



MSE Les Dunes

MSE LES DUNES
Tour de Lille
Boulevard de Turin
59777 LILLE

Téléphone : 03.20.214.214
Télécopie : 03.20.131.231

Projet éolien de la commune de GRAND-ROZOY

Aisne (02)



Étude d'impact sur l'Environnement et la Santé

Annexe 6 : Battements d'ombre

Mars 2013



MSE Les Dunes

MSE LES DUNES
Tour de Lille
Boulevard de Turin
59777 Lille

Téléphone: 03.20.214.214
Télécopie: 03.20.131.231

Projet éolien de Grand-Rozoy

Commune de Grand-Rozoy

Département de l'Aisne (02)



ETUDE DES BATTEMENTS D'OMBRE

Réalisation de l'étude



Tour de Lille – Boulevard de Turin
59777 Lille
Tél : 0320214214

**Réalisation : M^{lle} Stéphanie Pham, Ingénieur Modélisation Numérique
JUILLET 2012**

Sommaire

1.RÉSUMÉ DU PROJET.....	4
2.PRÉSENTATION DU PROJET.....	5
2.1Description du projet.....	5
2.2Zone d'étude.....	5
3.DESCRPTION DE L'ÉTUDE.....	7
3.1Effet du battement d'ombre.....	7
3.2Préconisations.....	7
4.MÉTHODOLOGIE DE L'ÉTUDE.....	8
4.1Méthode de calcul.....	8
4.2Hypothèses de calcul.....	9
4.2.1PIRE CAS.....	9
4.2.2DURÉE PROBABLE.....	9
4.2.3DONNÉES DE TERRAIN.....	11
4.2.4POINTS DE MESURE.....	12
5.RÉSULTATS.....	15
5.1Pire cas.....	15
5.1.1DURÉE D'EXPOSITION AUX BATTEMENTS D'OMBRE.....	15
5.1.2CARTOGRAPHIE.....	16
5.1.3CALENDRIER GRAPHIQUE.....	18
5.2Durée probable.....	19
5.2.1DURÉE D'EXPOSITION AUX BATTEMENTS D'OMBRE.....	19
5.2.1CARTOGRAPHIE.....	20
6.CONCLUSION.....	23
ANNEXE1 : RÉFÉRENCES.....	25
ANNEXE2 : ARRÊTÉ DU 26/08/2011.....	26

Index des illustrations

Figure 1 : Représentation de l'implantation.....	6
Figure 2 : Illustration du phénomène de battement d'ombre (source : MEEDDM, 2010).....	7
Figure 3 : Méthode de calcul d'ombres portées.....	8
Figure 4 : Localisation des données de vent utilisées par rapport au projet	10
Figure 5 : Positions des récepteurs pris en compte autour du projet.....	13
Figure 6 : Lignes iso-durées en heures par an, Pire des cas.....	17
Figure 7 : Calendrier graphique par récepteur, Pire des cas.....	18
Figure 8 : Lignes iso-durées en heures par an, Durée probable.....	21
Figure 9 : Calendrier graphique par récepteur, Durée probable.....	22

Index des Tableaux

Tableau 1 : Probabilité moyenne d'ensoleillement (h/jour) pour la station de Reims.....	11
Tableau 2 : Description de la station météo de Reims.....	11
Tableau 3 : Description des données d'entrée pour chaque récepteur.....	14
Tableau 4 : Durées d'expositions aux battements d'ombre.....	15
Tableau 5 : Contribution de chaque éolienne.....	15
Tableau 6 : Durées d'expositions aux battements d'ombre.....	19
Tableau 7 : Contribution de chaque éolienne.....	19

1. Résumé du projet

Données d'entrée		
Implantation	10 éoliennes	
Données de terrain	IGN résolution 50 m, isolignes 5 m	
Données de rugosité	CLC 2000	
Données de vents	Mât Hautevesnes 80 m	Période : du 07/09/2006 au 17/02/2010
Type d'éoliennes	Repower MM92	Hauteur de moyeu : 80 m Diamètre du rotor : 92,5 m

Hypothèses de calcul	
Pire cas	Le soleil brille toute la journée Les éoliennes fonctionnent en permanence Les rotors sont toujours perpendiculaires aux rayons du soleil
Durée probable	Utilisation des données météorologiques de la station de Reims (51)

Principaux résultats				
Récepteurs	Coordonnées géographiques (Lambert II étendu)	Pire cas		Durée probable
		Heure de papillonnement par an (h/an)	Nombre max d'heures de papillonnement par jour (h/jour)	Heure de papillonnement par an (h/an)
R1	X = 677260 Y = 2473219	76h40	1h05	9h59
R2	X = 678370 Y = 2471458	0h00	0h00	0h00
R3	X = 676805 Y = 2471403	0h00	0h00	0h00
R4	X = 676379 Y = 2471573	18h14	0h26	4h21
R5	X = 675994 Y = 2471213	0h00	0h00	0h00
R6	X = 673674 Y = 2471778	0h00	0h00	0h00

2. Présentation du projet

2.1 Description du projet

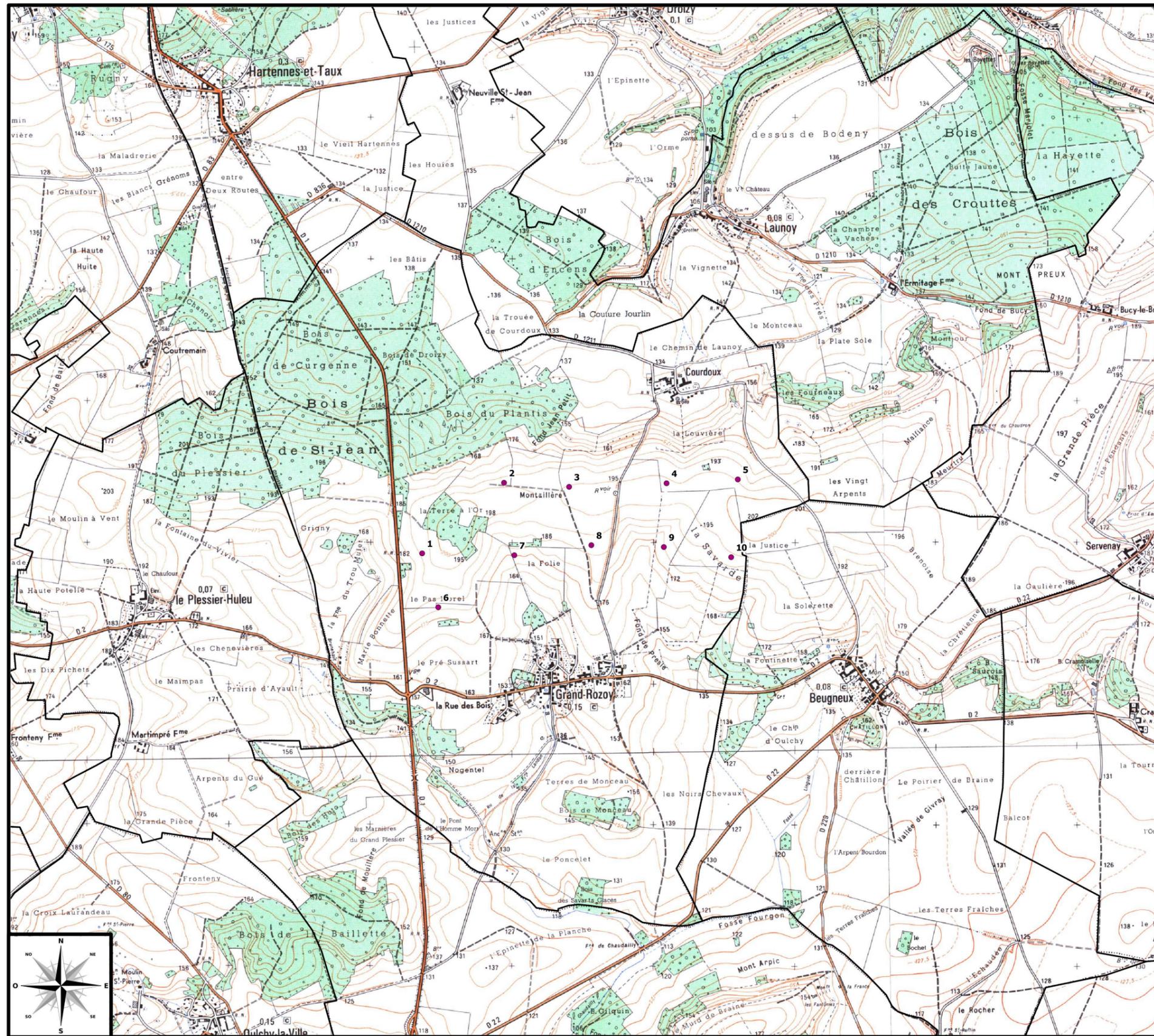
Le projet éolien de Grand-Rozoy est situé sur la commune de Grand-Rozoy dans le département de l'Aisne. Il se situe à environ 50 km à l'Ouest de la ville de Reims.

Le projet est situé dans une zone dégagée allant de 177 à 195 m d'altitude au-dessus du niveau de la mer.

Le projet prévoit l'implantation de 10 éoliennes de type Repower MM92 de 80 m de hauteur au moyeu d'une puissance nominale de 2,05 MW.

2.2 Zone d'étude

La figure 1 illustre le scan 25 - IGN de la zone d'étude ainsi que l'emplacement de l'implantation proposée. La zone s'étend sur une longueur de 2,5 km et une largeur de 1,0 km.



**PROJET EOLIEN DE GRAND-ROZOY
 (Aisne, 02)**

Implantation des éoliennes

Légende

- Eoliennes du projet de Grand-Rozoy
- Limites communales

0 0.5 1 km

MAIA EOLIS
 Tour de Lille (19ème étage)
 Boulevard de Turin
 59777 LILLE

Tél: 03 20 214 214
 Fax: 03 20 131 231

Format A3

Emetteur : SPH
 Date : 12 Juillet 2012

1 : 25 000

Ce plan est la propriété de MAIA EOLIS, toute reproduction ou diffusion même partielle est interdite sous peine de poursuites judiciaires

Figure 1 : Représentation de l'implantation

3. Description de l'étude

3.1 Effet du battement d'ombre

Par temps ensoleillé, une éolienne en fonctionnement va générer une ombre mouvante périodique (ombre clignotante) créée par le passage régulier des pales du rotor de l'éolienne devant le soleil : effet souvent appelé « battement d'ombre ».

A une distance de quelques centaines de mètres des éoliennes, les passages d'ombre ne seront perceptibles qu'au lever du soleil ou en fin de journée, et les zones touchées varient en fonction de la saison. Cette ombre mouvante peut toucher les habitations proches du parc éolien.

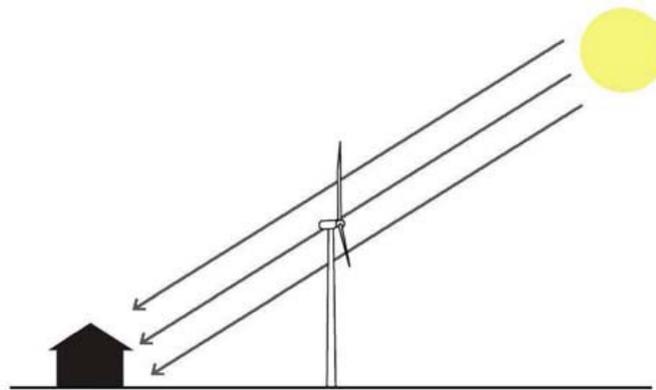


Figure 2 : *Illustration du phénomène de battement d'ombre (source : MEEDDM, 2010)*

Ces passages d'ombre seront d'autant plus gênants pour l'observateur qu'il les subira longtemps et fréquemment. Au-delà de la gêne engendrée, l'impact de cet effet sur la santé humaine, pour autant qu'il existe, n'est pas décrit avec précision à ce jour. Cependant, certaines directives régionales allemandes ont fixé les durées maximales acceptables à 30 heures par an et à 30 minutes par jour (Bureau public pour l'environnement du Schleswig).

3.2 Préconisations

Ces valeurs sont reprises dans l'arrêté du 26 août 2011 faisant suite à la publication du Décret n°2011-984 du 23 août 2011 modifiant la nomenclature des installations classées.

Conformément à l'article 5 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées (NOR : DEVP1119348A) :

Art. 5. – *Afin de limiter l'impact sanitaire lié aux effets stroboscopiques, lorsqu'un aérogénérateur est implanté à moins de 250 mètres d'un bâtiment à usage de bureaux, l'exploitant réalise une étude démontrant que l'ombre projetée de l'aérogénérateur n'impacte pas plus de trente heures par an et une demi-heure par jour le bâtiment.*

Aucune étude de battement d'ombres n'est nécessaire dans notre cas. En effet, aucun bâtiment à usage de bureaux n'étant situé dans un périmètre de 250m autour du projet d'implantation du parc éolien, la réalisation de cette étude n'est pas imposée.

Toutefois, une étude des ombres projetées des pales est réalisée à titre indicatif afin de calculer les durées maximales d'exposition à proximité du parc éolien en se basant sur les préconisations en vigueur : 30h/an et 30min/jour.

4. Méthodologie de l'étude

4.1 Méthode de calcul

Afin d'évaluer l'impact des ombres portées sur les habitations situées à proximité du parc éolien, il est nécessaire d'estimer la durée d'exposition à ce phénomène.

Pour ce faire, le logiciel de modélisation « WindPro » permettant de calculer la durée du papillonnement des ombres portées via le module « SHADOW » est utilisé.

Les calculs de l'impact des ombres portées en un point donné sont basés sur la position du soleil au cours d'une journée et d'une année par rapport au disque du rotor de l'éolienne et de l'ombre qui en résulte. Les simulations sont réalisées par étape de 1 min au cours d'une année entière. Si l'ombre du disque du rotor reflète à tout moment sur la fenêtre, qui a été définie comme un objet récepteur, cette étape sera comptabilisée comme 1 min d'ombre.

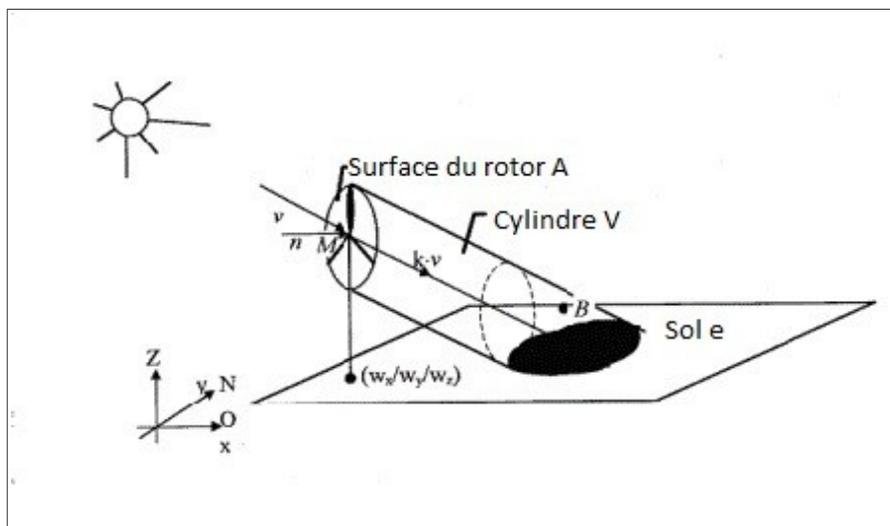


Figure 3 : Méthode de calcul d'ombres portées

Deux types de simulations sont possibles qui correspondent à deux visions différentes. A savoir, soit on se place dans ce qu'on appellera le « Pire Cas » en choisissant des paramètres très conservateurs, soit on se place dans une vision plus réaliste prenant en compte les données météo que l'on appellera « Durée Probable ».

Les résultats de ces deux simulations seront présentés dans cette étude. Les calculs sont faits selon le fuseau horaire Universel (UTC), soit un décalage de -1h en hiver et -2h en été.

4.2 Hypothèses de calcul

4.2.1 Pire cas

Le calcul des durées de papillonnement effectué dans le « Pire Cas » repose sur les hypothèses suivantes :

- Le soleil brille toute la journée (24h/24h)
- Les éoliennes fonctionnent en permanence
- Les rotors sont toujours perpendiculaires aux rayons du soleil.

4.2.2 Durée probable

Le calcul de la « Durée Probable » est basé sur l'utilisation de données météo, c'est-à-dire qu'il prend en compte le nombre de jours d'ensoleillement, la direction des vents et la durée de fonctionnement estimée des éoliennes.

A noter que dans l'hypothèse "Durée Probable", le logiciel ne permet de calculer que le nombre d'heure par an (absence de statistiques météo journalières).

4.2.2.1 La campagne de mesure des vents

Une campagne de mesure sur site a été réalisée avec un mât de mesure de 80 m situé à environ 20 km du site d'implantation sur la période du 07/09/2006 au 17/02/2010.

Les mesures à 80m seront utilisées pour le calcul des heures de fonctionnement.

La figure ci-dessous représente le plan de situation du mât de mesure des vents et sa position par rapport au projet.

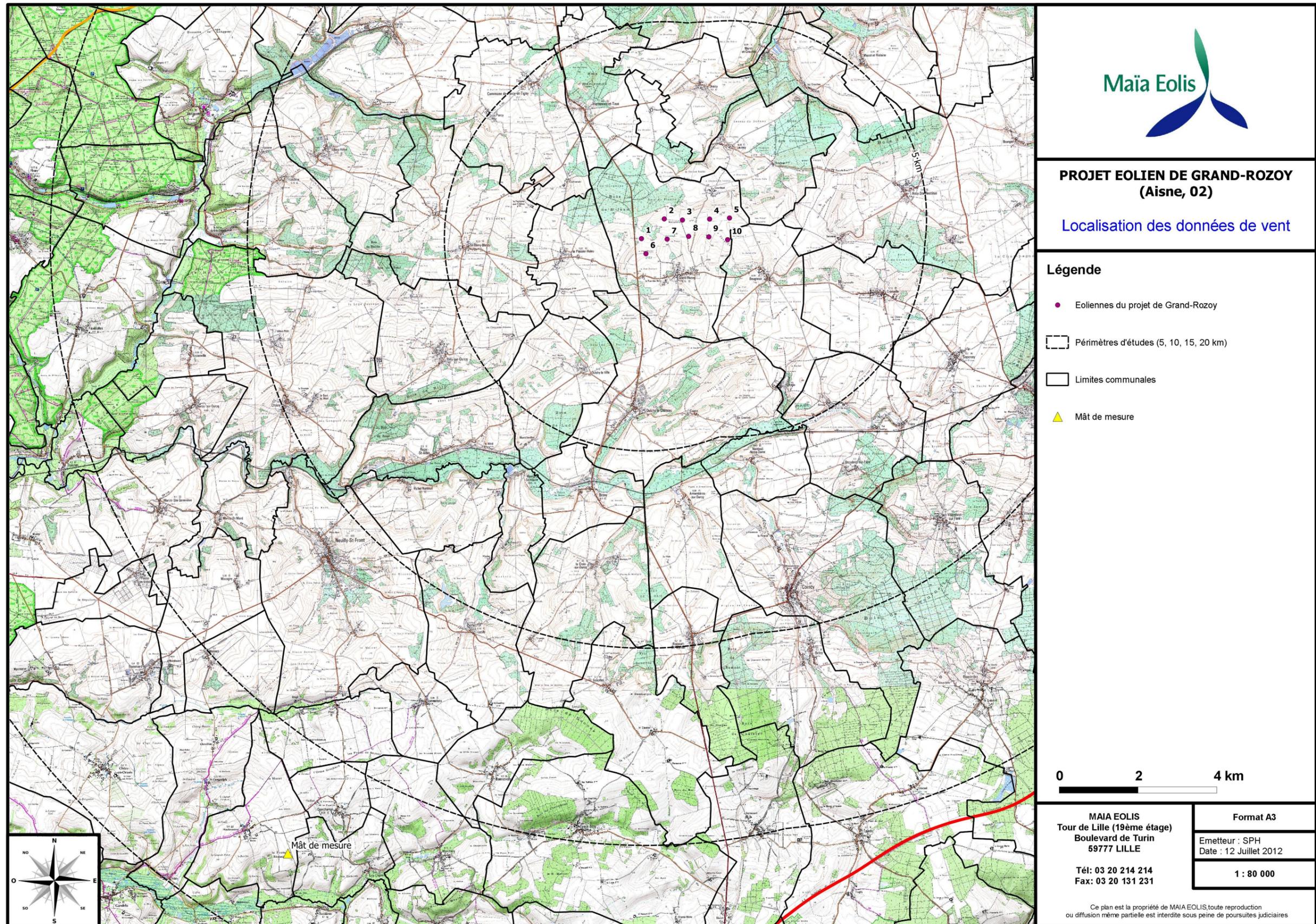


Figure 4 : Localisation des données de vent utilisées par rapport au projet

4.2.2.2 Ensoleillement : station BD climatiques

Les données d'ensoleillement utilisées sont issues de la BD climatique. Il s'agit de probabilités moyennes d'ensoleillement exprimées en h/jour sur la période de 1974 à 1993.

La station météorologique de Reims a été choisie pour cette étude.

Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
1.77	3.15	3.88	5.94	6.54	7.12	7.46	7.32	5.39	3.45	2.49	1,53

Tableau 1 : *Probabilité moyenne d'ensoleillement (h/jour) pour la station de Reims*

Les caractéristiques de la station sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Station	
Nom	Reims
Position GPS (Lambert II étendu)	X = 723264 Y = 2479369
Altitude	95 m
Hauteur d'ensoleillement	2 m
Période	1974 - 1993
Distance du site	47 km
Position par rapport au site	Est
Remarques	/

Tableau 2 : *Description de la station météo de Reims*

Par ailleurs, la hauteur du soleil sur l'horizon étant dépendante de la localisation du site considéré, nous utiliserons un outil de calcul disponible sur le site de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) permettant d'estimer la déclinaison du Nord magnétique.

(source : <http://www.ngdc.noaa.gov/geomagmodels/struts/calcDeclination>, date de consultation : 12/07/2012.)

Dans notre étude, nous utiliserons 2,1 degré.

4.2.3 Données de terrain

4.2.3.1 Données de relief

Un modèle numérique de terrain a été créé à partir des données d'altitudes de l'Institut Géographique National (IGN BDAlti).

Les données de base des points d'élévation sont à une résolution de 50 m et servent à dessiner des lignes de niveau d'espacement de 5 m d'altitude.

Pour chaque site, les données orographiques ont été exportées dans un rayon de 20 km minimum autour du site.

4.2.3.2 Données d'occupation des sols

Corin Land Cover constitue une base de données européenne d'occupation des sols permettant notamment de prendre en compte les zones urbaines et les zones forestières.

Ces données sont produites par l'Agence Européenne pour l'Environnement (European Environment Agency, EEA) et ses pays membres parmi le réseau d'observation et d'information européen de l'environnement (European environment information and observation network, Eionet). Ces données sont basées sur les résultats du projet IMAGE2000 et IMAGE2006, programmes d'imageries par satellites entrepris conjointement par le Centre de Recherche Commun à la Commission européenne et l'EEA.

Les données correspondantes aux zones urbaines et aux zones boisées ont été exportées dans un rayon de 20 km minimum autour du site.

Les valeurs théoriques utilisées pour les hauteurs des forêts et des bâtiments sont les suivantes :

- Hauteur de forêts : 15 m
- Hauteur des bâtiments : 8 m

4.2.4 Points de mesure

Le projet prévoit l'implantation de 10 éoliennes de type Repower MM92 (hauteur de moyeu : 80 m, diamètre de rotor : 92,5 m).

Compte-tenu du type d'éoliennes et des distances aux habitations, neuf habitations avoisinant le projet ont été retenues.

Ces habitations ont été choisies en fonction des distances aux éoliennes et de la topographie de la zone d'étude afin de prendre en compte les habitations les plus susceptibles d'être exposées.

La figure ci-dessous représente la localisation des points de mesure autour du parc éolien :

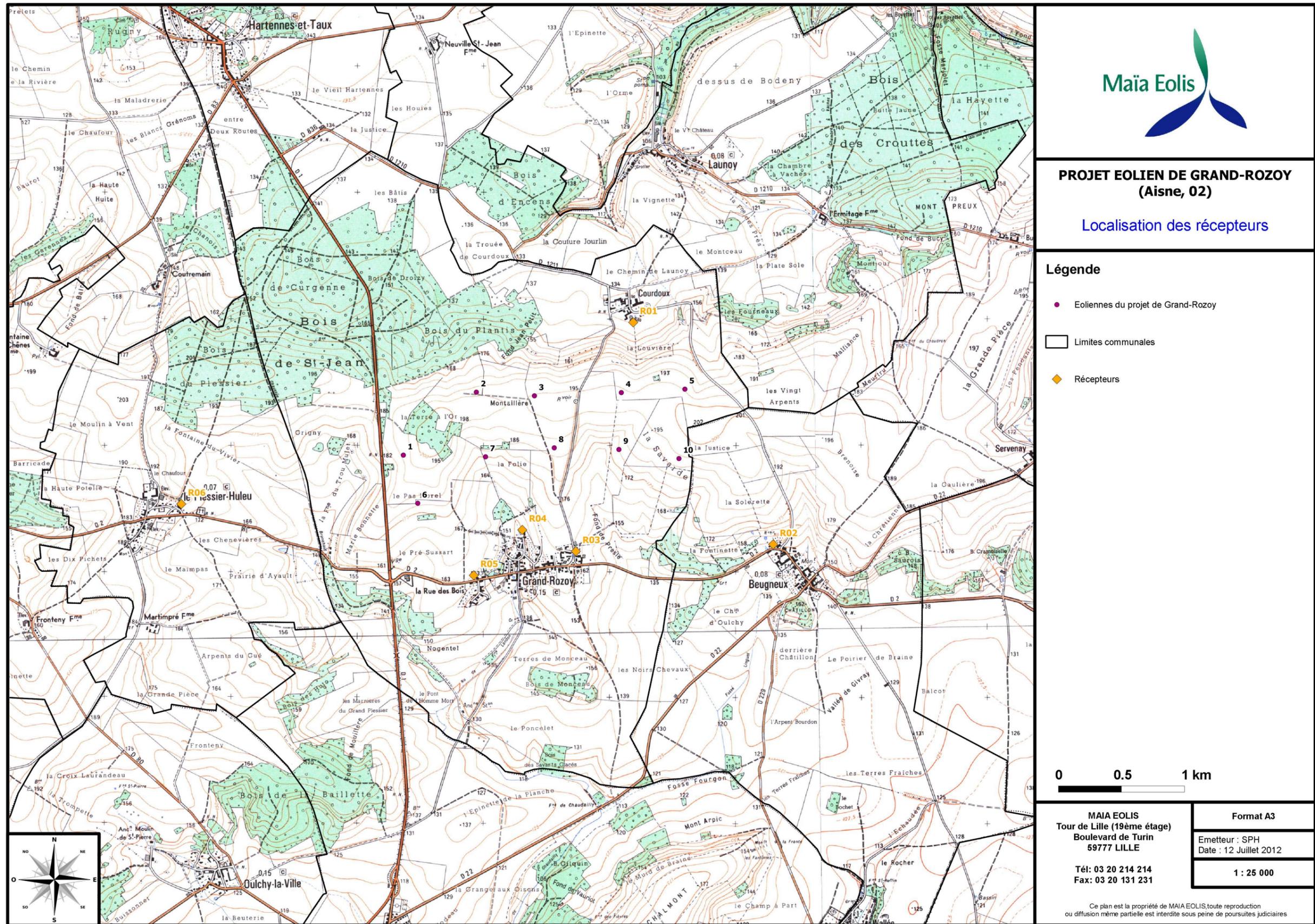


Figure 5 : Positions des récepteurs pris en compte autour du projet

Afin de réaliser le calcul d'ombrage, on considère plusieurs fenêtres, assimilées ici à des récepteurs, orientées vers l'éolienne la plus proche du parc afin de déterminer les périodes d'ombrage observées en chacune d'elle en fonction de la position du soleil.

Ainsi, pour chaque récepteur créé, une surface de réception orientée permettant de simuler une fenêtre est définie, à savoir :

- Hauteur du bas du récepteur : 1,5 m
- Inclinaison de la surface du récepteur : verticale
- Orientation : dirigée vers l'éolienne la plus proche
- Largeur de la surface du récepteur : 1,4 m
- Longueur de la surface du récepteur : 1,4 m

Le tableau ci-dessous synthétise les données d'entrée utilisées pour chaque récepteur considéré :

Nom	Coordonnées en Lambert II étendu	Communes	Altitude (m)	Largeur (m)	Hauteur (m)	Hauteur (m)	Orientation /Sud (°)	Inclinaison de la fenêtre (°)	Mode
R1	X = 677260 Y = 2473219	Courdoux	140,3	1.4	1.4	1.5	10,0	90	Orienté
R2	X = 678370 Y = 2471458	Beugneux	153,9	1.4	1.4	1.5	-226,8	90	Orienté
R3	X = 676805 Y = 2471403	Grand-Rozoy	161,5	1.4	1.4	1.5	-191,0	90	Orienté
R4	X = 676379 Y = 2471573	Grand-Rozoy	155,0	1.4	1.4	1.5	-205,2	90	Orienté
R5	X = 675994 Y = 2471213	Grand-Rozoy	158,5	1.4	1.4	1.5	-217,0	90	Orienté
R6	X = 673674 Y = 2471778	Le Plessier-Huleu	180,0	1.4	1.4	1.5	-101,1	90	Orienté

Tableau 3 : Description des données d'entrée pour chaque récepteur

5. Résultats

Les simulations ont été réalisées dans le cas le plus défavorable « Pire Cas » ainsi que dans une situation plus réaliste « Durée Probable ».

Pour chaque étude considérée, les durées d'exposition aux battements d'ombre observées aux niveaux des habitations retenues ainsi que la période de l'année concernée sont calculées.

5.1 Pire cas

5.1.1 Durée d'exposition aux battements d'ombre

Le tableau ci-dessous indique les résultats obtenus au niveau de chaque récepteur :

Pire des cas			
Nom du récepteur d'ombre	Heures de papillotement par an (h/an)	Jours d'ombre par an (jours/an)	Nb max d'heures de papillotement par jour (h/jour)
R1	76h40	129	1h05
R2	0h00	0	0h00
R3	0h00	0	0h00
R4	18h14	84	0h26
R5	0h00	0	0h00
R6	0h00	0	0h00

Tableau 4 : *Durées d'expositions aux battements d'ombre*

Contribution de chaque éolienne aux durées totales	
Nom	Pire des cas (h/an)
E1	3h04
E2	4h40
E3	11h06
E4	10h22
E5	39h03
E6	14h20
E7	11h29
E8	0h00
E9	0h00
E10	0h45

Tableau 5 : *Contribution de chaque éolienne*

5.1.2 Cartographie

La carte ci-dessous permet de visualiser les zones impactées par des battements d'ombre et indique également les valeurs de la durée annuelle d'exposition calculées.



**PROJET EOLIEN DE GRAND-ROZOY
(Aisne, 02)**

Carte de battement d'ombre, Pire Cas

Légende

- Eoliennes du projet de Grand-Rozoy
- ◆ Récepteurs
- Limites communales

Battement d'ombre, Pire Cas

- 1 - 5 h/an
- 6 - 10 h/an
- 11 - 30 h/an
- 31 - 100 h/an
- >100 h/an

0 0.5 1 km

MAIA EOLIS
Tour de Lille (19ème étage)
Boulevard de Turin
59777 LILLE

Tél: 03 20 214 214
Fax: 03 20 131 231

Format A3

Emetteur : SPH
Date : 12 Juillet 2012

1 : 25 000

Ce plan est la propriété de MAIA EOLIS, toute reproduction ou diffusion même partielle est interdite sous peine de poursuites judiciaires

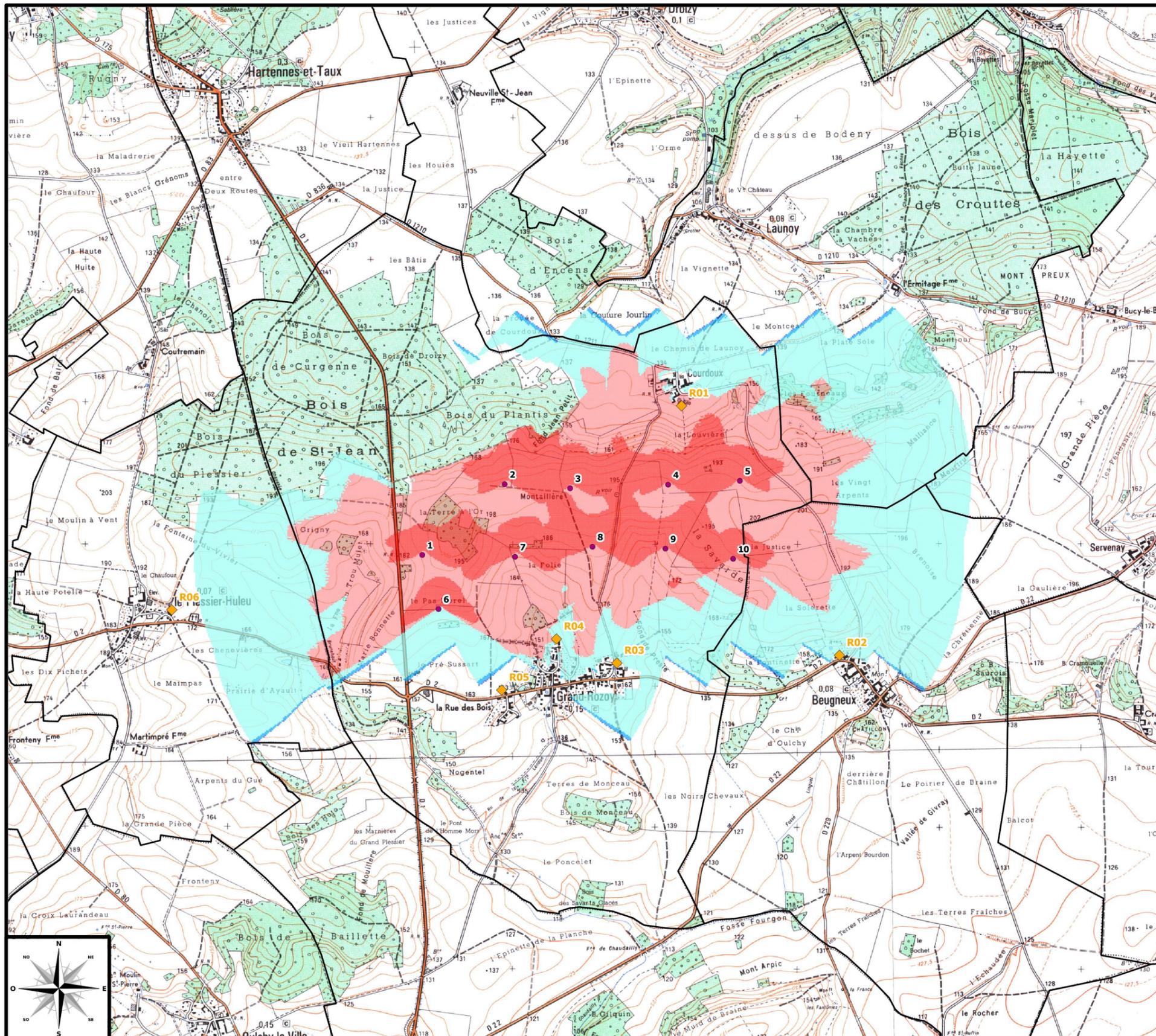


Figure 6 : Lignes iso-durées en heures par an, Pire des cas

5.1.3 Calendrier graphique

Les habitations impactées variant en fonction de la saison, les graphiques ci-dessous permettent d'identifier la période d'exposition ainsi que la contribution de la ou des éoliennes concernées au niveau de chacun des récepteurs.

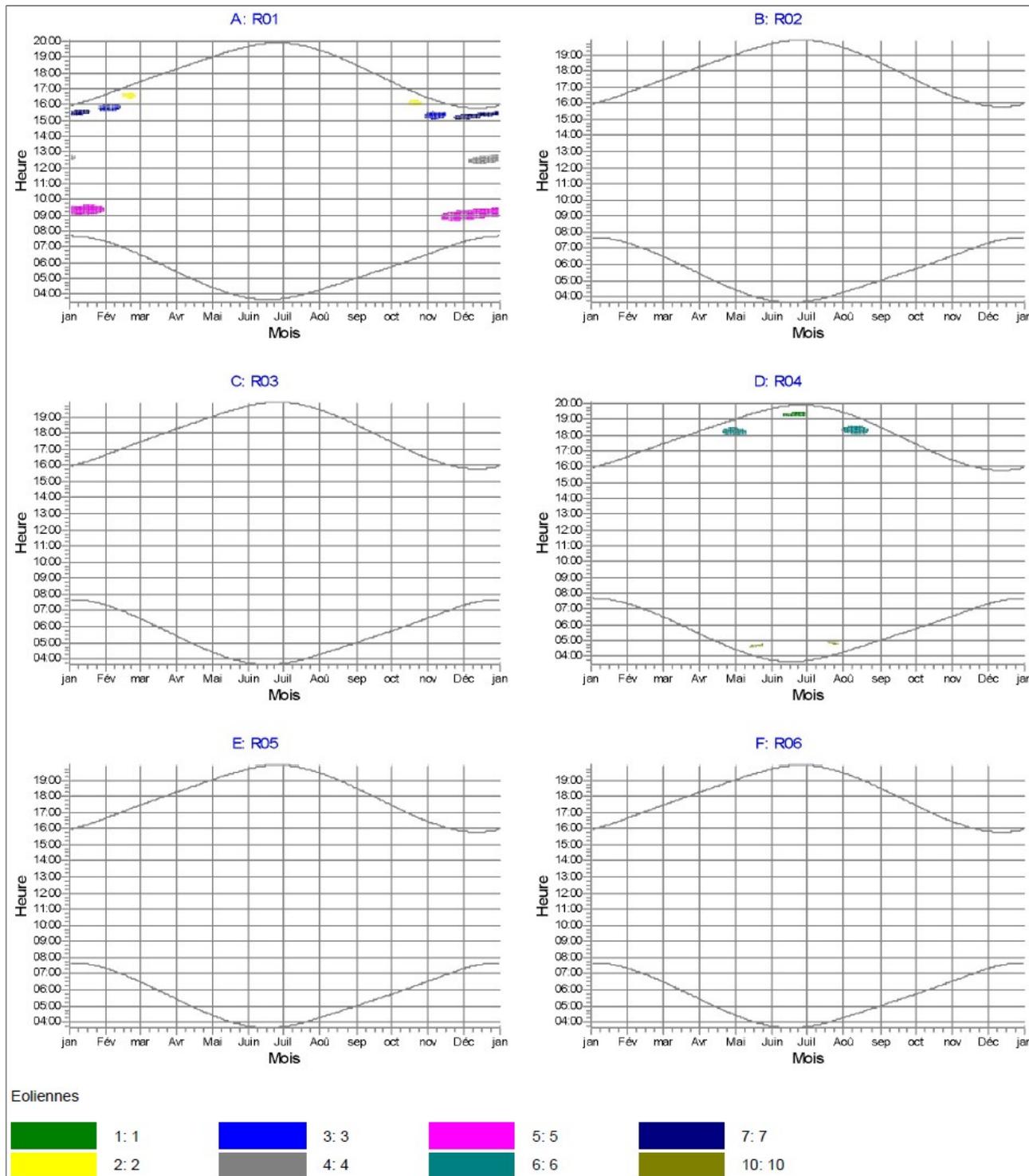


Figure 7 : *Calendrier graphique par récepteur, Pire des cas*

Comme indiqué dans le tableau 4, dans l'hypothèse la plus défavorable « Pire Cas », seul 1 récepteur sur les 6 retenus ont des valeurs annuelles excédentaires aux recommandations : R1 (76h40).

Si on s'intéresse désormais aux valeurs journalières, le récepteur mentionné ci-dessus présente également une valeur journalière supérieure aux recommandations : R1 (65 min).

Les périodes d'impact principalement observées pour les différentes habitations retenues sont les suivantes :

- R1 : entre 8h30 et 9h30 (UTC) durant les mois de novembre à février et entre 15h00 et 17h00 durant les mois de octobre à mars.

5.2 Durée probable

Le calcul de la « Durée Probable » est basé sur l'utilisation de données météo, c'est-à-dire qu'il prend en compte le nombre de jours d'ensoleillement, la direction des vents et la durée de fonctionnement estimée des éoliennes.

5.2.1 Durée d'exposition aux battements d'ombre

Le tableau ci-dessous indique les résultats obtenus au niveau de chaque récepteur :

Pire des cas				Durée probable
Nom du récepteur d'ombre	Heures de papillotement par an (h/an)	Jours d'ombre par an (jours/an)	Nb max d'heures de papillotement par jour (h/jour)	Heures de papillotement par an (h/an)
R1	76h40	129	1h05	9h59
R2	0h00	0	0h00	0h00
R3	0h00	0	0h00	0h00
R4	18h14	84	0h26	4h21
R5	0h00	0	0h00	0h00
R6	0h00	0	0h00	0h00

Tableau 6 : *Durées d'expositions aux battements d'ombre*

Contribution de chaque éolienne aux durées totales		
Nom	Pire des cas (h/an)	Durée probable (h/an)
E1	3h04	0h38
E2	4h40	0h57
E3	11h06	2h04
E4	10h22	1h08
E5	39h03	4h34
E6	14h20	3h28
E7	11h29	1h18
E8	0h00	0h00
E9	0h00	0h00
E10	0h45	0h13

Tableau 7 : *Contribution de chaque éolienne*

5.2.1 Cartographie

La carte ci-dessous permet de visualiser les zones impactées par des battements d'ombre et indique également les valeurs de la durée annuelle d'exposition calculées.

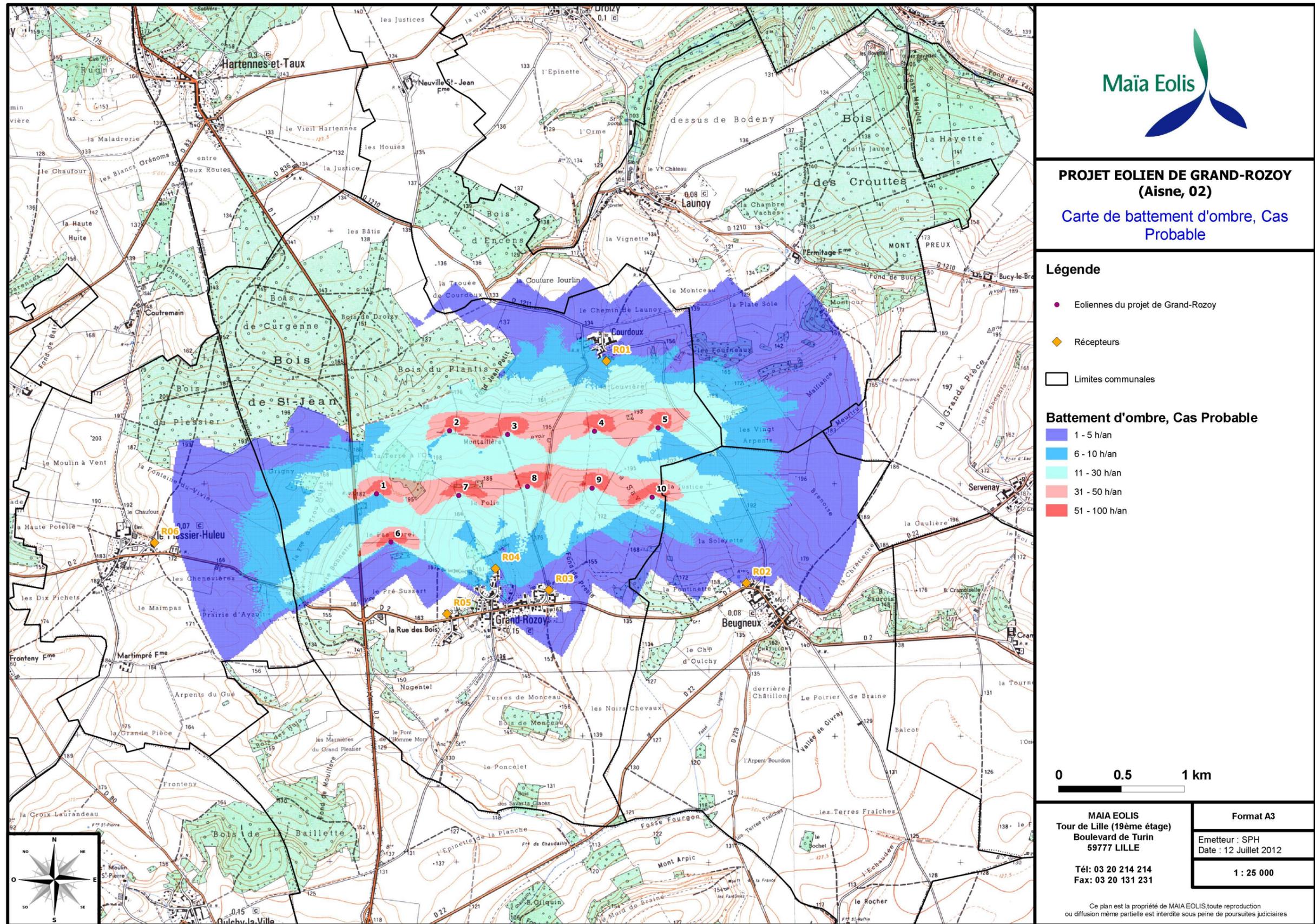


Figure 8 : Lignes iso-durées en heures par an, Durée probable

Dans l'hypothèse la plus réaliste « Cas Probable», aucun des récepteurs choisis n'a de valeurs annuelles excédentaires par rapport aux préconisations fixées.

6. Conclusion

Les résultats obtenus avec l'hypothèse « Pire Cas » montrent que les durées d'exposition annuelles sont supérieures aux préconisations fixées (30h/an) au niveau d'un seul récepteur : R1 (76h40) situé au niveau de la commune de Courdoux.

On observe également que ce récepteur présente, dans le pire des cas, un dépassement journalier par rapport à la préconisation fixée à 30min/jour : R1 (65 min).

Par conséquent, on note que les dépassements annuels et journaliers observés sur l'habitation R1 sont relativement importants dans l'hypothèse Pire Cas, très conservatrice et peu réaliste.

Cependant, si on s'intéresse désormais aux résultats obtenus avec l'hypothèse, bien plus réaliste, « Durée Probable », qui intègre l'ensoleillement et les durées de fonctionnement des éoliennes, on obtient des valeurs bien inférieures au « Pire Cas ». Ainsi, on n'observe **aucun dépassement annuel ou journalier sur les 6 récepteurs sélectionnés**.

On en déduit donc que les dépassements observés sont modérés pour l'habitation R1, faibles pour l'habitation R4 et nuls sur les 4 autres habitations retenues dans l'hypothèse très conservatrice « Pire Cas » utilisée. Les dépassements sont nuls dans le cas de l'hypothèse plus réaliste « Cas Probable » sur l'ensemble des récepteurs choisis.

Les résultats de cette étude montrent donc que l'impact des ombres portées par les éoliennes du projet de Grand-Rozoy est quasi nul.

On rappelle que les conditions fixées dans la législation en vigueur ne nous imposant pas la réalisation de cette étude, les résultats sont présentés à titre indicatif.

En dépit des analyses théoriques, si lors du fonctionnement des éoliennes l'impact est avéré excessif sur une habitation, le maître d'ouvrage s'engage à stopper les éoliennes incriminées durant les créneaux horaires concernés. Les constructeurs disposent en effet de techniques de programmation permettant de stopper les machines à des horaires prédéfinis et dans des conditions de vent spécifiques.

Annexe1 : Références

- [1] EMD International A/S : Oct 2010, *WindPRO 2.7 User Guide*. Chapter 4 Environment
- [2] <http://www.ngdc.noaa.gov/geomagmodels/struts/calcDeclination>, date de consultation : 09/06/2011
- [3] Parsons Brinckerhoff, *Update of UK Shadow Flicker Evidence Base*, Department of Energy and Climate Change
- [4] *Shadow Flicker Analysis*, Epsilon Associates, Inc., April 7, 2010
- [5] *Lempster Wind Project, Shadow Impact Assessment*, Superna Energy L.L.C, August 10, 2006.
- [6] The European Wind Energy Association publication « *Wind Energy – The Facts Vol4 Environment* » states in Germany, a court has ruled that the maximum allowable shadow flicker a year is 30 hours (Danish Wind Industry Association, 2003)
- [7] Osten, Tjado and Pahlke, Thomas, *Shadow Impact on the Surrounding of Wind Turbines*, DEWI Magazine. No. 13. August 1998, PP. 6-12.
- [8] Payom Rattanamanee, Kanadit Chetpattananondh, Udomphon Puetpaiboon and Adul Bennui, *Shadow flicker of wind turbine*.
- [9] WindPRO, EMD International Co. Denmark, version 2.4.0.67
- [10] Dutch Hill, NY, A.Nielsen, *Shadow Flicker Briefing, Shadow-Flicker Modeling*, Wind Engineers Inc., Rev. 1, Nov. 6, 2006.
- [11] *Environmental Impact Assessment, Dutch Hill Wind Farm Projection*, November 15, 2006
- [12] *Project West Wind : Shadow flicker assessment report*, Meridian Energy, June 22, 2005

Annexe2 : Arrêté du 26/08/2011

27 août 2011

JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Texte 14 sur 136

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DES TRANSPORTS ET DU LOGEMENT

Arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement

NOR : DEVP1119348A

La ministre de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement,

Vu la directive 2006/42/CE du Parlement européen et du Conseil du 17 mai 2006 relative aux machines ;

Vu le code de l'environnement, notamment le titre I^{er} de son livre V ;

Vu le code de l'aviation civile ;

Vu le code des transports ;

Vu le code de la construction et de l'habitation ;

Vu l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement ;

Vu l'arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation ;

Vu l'arrêté du 10 mai 2000 relatif à la prévention des accidents majeurs impliquant des substances ou des préparations dangereuses présentes dans certaines catégories d'installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation ;

Vu l'arrêté du 10 octobre 2000 fixant la périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications des installations électriques au titre de la protection des travailleurs ainsi que le contenu des rapports relatifs auxdites vérifications ;

Vu l'avis des organisations professionnelles concernées ;

Vu l'avis du Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques du 28 juin 2011 ;

Vu l'avis du Conseil supérieur de l'énergie du 8 juillet 2011,

Arrête :

Art. 1^{er}. – Le présent arrêté est applicable aux installations soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées.

L'ensemble des dispositions du présent arrêté s'appliquent aux installations pour lesquelles une demande d'autorisation est déposée à compter du lendemain de la publication du présent arrêté ainsi qu'aux extensions ou modifications d'installations existantes régulièrement mises en service nécessitant le dépôt d'une nouvelle demande d'autorisation en application de l'article R. 512-33 du code de l'environnement au-delà de cette même date. Ces installations sont dénommées « nouvelles installations » dans la suite du présent arrêté.

Pour les installations ayant fait l'objet d'une mise en service industrielle avant le 13 juillet 2011, celles ayant obtenu un permis de construire avant cette même date ainsi que celles pour lesquelles l'arrêté d'ouverture d'enquête publique a été pris avant cette même date, dénommées « installations existantes » dans la suite du présent arrêté :

- les dispositions des articles de la section 4, de l'article 22 et des articles de la section 6 sont applicables au 1^{er} janvier 2012 ;
- les dispositions des articles des sections 2, 3 et 5 (à l'exception de l'article 22) ne sont pas applicables aux installations existantes.

Section 1

Généralités

Art. 2. – Au sens du présent arrêté, on entend par :

Point de raccordement : point de connexion de l'installation au réseau électrique. Il peut s'agir entre autres d'un poste de livraison ou d'un poste de raccordement. Il constitue la limite entre le réseau électrique interne et externe.

Mise en service industrielle : phase d'exploitation suivant la période d'essais et correspondant à la première fois que l'installation produit de l'électricité injectée sur le réseau de distribution.

Survitesse : vitesse de rotation des parties tournantes (rotor constitué du moyeu et des pales ainsi que la ligne d'arbre jusqu'à la génératrice) supérieure à la valeur maximale indiquée par le constructeur.

Aérogénérateur : dispositif mécanique destiné à convertir l'énergie du vent en électricité, composé des principaux éléments suivants : un mât, une nacelle, le rotor auquel sont fixées les pales, ainsi que, le cas échéant, un transformateur.

Emergence : la différence entre les niveaux de pression acoustiques pondérés « A » du bruit ambiant (installation en fonctionnement) et du bruit résiduel (en l'absence du bruit généré par l'installation).

Zones à émergence réglementée :

- l'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers, existant à la date de l'autorisation pour les installations nouvelles ou à la date du permis de construire pour les installations existantes, et leurs parties extérieures éventuelles les plus proches (cour, jardin, terrasse) ;
- les zones constructibles définies par des documents d'urbanisme opposables aux tiers et publiés à la date de l'autorisation pour les installations nouvelles ou à la date du permis de construire pour les installations existantes ;
- l'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers qui ont fait l'objet d'une demande de permis de construire, dans les zones constructibles définies ci-dessus, et leurs parties extérieures éventuelles les plus proches (cour, jardin, terrasse), à l'exclusion de celles des immeubles implantés dans les zones destinées à recevoir des activités artisanales ou industrielles, lorsque la demande de permis de construire a été déposée avant la mise en service industrielle de l'installation.

Périmètre de mesure du bruit de l'installation : périmètre correspondant au plus petit polygone dans lequel sont inscrits les disques de centre chaque aérogénérateur et de rayon R défini comme suit :

$$R = 1,2 \times (\text{hauteur de moyeu} + \text{longueur d'un demi-rotor})$$

Section 2

Implantation

Art. 3. – L'installation est implantée de telle sorte que les aérogénérateurs sont situés à une distance minimale de :

500 mètres de toute construction à usage d'habitation, de tout immeuble habité ou de toute zone destinée à l'habitation telle que définie dans les documents d'urbanisme opposables en vigueur au 13 juillet 2010 ;

300 mètres d'une installation nucléaire de base visée par l'article 28 de la loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire ou d'une installation classée pour l'environnement soumise à l'arrêté du 10 mai 2000 susvisé en raison de la présence de produits toxiques, explosifs, comburants et inflammables.

Cette distance est mesurée à partir de la base du mât de chaque aérogénérateur.

Art. 4. – L'installation est implantée de façon à ne pas perturber de manière significative le fonctionnement des radars et des aides à la navigation utilisés dans le cadre des missions de sécurité de la navigation aérienne et de sécurité météorologique des personnes et des biens.

A cette fin, les aérogénérateurs sont implantés dans le respect des distances minimales d'éloignement indiquées ci-dessous sauf si l'exploitant dispose de l'accord écrit du ministère en charge de l'aviation civile, de l'établissement public chargé des missions de l'Etat en matière de sécurité météorologique des personnes et des biens ou de l'autorité portuaire en charge de l'exploitation du radar.

	DISTANCE MINIMALE d'éloignement en kilomètres
<i>Radars météorologiques</i>	
Radars de bande de fréquence C	20
Radars de bande de fréquence S	30
Radars de bande de fréquence X	10
<i>Radars de l'aviation civile</i>	
Radars primaires	30

	DISTANCE MINIMALE d'éloignement en kilomètres
Radar secondaire VOR (Visual Omni Range)	16 15
<i>Radar des ports (navigations maritimes et fluviales)</i>	
Radar portuaire Radar de centre régional de surveillance et de sauvetage	20 10

En outre, les perturbations générées par l'installation ne gênent pas de manière significative le fonctionnement des équipements militaires. A cette fin, l'exploitant implante les aérogénérateurs selon une configuration qui fait l'objet d'un accord écrit des services de la zone aérienne de défense compétente sur le secteur d'implantation de l'installation concernant le projet d'implantation de l'installation.

Les distances d'éloignement indiquées ci-dessus feront l'objet d'un réexamen dans un délai n'excédant pas dix-huit mois en fonction des avancées technologiques obtenues.

Art. 5. – Afin de limiter l'impact sanitaire lié aux effets stroboscopiques, lorsqu'un aérogénérateur est implanté à moins de 250 mètres d'un bâtiment à usage de bureaux, l'exploitant réalise une étude démontrant que l'ombre projetée de l'aérogénérateur n'impacte pas plus de trente heures par an et une demi-heure par jour le bâtiment.

Art. 6. – L'installation est implantée de telle sorte que les habitations ne sont pas exposées à un champ magnétique émanant des aérogénérateurs supérieur à 100 microteslas à 50-60 Hz.

Section 3

Dispositions constructives

Art. 7. – Le site dispose en permanence d'une voie d'accès carrossable au moins pour permettre l'intervention des services d'incendie et de secours.

Cet accès est entretenu.

Les abords de l'installation placés sous le contrôle de l'exploitant sont maintenus en bon état de propreté.

Art. 8. – L'aérogénérateur est conforme aux dispositions de la norme NF EN 61 400-1 dans sa version de juin 2006 ou CEI 61 400-1 dans sa version de 2005 ou toute norme équivalente en vigueur dans l'Union européenne, à l'exception des dispositions contraires aux prescriptions du présent arrêté. L'exploitant tient à disposition de l'inspection des installations classées les rapports des organismes compétents attestant de la conformité des aérogénérateurs à la norme précitée.

En outre l'exploitant tient à disposition de l'inspection des installations classées les justificatifs démontrant que chaque aérogénérateur de l'installation est conforme aux dispositions de l'article R. 111-38 du code de la construction et de l'habitation.

Art. 9. – L'installation est mise à la terre. Les aérogénérateurs respectent les dispositions de la norme IEC 61 400-24 (version de juin 2010). L'exploitant tient à disposition de l'inspection des installations classées les rapports des organismes compétents attestant de la conformité des aérogénérateurs à la norme précitée.

Les opérations de maintenance incluent un contrôle visuel des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre.

Art. 10. – Les installations électriques à l'intérieur de l'aérogénérateur respectent les dispositions de la directive du 17 mai 2006 susvisée qui leur sont applicables.

Les installations électriques extérieures à l'aérogénérateur sont conformes aux normes NFC 15-100 (version compilée de 2008), NFC 13-100 (version de 2001) et NFC 13-200 (version de 2009). Ces installations sont entretenues et maintenues en bon état et sont contrôlées avant la mise en service industrielle puis à une fréquence annuelle, après leur installation ou leur modification par une personne compétente. La périodicité, l'objet et l'étendue des vérifications des installations électriques ainsi que le contenu des rapports relatifs aux dites vérifications sont fixés par l'arrêté du 10 octobre 2000 susvisé.

Art. 11. – Le balisage de l'installation est conforme aux dispositions prises en application des articles L. 6351-6 et L. 6352-1 du code des transports et des articles R. 243-1 et R. 244-1 du code de l'aviation civile.

Section 4

Exploitation

Art. 12. – Au moins une fois au cours des trois premières années de fonctionnement de l'installation puis une fois tous les dix ans, l'exploitant met en place un suivi environnemental permettant notamment d'estimer la mortalité de l'avifaune et des chiroptères due à la présence des aérogénérateurs.

Lorsqu'un protocole de suivi environnemental est reconnu par le ministre chargé des installations classées, le suivi mis en place par l'exploitant est conforme à ce protocole.

Ce suivi est tenu à disposition de l'inspection des installations classées.

Art. 13. – Les personnes étrangères à l'installation n'ont pas d'accès libre à l'intérieur des aérogénérateurs.

Les accès à l'intérieur de chaque aérogénérateur, du poste de transformation, de raccordement ou de livraison sont maintenus fermés à clef afin d'empêcher les personnes non autorisées d'accéder aux équipements.

Art. 14. – Les prescriptions à observer par les tiers sont affichées soit en caractères lisibles, soit au moyen de pictogrammes sur un panneau sur le chemin d'accès de chaque aérogénérateur, sur le poste de livraison et, le cas échéant, sur le poste de raccordement. Elles concernent notamment :

- les consignes de sécurité à suivre en cas de situation anormale ;
- l'interdiction de pénétrer dans l'aérogénérateur ;
- la mise en garde face aux risques d'électrocution ;
- la mise en garde, le cas échéant, face au risque de chute de glace.

Art. 15. – Avant la mise en service industrielle d'un aérogénérateur, l'exploitant réalise des essais permettant de s'assurer du fonctionnement correct de l'ensemble des équipements. Ces essais comprennent :

- un arrêt ;
- un arrêt d'urgence ;
- un arrêt depuis un régime de survitesse ou une simulation de ce régime.

Suivant une périodicité qui ne peut excéder un an, l'exploitant réalise une vérification de l'état fonctionnel des équipements de mise à l'arrêt, de mise à l'arrêt d'urgence et de mise à l'arrêt depuis un régime de survitesse en application des préconisations du constructeur de l'aérogénérateur.

Art. 16. – L'intérieur de l'aérogénérateur est maintenu propre. L'entreposage à l'intérieur de l'aérogénérateur de matériaux combustibles ou inflammables est interdit.

Art. 17. – Le fonctionnement de l'installation est assuré par un personnel compétent disposant d'une formation portant sur les risques présentés par l'installation, ainsi que sur les moyens mis en œuvre pour les éviter. Il connaît les procédures à suivre en cas d'urgence et procède à des exercices d'entraînement, le cas échéant, en lien avec les services de secours.

Art. 18. – Trois mois, puis un an après la mise en service industrielle, puis suivant une périodicité qui ne peut excéder trois ans, l'exploitant procède à un contrôle de l'aérogénérateur consistant en un contrôle des brides de fixations, des brides de mât, de la fixation des pales et un contrôle visuel du mât.

Selon une périodicité qui ne peut excéder un an, l'exploitant procède à un contrôle des systèmes instrumentés de sécurité.

Ces contrôles font l'objet d'un rapport tenu à la disposition de l'inspection des installations classées.

Art. 19. – L'exploitant dispose d'un manuel d'entretien de l'installation dans lequel sont précisées la nature et les fréquences des opérations d'entretien afin d'assurer le bon fonctionnement de l'installation. L'exploitant tient à jour pour chaque installation un registre dans lequel sont consignées les opérations de maintenance ou d'entretien et leur nature, les défaillances constatées et les opérations correctives engagées.

Art. 20. – L'exploitant élimine ou fait éliminer les déchets produits dans des conditions propres à garantir les intérêts mentionnés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement. Il s'assure que les installations utilisées pour cette élimination sont régulièrement autorisées à cet effet.

Le brûlage des déchets à l'air libre est interdit.

Art. 21. – Les déchets non dangereux (par exemple bois, papier, verre, textile, plastique, caoutchouc) et non souillés par des produits toxiques ou polluants sont récupérés, valorisés ou éliminés dans des installations autorisées.

Les seuls modes d'élimination autorisés pour les déchets d'emballage sont la valorisation par réemploi, recyclage ou toute autre action visant à obtenir des matériaux utilisables ou de l'énergie. Cette disposition n'est pas applicable aux détenteurs de déchets d'emballage qui en produisent un volume hebdomadaire inférieur à 1 100 litres et qui les remettent au service de collecte et de traitement des collectivités.

Section 5

Risques

Art. 22. – Des consignes de sécurité sont établies et portées à la connaissance du personnel en charge de l'exploitation et de la maintenance. Ces consignes indiquent :

- les procédures d'arrêt d'urgence et de mise en sécurité de l'installation ;
- les limites de sécurité de fonctionnement et d'arrêt ;
- les précautions à prendre avec l'emploi et le stockage de produits incompatibles ;
- les procédures d'alertes avec les numéros de téléphone du responsable d'intervention de l'établissement, des services d'incendie et de secours.

Les consignes de sécurité indiquent également les mesures à mettre en œuvre afin de maintenir les installations en sécurité dans les situations suivantes : survitesse, conditions de gel, orages, tremblements de terre, haubans rompus ou relâchés, défaillance des freins, balourd du rotor, fixations détendues, défauts de lubrification, tempêtes de sable, incendie ou inondation.

Art. 23. – Chaque aérogénérateur est doté d'un système de détection qui permet d'alerter, à tout moment, l'exploitant ou un opérateur qu'il aura désigné, en cas d'incendie ou d'entrée en survitesse de l'aérogénérateur.

L'exploitant ou un opérateur qu'il aura désigné est en mesure de transmettre l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de quinze minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur.

L'exploitant dresse la liste de ces détecteurs avec leur fonctionnalité et détermine les opérations d'entretien destinées à maintenir leur efficacité dans le temps.

Art. 24. – Chaque aérogénérateur est doté de moyens de lutte contre l'incendie appropriés aux risques et conformes aux normes en vigueur, notamment :

- d'un système d'alarme qui peut être couplé avec le dispositif mentionné à l'article 23 et qui informe l'exploitant à tout moment d'un fonctionnement anormal. Ce dernier est en mesure de mettre en œuvre les procédures d'arrêt d'urgence mentionnées à l'article 22 dans un délai de soixante minutes ;
- d'au moins deux extincteurs situés à l'intérieur de l'aérogénérateur, au sommet et au pied de celui-ci. Ils sont positionnés de façon bien visible et facilement accessibles. Les agents d'extinction sont appropriés aux risques à combattre. Cette disposition ne s'applique pas aux aérogénérateurs ne disposant pas d'accès à l'intérieur du mât.

Art. 25. – Chaque aérogénérateur est équipé d'un système permettant de détecter ou de déduire la formation de glace sur les pales de l'aérogénérateur. En cas de formation importante de glace, l'aérogénérateur est mis à l'arrêt dans un délai maximal de soixante minutes. L'exploitant définit une procédure de redémarrage de l'aérogénérateur en cas d'arrêt automatique lié à la présence de glace sur les pales. Cette procédure figure parmi les consignes de sécurité mentionnées à l'article 22.

Lorsqu'un référentiel technique permettant de déterminer l'importance de glace formée nécessitant l'arrêt de l'aérogénérateur est reconnu par le ministre des installations classées, l'exploitant respecte les règles prévues par ce référentiel.

Cet article n'est pas applicable aux installations implantées dans les départements où les températures hivernales ne sont pas inférieures à 0 °C.

Section 6

Bruit

Art. 26. – L'installation est construite, équipée et exploitée de façon telle que son fonctionnement ne puisse être à l'origine de bruits transmis par voie aérienne ou solidienne susceptibles de compromettre la santé ou la sécurité du voisinage.

Les émissions sonores émises par l'installation ne sont pas à l'origine, dans les zones à émergence réglementée, d'une émergence supérieure aux valeurs admissibles définies dans le tableau suivant :

NIVEAU DE BRUIT AMBIANT EXISTANT dans les zones à émergence réglementée incluant le bruit de l'installation	ÉMERGENCE ADMISSIBLE POUR LA PÉRIODE allant de 7 heures à 22 heures	ÉMERGENCE ADMISSIBLE POUR LA PÉRIODE allant de 22 heures à 7 heures
Sup à 35 dB (A)	5 dB (A)	3 dB (A)

Les valeurs d'émergence mentionnées ci-dessus peuvent être augmentées d'un terme correctif en dB (A), fonction de la durée cumulée d'apparition du bruit de l'installation égal à :

- Trois pour une durée supérieure à vingt minutes et inférieure ou égale à deux heures ;
- Deux pour une durée supérieure à deux heures et inférieure ou égale à quatre heures ;
- Un pour une durée supérieure à quatre heures et inférieure ou égale à huit heures ;
- Zéro pour une durée supérieure à huit heures.

En outre, le niveau de bruit maximal est fixé à 70 dB (A) pour la période jour et de 60 dB (A) pour la période nuit. Ce niveau de bruit est mesuré en n'importe quel point du périmètre de mesure du bruit défini à l'article 2. Lorsqu'une zone à émergence réglementée se situe à l'intérieur du périmètre de mesure du bruit, le niveau de bruit maximal est alors contrôlé pour chaque aérogénérateur de l'installation à la distance R définie à l'article 2. Cette disposition n'est pas applicable si le bruit résiduel pour la période considérée est supérieur à cette limite.

Dans le cas où le bruit particulier de l'établissement est à tonalité marquée au sens du point 1.9 de l'annexe à l'arrêté du 23 janvier 1997 susvisé, de manière établie ou cyclique, sa durée d'apparition ne peut excéder 30 % de la durée de fonctionnement de l'établissement dans chacune des périodes diurne ou nocturne définies dans le tableau ci-dessus.

Lorsque plusieurs installations classées, soumises à autorisation au titre de rubriques différentes, sont exploitées par un même exploitant sur un même site, le niveau de bruit global émis par ces installations respecte les valeurs limites ci-dessus.

Art. 27. – Les véhicules de transport, les matériels de manutention et les engins de chantier utilisés à l'intérieur de l'installation sont conformes aux dispositions en vigueur en matière de limitation de leurs émissions sonores. En particulier, les engins de chantier sont conformes à un type homologué.

L'usage de tous appareils de communication par voie acoustique (par exemple sirènes, avertisseurs, haut-parleurs), gênant pour le voisinage, est interdit, sauf si leur emploi est exceptionnel et réservé à la prévention et au signalement d'incidents graves ou d'accidents.

Art. 28. – Lorsque des mesures sont effectuées pour vérifier le respect des présentes dispositions, elles sont effectuées selon les dispositions de la norme NF 31-114 dans sa version en vigueur six mois après la publication du présent arrêté ou à défaut selon les dispositions de la norme NFS 31-114 dans sa version de juillet 2011.

Art. 29. – Après le deuxième alinéa de l'article 1^{er} de l'arrêté du 23 janvier 1997 susvisé, il est inséré un alinéa rédigé comme suit :

« – des installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent soumises à autorisation au titre de la rubrique 2980 mentionnées par l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement. »

Art. 30. – Après le neuvième alinéa de l'article 1^{er} de l'arrêté du 2 février 1998 susvisé, il est inséré un alinéa rédigé comme suit :

« – des installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent ; ».

Art. 31. – Le directeur général de la prévention des risques est chargé de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait le 26 août 2011.

Pour la ministre et par délégation :
*Le directeur général
de la prévention des risques,*
L. MICHEL



MSE Les Dunes