

ETUDE D'OMBRES PORTEES

Projet éolien du Grand Chanois

Rédigé par Stéphane LIDOINE le 22/08/2023

Table des matières

ETUDE D'OMBRES PORTEES	1
Projet éolien du Grand Chanois	1
Partie 1 : Analyse des méthodes utilisées	3
1.1 Généralités	3
1.2 Paramètres de l'étude	4
1.2.1 Le modèle de calcul.....	4
1.2.2 Positionnement des émetteurs et des récepteurs	5
1.2.3 Les données statistiques d'entrée.....	9
Partie 2 : Impact des ombres sur l'habitat proche	10
2.1 Durées prévisionnelles	10
2.2 Analyse des résultats obtenus.....	12
Conclusion générale.....	13
Annexes.....	14

Partie 1 : Analyse des méthodes utilisées

1.1 Généralités

Une ombre intermittente est générée lors du passage régulier des pales du rotor d'une éolienne devant le soleil. Cette ombre portée des pales des éoliennes en mouvement peut, dans certaines conditions, être perçue au niveau des habitations les plus proches et provoquer une gêne pour l'observateur.

En France il n'y a pas de valeur réglementaire concernant la perception des ombres portées excepté 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 pour la protection de l'environnement. Cet article impose la réalisation d'une étude des ombres projetées des aérogénérateurs si ceux-ci sont implantés à moins de 250 mètres d'un bâtiment à usage de bureaux. Autour de ce projet, aucun bâtiment de type ERP¹ ne se trouve à moins de 250 mètres de l'éolienne la plus proche. Par conséquent, la réglementation actuelle ne fait suite à aucune application réelle aux habitations puisqu'elles doivent être éloignées de plus de 500 mètres des aérogénérateurs. Comme aucune réglementation ne concerne les ombres portées sur les habitations, les seuils de 30 heures par an et 30 minutes par jour pourront être considérés pour évaluer la sensibilité des ombres portées induites par le parc éolien.

Il est important de noter qu'avec l'éloignement, ces phénomènes de gêne diminuent assez rapidement, car la largeur maximale d'une pale dépasse rarement quatre mètres ; ainsi l'expérience montre que ce phénomène n'est pas perceptible au-delà de 10 fois le diamètre du rotor (et/ou au-delà de 1 000 mètres)².

Le but de cette étude est d'évaluer, à titre indicatif, l'impact des ombres portées du projet éolien **du Grand Chanois** (55) sur l'habitat le plus proche. Les durées d'ombres mouvantes sont calculées pour les bâtis habités les plus exposés au phénomène d'ombres portées.

¹ Les établissements recevant du public (ERP) sont des bâtiments, locaux et enceintes dans lesquels des personnes extérieures sont admises.

² Guide relatif à l'élaboration des études d'impacts des projets de parcs éoliens terrestres

1.2 Paramètres de l'étude

1.2.1 Le modèle de calcul

L'évaluation prévisionnelle de l'impact de l'ombre portée des éoliennes est estimée via le module SHADOW du logiciel WindPro 3.6. Il permet de calculer la période durant laquelle une habitation sera affectée par l'ombre portée du parc éolien. Les points pour lesquels l'ombre portée est calculée sont appelés des *récepteurs d'ombres*. Ils peuvent être les habitations ou les bureaux depuis lesquels on souhaite déterminer le nombre d'heure d'ombre mouvante.

Le module SHADOW permet d'envisager les deux modèles de calcul ci-dessous :

- Le premier modèle suppose que le rotor de l'éolienne suit le mouvement exact du soleil considérant un ensoleillement total du lever au coucher du soleil, et que les pales tournent en continu. Il calcule ainsi à titre d'information les **durées maximales annuelles et journalières d'exposition** aux ombres portées. On peut considérer ce chiffre comme peu représentatif puisque la réalisation de ce scénario est impossible. En effet il est très peu probable que le vent, et donc le rotor, suive le mouvement du soleil. De plus, l'ensoleillement de ce dernier n'est pas maximal tout l'année. Le résultat du premier modèle dit **maximisant** sera comparé au seuil de **30 minutes par jour**.
- La durée maximale annuelle d'exposition est pondérée par un second modèle de calcul qui prend en compte des valeurs statistiques que sont les fractions d'ensoleillement (données d'ensoleillement Météo France) et les caractéristiques locales de vent et du site éolien. Ce résultat bien plus réaliste appelé **durée probable annuelle** d'exposition sera comparé au seuil de **30 heures par an**.

Il est important de noter que :

- Le modèle de calcul le plus réaliste ne permet pas de calculer une durée journalière d'exposition car il n'est pas possible de définir de façon aussi précise des données d'ensoleillement et de vent. Pour cette raison, **la durée journalière d'exposition** n'est abordée qu'à travers un exemple théorique qui représente **une exposition maximale**.
- Aucun modèle de calcul ne prend en compte les obstacles, tels que la végétation ou le bâti, pouvant masquer la perception des éoliennes depuis les habitations. Ces hypothèses de calcul constituent une hypothèse protectrice pour les riverains.

Selon le modèle de calcul considéré, les informations suivantes sont prises en compte :

- le type d'éolienne (hauteur de mât et diamètre du rotor)
- les coordonnées d'implantation
- l'altimétrie proche du site (via des lignes de niveaux)
- des récepteurs *d'ombre* (localisation et dimension des ouvertures impactées, degré d'orientation par rapport au parc éolien)
- des informations sur l'orbite de la Terre et sa rotation par rapport au Soleil
- les données d'ensoleillement (probabilité d'avoir du soleil)
- les données d'orientation du vent et durées de fonctionnement des éoliennes

1.2.2 Positionnement des émetteurs et des récepteurs

Le projet éolien du Grand Chanois est localisé sur la commune de Naives en Blois, dans le département de la Meuse (55) dans la région Grand-Est. Il est composé de 6 éoliennes qui sont implantées au nord en forêt (éoliennes E1 à E3) et au sud-est (éoliennes E4 à E6) de la commune.

Afin de garantir le principe de libre concurrence, le dossier de demande d'autorisation environnementale ne présente pas de modèles d'éolienne mais des gabarits enveloppes type. Dans notre cas, nous avons choisi de retenir deux gabarits maximaux correspondants à chaque groupe d'éolienne dans l'analyse des impacts, dangers et inconvénients de l'installation, pour ne pas risquer de les sous-évaluer. Pour le groupe Nord (E1 à E3) le gabarit enveloppe type utilisé dans le cadre des études techniques et de cette étude des ombres portées est celui d'une turbine comportant un rotor maximal de 150 mètres, une hauteur maximale en bout de pale de 200 mètres et développant une puissance maximale de 4.2MW. Pour le groupe Sud (E4 à E6) le gabarit enveloppe type est celui d'une turbine comportant un rotor maximal de 162 mètres, une hauteur maximale en bout de pale de 206 mètres et développant une puissance maximale de 6.2MW. Dans le cadre de cette étude, les éoliennes modélisées durant l'étude sont des **Vestas V150 4.2MW** de hauteur de mât **125 mètres** pour le groupe Nord et **Vestas V162 6.2MW** de hauteur de mât **125 mètres**.

Les coordonnées des éoliennes sont les suivantes :

Eolienne	X (Lambert 93)	Y (Lambert 93)
E1	888470	6845405
E2	887884	6844992
E3	888093	6844587
E4	889265,	6842881
E5	889897	6842744
E6	889103	6842321

Tableau 1 : Coordonnées des éoliennes

Les emplacements retenus des *récepteurs d'ombre* correspondent aux zones habitées les plus exposées du projet de parc éolien. Les *récepteurs* sont ainsi positionnés au niveau des façades d'habitation les plus exposées par rapport à l'implantation des turbines retenue. Nous traitons un **cas maximisant** en considérant des ouvertures de type fenêtres situées à 1 mètre au-dessus du sol et systématiquement orientées vers le site éolien (hypothèse de calculs de base).

Les 7 récepteurs placés dans des hameaux sont situés à plus de **500 mètres de l'éolienne** la plus proche. A noter que ces récepteurs sont donc tous implantés à plus de 250 mètres des éoliennes et n'appartiennent pas à la catégorie de bâtiment à usage de bureaux, comme précisé dans l'article 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 pour la protection de l'environnement. Cette étude n'a donc pas de portée réglementaire et est fournie seulement à titre indicatif.

No.	X (Lambert 93)	Y (Lambert 93)	Z (m)
1. Riéval	888326	6846108	277,3
2. Ferme de Bannaucourt	886840	6845218	311,5
3. Ferme de Braux	886047	6844151	310,4
4. Naives en Blois, Ecole primaire des Cytises	887898	6843419	303,4

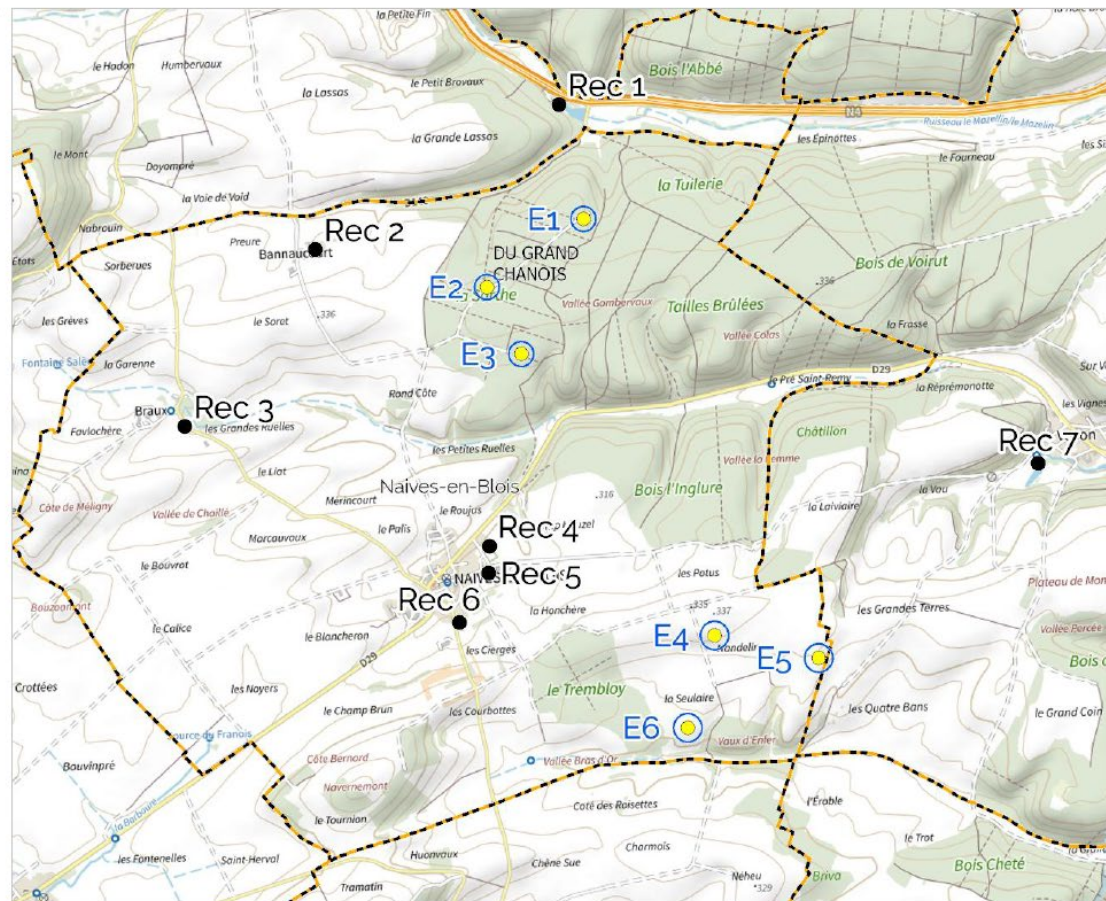
5. Naives en Blois, 6 rue de Vacon	887894	6843256	305,4
6. Naives en Blois, 7 rue du Cuvelot	887720	6842960	311,5
7. Vacon	891228	6843926	254,9

Tableau 2 : Emplacement des récepteurs d'ombre pour la modélisation

Projet éolien du Grand Chanois

Récepteurs d'ombre

- Entités points (éolien)
 - Autre
- Surplombs (Valeco)
 - Surplombs
- Eoliennes terrestres (Valeco)
 - En développement
- Communes (2023)
 -



Auteur: Collaborateur Valeco
Sources: Valeco, IGN

Date: 24/07/2023
Projection: RGF 1993 Lambert-93



Figure 1 : Carte - Emplacement des récepteurs d'ombre

1.2.3 Les données statistiques d'entrée

La probabilité d'ensoleillement mensuelle est calculée pour le site à partir des données enregistrées provenant de la station Météo France de Nancy-Essey (station météo la plus proche pour les données d'ensoleillement).

	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Probabilité d'ensoleillement (moyenne d'heures de soleil par jour)	1.43	2.71	3.69	5.46	6.32	7.0	7.73	7.17	5.49	3.18	1.98	1.51

Tableau 3 : Statistiques d'ensoleillement de la station météo de Nancy-Essey

Les durées de fonctionnement des éoliennes par secteur de vent sont estimées à partir d'un jeu de données de vent provenant d'un an de données du mât de mesure de Naives en Blois (02/2022-02/2023), extrapolé à 125m et corrigé long terme sur 20ans

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
Durée de fonctionnement du parc (h/an)	192	369	611	1007	436	194	157	177	381	654	871	948	803	400	336	253

Tableau 4 : Répartition statistique des directions de fonctionnement du parc

Partie 2 : Impact des ombres sur l'habitat proche

2.1 Durées prévisionnelles

Comme illustré ci-dessous en figure 2, une cartographie de l'effet d'ombre en durée probable d'exposition est obtenue via le logiciel WindPro. Cette carte retranscrit la quantité d'ombre impactante autour du périmètre d'étude.

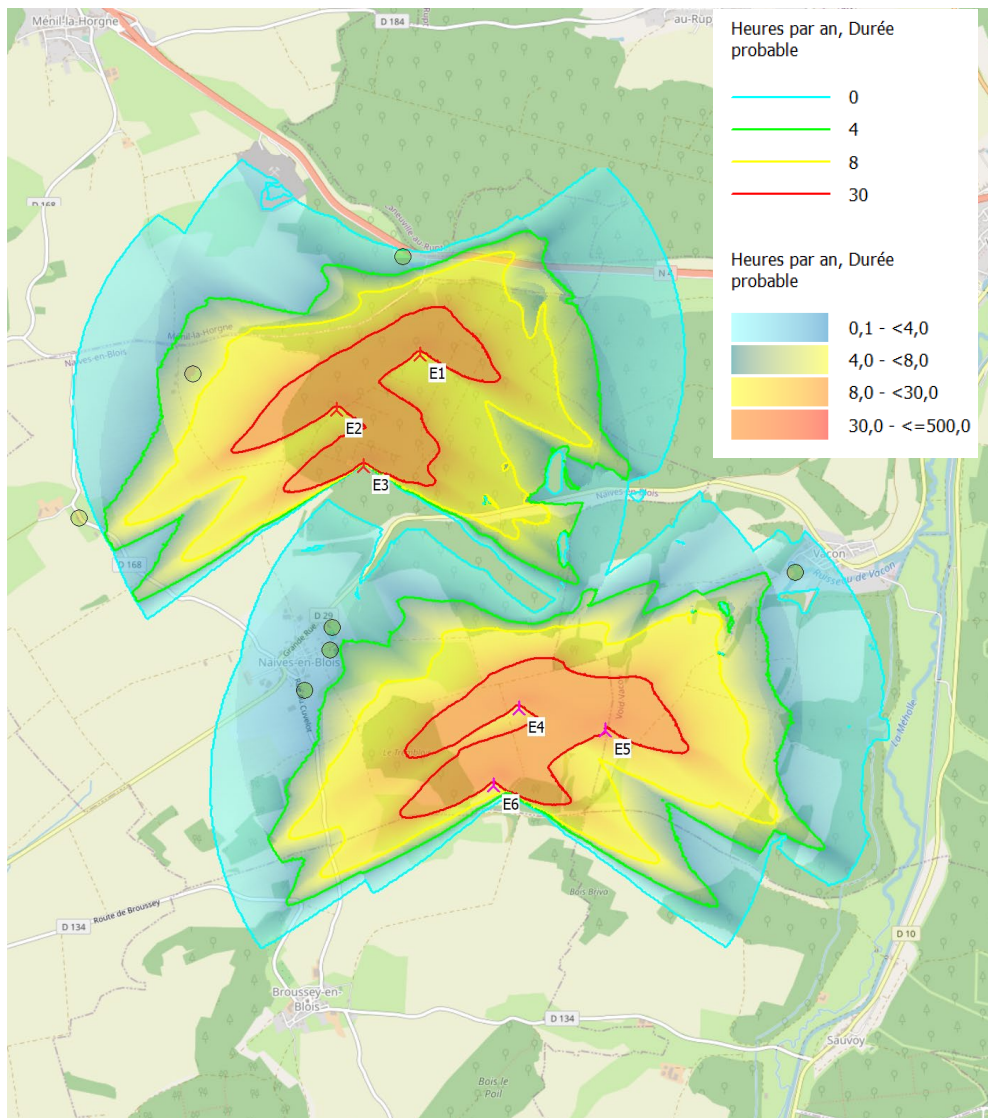


Figure 2 : Carte - Zones d'exposition aux ombres - Durée probable en heures par an

Ce premier calcul permet d'établir que, tous les hameaux qui sont situés en dehors de la figure colorée d'ombre portée présentent un impact nul. C'est par exemple le cas à la ferme de Braux, à Broussey en Blois, à Sauvoy. Les villages de Vacon et Naives-en-Blois sont eux-mêmes très faiblement impactés.

L'évaluation de l'impact des ombres portées en mouvement est calculée pour tous les récepteurs d'ombre. L'ensemble des résultats obtenus est synthétisé dans les tableaux 5 et 6. En lien avec le seuil d'exposition de 30 heures par an, le tableau 5 mentionne la durée probable annuelle de l'ombre calculée à partir des données météorologiques locales telles la durée moyenne d'insolation et la rose des vents.

N°	Lieu-dit	Durée probable de l'ombre par an [h/an]
1	Riéval	1h22
2	Ferme de Bannaucourt	6h13
3	Ferme de Braux	0h
4	Naives en Blois, Ecole primaire des Cytises	3h03
5	Naives en Blois, 6 rue de Vacon	3h22
6	Naives en Blois, 7 rue du Cuvelot	3h10
7	Vacon	1h56

Tableau 5 : Durées probables annuelles d'exposition aux ombres portées

Le tableau 6 présente le nombre de jours et les conditions pour lesquels la durée maximale journalière pourrait dépasser le seuil de 30 minutes par jour si toutes les conditions sont défavorables (ensoleillement, direction de vent alignée avec la direction des rayons du soleil).

N°	Lieu-dit	Nombre théorique maximal de jours par an où le temps d'ombre dépasse 30min	Conditions dans lesquelles le phénomène pourrait être supérieur à 30 minutes par jour	
1	Riéval	18	Mi Déc. – Fin Déc.	Vers 11h30
2	Ferme de Bannaucourt	17	Début Mars – Mi Mars Fin Sept- Début Oct.	Vers 7h30 Vers 8h15
3,4,5,6,7	Ferme de Braux, Naives en Blois, Vacon	0		

Tableau 6 : Durées maximales journalières d'exposition aux ombres portées

2.2 Analyse des résultats obtenus

L'impact des ombres portées est nul ou très faible pour l'ensemble des habitations situées au niveau des hameaux et des villages suivants : Braux, Broussey en Blois, Sauvoy, Vacon et Naives-en-Blois.

La durée cumulée d'exposition aux ombres est inférieure à 30 heures par an pour la totalité des récepteurs d'ombres étudiés.

Dans le tableau 6, pour chaque récepteur d'ombre entourant le projet, le calcul théorique maximisant indique le nombre de jours où l'exposition à l'ombre dépasse 30 minutes et les conditions dans lesquelles ce phénomène pourrait être perceptible. Les résultats obtenus dans le cas maximisant montrent que :

- La durée journalière maximale de l'ombre portée pourrait **dépasser très légèrement le seuil de 30 minutes** en matinée pendant une quinzaine de jours en matinée au lever de soleil à la ferme de Bannaucourt en Mars et Septembre et en fin de matinée à Riéval au mois de décembre. A noter que pour ce dernier point, la présence de la végétation autour de l'habitation devrait limiter fortement les impacts.
- La durée journalière maximale de l'ombre portée ne dépassera jamais 30 minutes pour tous les autres points considérés
- La modélisation ne prend pas en compte la présence de végétation ou de bâtiments, qui peuvent réduire les gênes causées par les ombres portées sur les habitations. Par conséquent, **le résultat ne représente pas la durée réelle d'exposition**, car le pire des scénarios suppose que le soleil brille en permanence, que les pales de l'éolienne tournent constamment et que le rotor est orienté face au soleil, ce qui est rarement le cas dans la réalité. En conséquence, le nombre de jours d'ombre dépassant 30 minutes est largement inférieur à celui indiqué dans le tableau 6.

En annexe sont fournis le détail des calculs ainsi que les calendriers d'exposition aux ombres portées pour chaque récepteur.

Conclusion générale

En considérant les résultats et les directives actuellement en vigueur, ainsi que le caractère indicatif de ces calculs, l'impact global des ombres portées par les éoliennes en fonctionnement sur les habitations les plus proches peut être qualifié de **très faible** en termes de durée probable d'exposition annuelle pour la totalité des hameaux ou villages situés autour du projet.

Annexes

SHADOW - Principaux résultats

Hypothèses de calcul

Distance max. de calcul des ombres:
Distances pour lesquelles la pale masque au moins 20% du disque solaire
Dimensions pale extraites de la fiche de l'éolienne.

Hauteur min. du soleil au-dessus de l'horizon 3 °
Résolution du calcul en jours 1 jours
Résolution du calcul en minutes 1 minute(s)

Probabilité d'ensoleillement S (moyenne d'heures de soleil par jour) [NANCY / ESSEY]
jan fév mar avr mai jui juil aoû sep oct nov déc
1,43 2,71 3,69 5,46 6,32 7,00 7,73 7,17 5,49 3,18 1,98 1,51

Heures/an de fonctionnement
N NNE NE ENE E ESE SE SSE S SSO SO OSO
192 369 611 1 007 436 194 157 177 381 654 871 948

O ONO NO NNO Somme
803 400 336 253 7 789

Un calcul de ZVI est effectué préalablement afin d'exclure les éoliennes non visibles. Une éolienne est prise en compte dès qu'elle fait de l'ombre sur une partie de la surface d'un récepteur. Données utilisées pour le calcul ZVI:

Données altimétriques: Courbes de niveau: CONTOURLINE_ONLINEDATA_0.w
Receptor grid resolution: 1,0 m

Toutes les coordonnées sont
French Lambert93-RGF93 (FR)



Eoliennes

	X	Y	Z	Description	Type d'éolienne			Puiss. nominale	Diamètre rotor	Hauteur	Données d'ombre		
					Valide	Fabricant	Modèle				Portée de l'ombre	t/mn	
			[m]					[kW]	[m]	[m]	[m]	[t/mn]	
E1	888 470	6 845 405	320,0	VESTAS V150-4.2 4200 150.0	...	Oui	VESTAS	V150-4.2-4 200	4 200	150,0	123,0	1 904	10,4
E2	887 884	6 844 992	325,4	VESTAS V150-4.2 4200 150.0	...	Oui	VESTAS	V150-4.2-4 200	4 200	150,0	123,0	1 904	10,4
E3	888 093	6 844 587	323,8	VESTAS V150-4.2 4200 150.0	...	Oui	VESTAS	V150-4.2-4 200	4 200	150,0	123,0	1 904	10,4
E4	889 265	6 842 881	332,3	VESTAS V162-6.2 6200 162.0	...	Oui	VESTAS	V162-6.2-6 200	6 200	162,0	125,0	2 040	0,0
E5	889 897	6 842 744	317,0	VESTAS V162-6.2 6200 162.0	...	Oui	VESTAS	V162-6.2-6 200	6 200	162,0	125,0	2 040	0,0
E6	889 103	6 842 321	305,0	VESTAS V162-6.2 6200 162.0	...	Oui	VESTAS	V162-6.2-6 200	6 200	162,0	125,0	2 040	0,0

Récepteur-d'ombres-donnée(s) entrée(s)

N°	X	Y	Z	Côté L	Côté H	Hauteur	Inclinaison récepteur	Mode	Hauteur du regard pour ZVI
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]

Résultats des calculs

Récepteur-d'ombres

N°	Pire des cas		Jours d'ombre par an	Durée probable	
	Heures de papillotement par an	Nb max d'heures de papillotement par jour		Heures de papillotement par an	
	[h/an]	[h/jour]	[jours/an]	[h/an]	

Suite à la page suivante...

...suite de la page précédente

N°	Pire des cas	Jours d'ombre par an	Nb max d'heures de papillotement par jour	Durée probable
	Heures de papillotement par an			Heures de papillotement par an
	[h/an]	[jours/an]	[h/jour]	[h/an]
Naives en Blois - 6 rue de Vacon	31:52	111	0:27	3:22
Naives en Blois Ecole primaire des Cytises	30:30	88	0:26	3:03
Riéval	15:48	36	0:34	1:22
Vacon	15:05	53	0:23	1:56

Contribution de chaque éolienne aux durées totales

N°	Nom				Pire des cas	Probable
					[h/an]	[h/an]
E1	VESTAS V150-4.2	4200	150.0	!O!	moyeu: 123,0 m (TOT: 198,0 m) (1)	22:33 3:07
E2	VESTAS V150-4.2	4200	150.0	!O!	moyeu: 123,0 m (TOT: 198,0 m) (2)	17:36 3:03
E3	VESTAS V150-4.2	4200	150.0	!O!	moyeu: 123,0 m (TOT: 198,0 m) (3)	12:01 1:30
E4	VESTAS V162-6.2	6200	162.0	!O!	moyeu: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (4)	32:41 5:26
E5	VESTAS V162-6.2	6200	162.0	!O!	moyeu: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (5)	15:05 1:56
E6	VESTAS V162-6.2	6200	162.0	!O!	moyeu: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (6)	43:30 3:55

Le temps total dans les tableaux par récepteur et par éolienne est susceptible d'être différent : une éolienne peut induire du papillotement sur plusieurs récepteurs et / ou, inversement, un récepteur peut être affecté par plusieurs éoliennes simultanément.

