence:  
**Alternative Green**  
Rue des Cooses, 8a  
BE-B6860 Louftemont (Léglise)  
+32 8571 1584

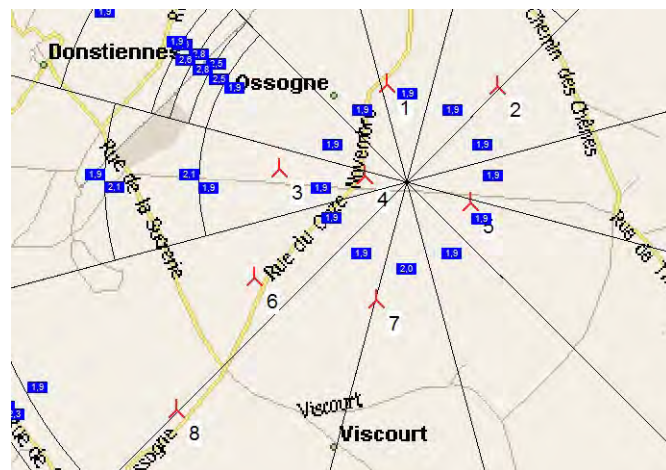
Calculé:  
25/06/2010 11:34/2.6.1.252

**PARK - Distances entre les éoliennes**

Calcul: WATH2 Nordex N100 2500 100 final

**Distances entre les éoliennes**

| Z   | Eol. la plus proche | Z   | Distance horizontale | Distance en diamètres de rotor |
|-----|---------------------|-----|----------------------|--------------------------------|
| [m] | [m]                 | [m] | [m]                  |                                |
| 1   | 165,9               | 4   | 173,9                | 498                            |
| 2   | 165,0               | 1   | 165,9                | 585                            |
| 3   | 171,7               | 4   | 173,9                | 457                            |
| 4   | 173,9               | 3   | 171,7                | 457                            |
| 5   | 168,1               | 4   | 173,9                | 577                            |
| 6   | 178,3               | 3   | 171,7                | 587                            |
| 7   | 175,0               | 4   | 173,9                | 658                            |
| 8   | 181,2               | 6   | 178,3                | 808                            |



Echelle 1:40.000  
 🚩 Nouvelle-éolienne    🕸 Données-site



Projet:

Walcourt

Imprimé/Page

15/07/2010 16:04 / 9

Utilisateur avec licence:

**Alternative Green**  
Rue des Cooses, 8a  
BE-B6860 Louftemont (Léglise)  
+32 8571 1584

Calculé:

25/06/2010 11:34/2.6.1.252

## PARK - Vitesses du vent dans le parc: résultat principal

Calcul: WATH2 Nordex N100 2500 100 final

Modèle de sillage N.O. Jensen (EMD) : 2005

### Valeurs des paramètres utilisés pour les calculs

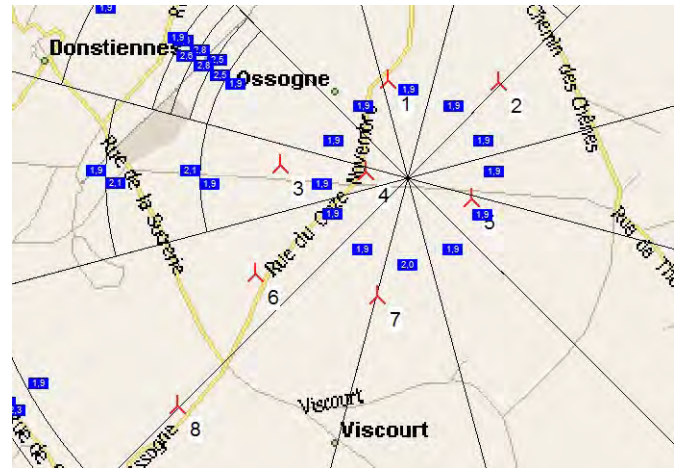
Calcul de la densité de l'air Individuellement pour chaque éolienne  
Densité de l'air à hauteur de moyeu 1,215 kg/m3 à 1,217 kg/m3  
Altitude du moyeu: 265,0 m à 281,2 m  
Tp<sup>2</sup> annuelle moy. à hauteur de moyeu 7,6 °C à 7,7 °C  
Pression à l'emplacement des éol. 979,3 hPa à 981,2 hPa

### Valeurs des paramètres utilisés pour les calculs de sillage

Constante d'effet de sillage 0,075

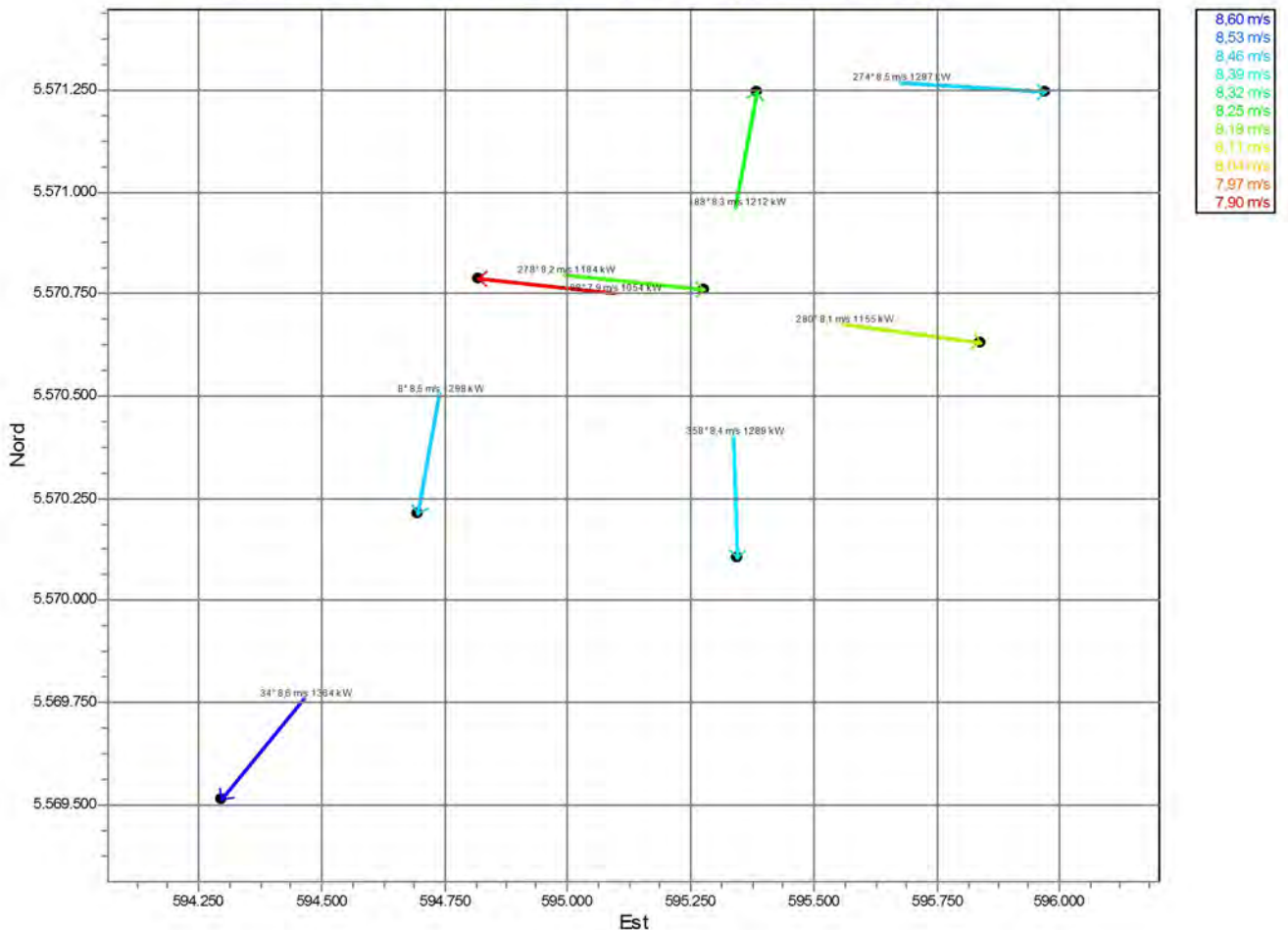
### Données du vent

| Stat. éol. utilisée(s):      | Distance [km] | Pondération [%] |
|------------------------------|---------------|-----------------|
| BE Florennes, 1975-81.wws    | 23            | 48              |
| BE Melsbroek, 1970-79.wws    | 70            | 16              |
| BE Saint Hubert, 1971-80.wws | 80            | 14              |
| FR Cambrai, 1970-79.wws      | 85            | 13              |
| FR Reims, 1970-78.wws        | 111           | 10              |



Echelle 1:40.000  
 Nouvelle-éolienne Données-site

Vitesse du vent naturel: 9,5 m/s  
 Réduction max des vitesses du vent et directions correspondantes dans le parc



Projet:

**Walcourt**

Imprimé/Page

15/07/2010 16:04 / 10

Utilisateur avec licence:

**Alternative Green**  
Rue des Cooses, 8a  
BE-B6860 Louftemont (Léglise)  
+32 8571 1584

Calculé:

25/06/2010 11:34/2.6.1.252

## PARK - Turbulences: principaux résultats

**Calcul:** WATH2 Nordex N100 2500 100 final

### Modèle de turbulence

Empirical turbulence - Dutch TNO laboratory : 1993

### Modèle de sillage

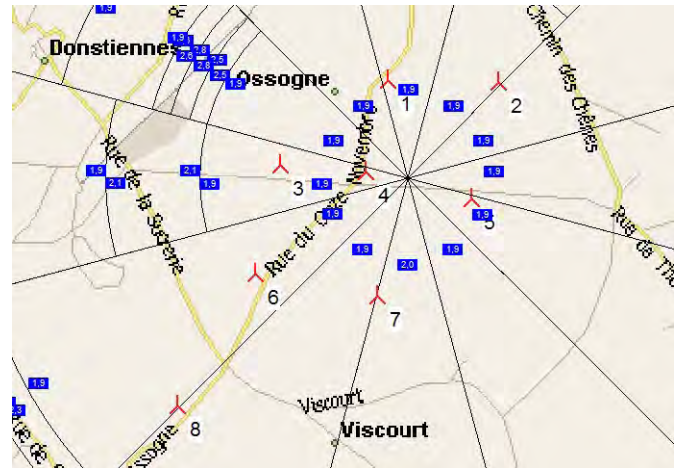
N.O. Jensen (EMD) : 2005

### Valeurs des paramètres utilisés pour les calculs

Calcul de la densité de l'air Individuellement pour chaque éolienne  
Densité de l'air à hauteur de moyeu 1,215 kg/m<sup>3</sup> à 1,217 kg/m<sup>3</sup>  
Altitude du moyeu: 265,0 m à 281,2 m  
Tp° annuelle moy. à hauteur de moyeu 7,6 °C à 7,7 °C  
Pression à l'emplacement des éol. 979,3 hPa à 981,2 hPa  
Turbulence à hauteur des mesures 0,00 m  
Niveau de turbulence naturel 4,7 %  
Nombre d'éoliennes 8

### Valeurs des paramètres utilisés pour les calculs de sillage

Constante d'effet de sillage 0,075



Echelle 1:40.000

🚩 Nouvelle-éolienne    🟦 Données-site

## Turbulences max. subies par les éoliennes

Pour les vitesses de vent choisies, le tableau suivant montre les intensités max des turbulences auxquelles sont soumise les éoliennes, les directions correspondantes et les vitesses de vent réduites dans ces mêmes directions.

| Fabricant | Type        | Puissance [kW] | Diamètre [m] | Hauteur [m] | Vit. vent nat:9,5 m/s |           |        | vit. vent nat:14,5 m/s |           |        | vit. vent nat:19,5 m/s |           |        |
|-----------|-------------|----------------|--------------|-------------|-----------------------|-----------|--------|------------------------|-----------|--------|------------------------|-----------|--------|
|           |             |                |              |             | Dir [deg]             | Wsp [m/s] | It [%] | Dir [deg]              | Wsp [m/s] | It [%] | Dir [deg]              | Wsp [m/s] | It [%] |
| 1         | NORDEX N100 | 2.500          | 99,8         | 100,0       | 197                   | 8,3       | 15,1   | 197                    | 13,7      | 13,2   | 197                    | 19,1      | 12,7   |
| 2         | NORDEX N100 | 2.500          | 99,8         | 100,0       | 275                   | 8,5       | 14,2   | 196                    | 13,9      | 12,9   | 196                    | 19,2      | 12,5   |
| 3         | NORDEX N100 | 2.500          | 99,8         | 100,0       | 98                    | 7,9       | 16,2   | 98                     | 13,4      | 13,6   | 98                     | 18,9      | 12,7   |
| 4         | NORDEX N100 | 2.500          | 99,8         | 100,0       | 278                   | 8,2       | 15,6   | 278                    | 13,7      | 13,4   | 278                    | 19,1      | 12,7   |
| 5         | NORDEX N100 | 2.500          | 99,8         | 100,0       | 279                   | 8,1       | 14,8   | 279                    | 13,5      | 13,0   | 220                    | 19,2      | 12,6   |
| 6         | NORDEX N100 | 2.500          | 99,8         | 100,0       | 17                    | 8,5       | 14,3   | 17                     | 13,8      | 13,0   | 104                    | 19,2      | 12,7   |
| 7         | NORDEX N100 | 2.500          | 99,8         | 100,0       | 284                   | 8,6       | 13,9   | 48                     | 13,9      | 12,9   | 48                     | 19,2      | 12,6   |
| 8         | NORDEX N100 | 2.500          | 99,8         | 100,0       | 34                    | 8,6       | 13,5   | 34                     | 13,9      | 12,8   | 57                     | 19,3      | 12,5   |

Projet:

Walcourt

Imprimé/Page

15/07/2010 16:04 / 11

Utilisateur avec licence:

**Alternative Green**  
Rue des Cooses, 8a  
BE-6860 Louftemont (Léglise)  
+32 8571 1584

Calculé:

25/06/2010 11:34/2.6.1.252

## PARK - Turbulence par éolienne

**Calcul:** WATH2 Nordex N100 2500 100 final **Eolienne:** 1 - NORDEX N100 2500 99.8 !O! Theoret. LK with LM 48.8, Hauteur du moyeu: 100,0 m

### Modèle de turbulence

Empirical turbulence - Dutch TNO laboratory : 1993

### Modèle de sillage

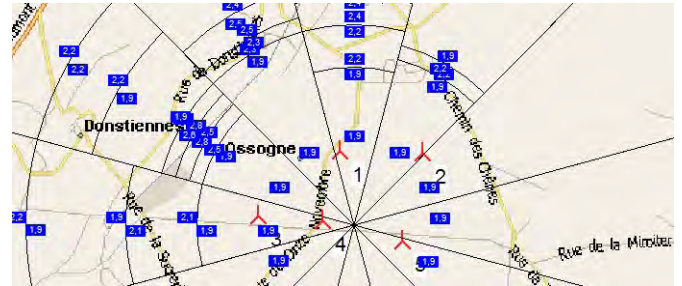
N.O. Jensen (EMD) : 2005

### Valeurs des paramètres utilisés pour les calculs

Calcul de la densité de l'air Individuellement pour chaque éolienne  
Densité de l'air à hauteur de moyeu 1,215 kg/m<sup>3</sup> à 1,217 kg/m<sup>3</sup>  
Altitude du moyeu: 265,0 m à 281,2 m  
Tp° annuelle moy. à hauteur de moyeu 7,6 °C à 7,7 °C  
Pression à l'emplacement des éol. 979,3 hPa à 981,2 hPa  
Turbulence à hauteur des mesures 0,00 m  
Niveau de turbulence naturel 4,7 %  
Nombre d'éoliennes 8

### Valeurs des paramètres utilisés pour les calculs de sillage

Constante d'effet de sillage 0,075



Échelle 1:53.000  
Nouvelle-éolienne Données-site

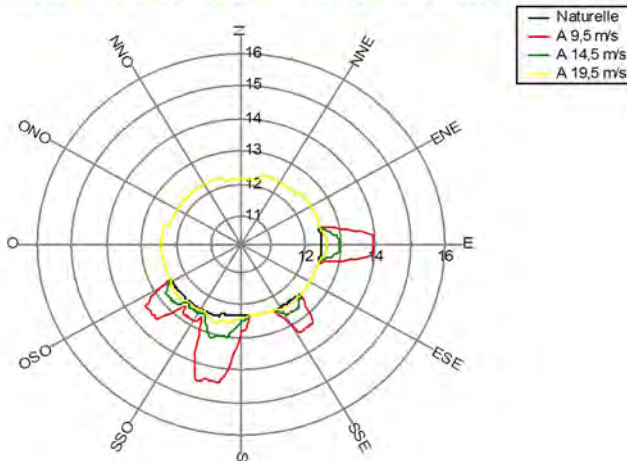
## Vent et turbulence à hauteur de moyeu 100,00 m

### Distribution de Weibull

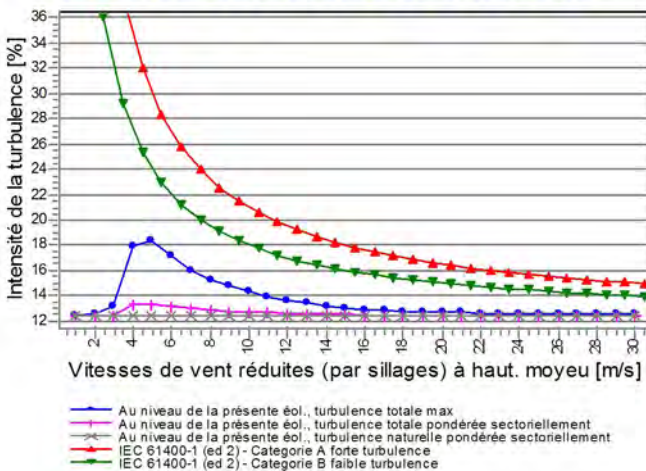
| Secteur                  | Turbulence max aux vit. données |            |       |           |               |             |              |              |
|--------------------------|---------------------------------|------------|-------|-----------|---------------|-------------|--------------|--------------|
|                          | A [m/s]                         | Moy. [m/s] | k     | Fréq. [%] | Naturelle [%] | 9,5 m/s [%] | 14,5 m/s [%] | 19,5 m/s [%] |
| 0 N                      | 5,81                            | 5,16       | 2,553 | 5,8       | 12,1          | 12,1        | 12,1         | 12,1         |
| 1 NNE                    | 6,16                            | 5,47       | 2,662 | 7,4       | 12,3          | 12,3        | 12,3         | 12,3         |
| 2 ENE                    | 5,69                            | 5,05       | 2,432 | 7,1       | 12,5          | 12,5        | 12,5         | 12,5         |
| 3 E                      | 5,27                            | 4,67       | 2,217 | 6,5       | 12,4          | 14,0        | 12,9         | 12,6         |
| 4 ESE                    | 5,90                            | 5,23       | 2,471 | 5,3       | 12,4          | 12,7        | 12,5         | 12,5         |
| 5 SSE                    | 7,21                            | 6,42       | 2,768 | 6,9       | 12,4          | 13,3        | 12,7         | 12,5         |
| 6 S                      | 7,89                            | 7,02       | 2,779 | 9,8       | 12,3          | 14,4        | 13,0         | 12,6         |
| 7 SSO                    | 8,77                            | 7,82       | 2,885 | 12,8      | 12,4          | 14,5        | 13,1         | 12,7         |
| 8 OSO                    | 8,42                            | 7,49       | 2,682 | 14,2      | 12,4          | 13,5        | 12,8         | 12,5         |
| 9 O                      | 7,75                            | 6,87       | 2,338 | 11,4      | 12,4          | 12,4        | 12,4         | 12,4         |
| 10 ONO                   | 7,11                            | 6,30       | 2,295 | 7,2       | 12,3          | 12,3        | 12,3         | 12,3         |
| 11 NNO                   | 6,20                            | 5,49       | 2,424 | 5,6       | 12,3          | 12,3        | 12,3         | 12,3         |
| Tout                     | 7,20                            | 6,38       | 2,350 | 100,0     | 12,5          | 14,5        | 13,1         | 12,7         |
| Pondérée sectoriellement | -                               | -          | -     | -         | -             | 12,7        | 12,5         | 12,4         |

La turbulence calculée représente la turbulence totale, c'est à dire la somme de la turbulence naturelle (supposée) et de la turbulence due aux sillages (calculée), toutes deux considérées à hauteur de moyeu. La turbulence naturelle, donnée à une certaine hauteur au-dessus de sol, est recalculée à la hauteur du moyeu. Notez qu'on suppose que la valeur de la turbulence naturelle est indépendante de la vitesse du vent mais dépendante de sa direction. Une pondération en fonction de la direction est faite à partir de la distribution en fréquence du modèle de Weibull.

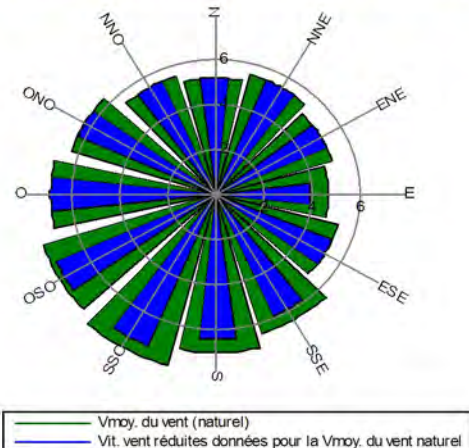
### Turb. à haut. de moyeu aux vit. réduites (par les sillages)



### Intensités max des turbulences toutes dir. confondues



### Vitesses du vent naturel vs vitesses réduites (par les sillages) (m/s)



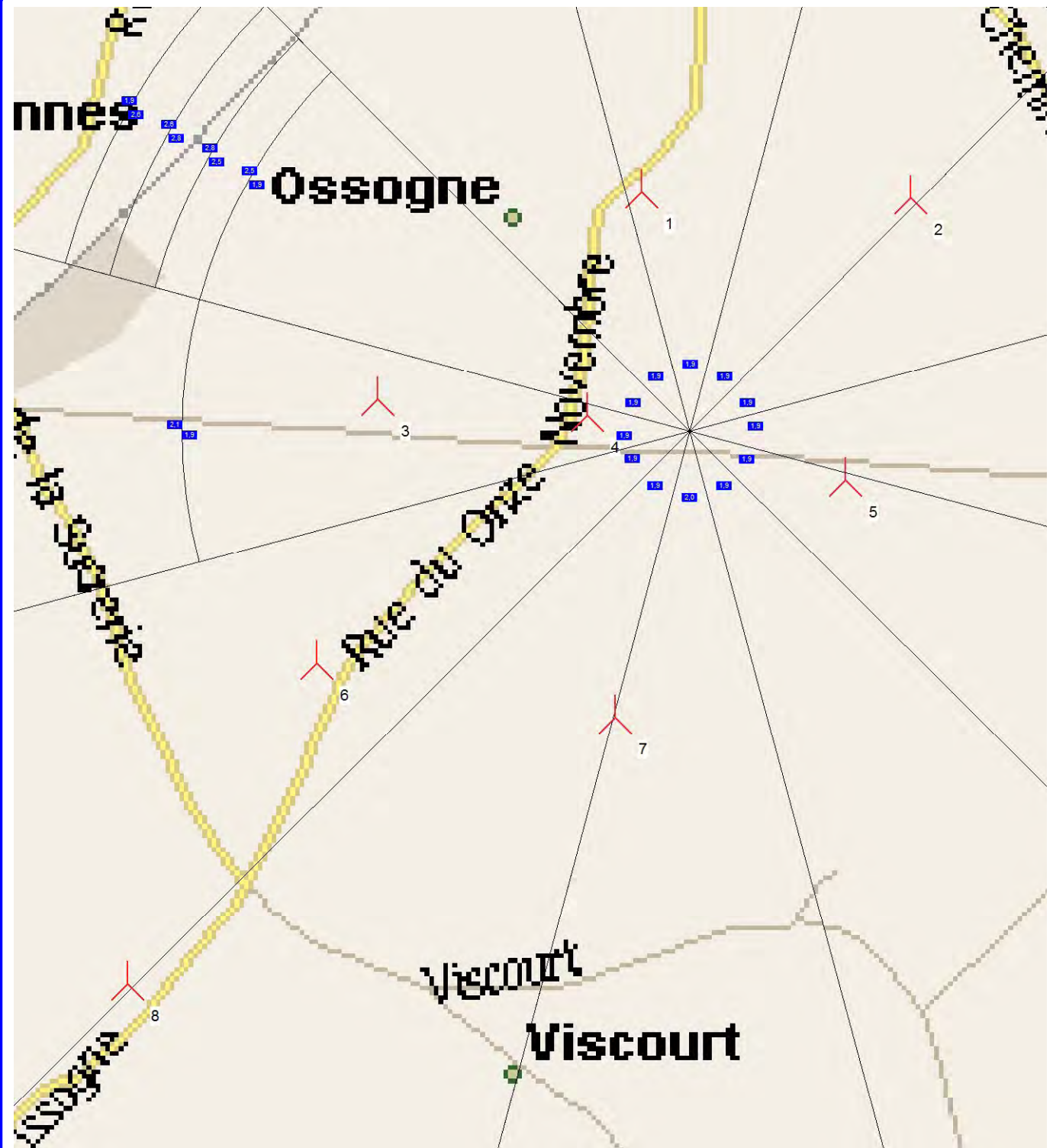
Projet:  
**Walcourt**

Imprimé/Page  
15/07/2010 16:04 / 12  
Utilisateur avec licence:  
**Alternative Green**  
Rue des Cooses, 8a  
BE-B6860 Louftemont (Léglise)  
+32 8571 1584

Calculé:  
25/06/2010 11:34/2.6.1.252

**PARK - DynMap1400-337**

Calcul: WATH2 Nordex N100 2500 100 final    **Fichier:** DynMap1400-337.bmi



0 250 500 750 1000m

Carte: WindPRO map , Echelle d'impression 1:12.500, Centre de la carte Lambert (BE) GDII Est: 147.329 Nord: 107.193

Nouvelle-éolienne    Données-site