

Étude d'effet d'ombrage

Projet de parc éolien de Neo Avel, Commune de Canihuel (22), France

Introduction

L'étude d'effet d'ombrage a été effectuée par Neoen, développeur de projets d'énergies renouvelables, pour évaluer l'effet des ombres portées pour le projet de parc éolien de Neo Avel, Commune de Canihuel (22), France. Les simulations ont été menées pour 4 éoliennes de gabarit VESTAS V126-3.6MW avec un diamètre de rotor de 126m, une hauteur de moyeu de 87m.

Le logiciel WindPRO a été utilisé pour déterminer les contours d'ombrage créé par les éoliennes ainsi que pour effectuer un calcul d'effet de papillotement. Le résultat de cette étude présente un cas réaliste aux lieux-dits étudiés dans un rayon de 1,5km autour des éoliennes.

Le rapport comprend des calendriers journaliers détaillés de la probabilité non nulle de l'occurrence des ombres portées par éolienne et une synthèse cartographique des enjeux.

Description du Projet

Site du projet

Le site se situe à environ 1,5 km au sud-est du bourg de la commune du Canihuel dans les Côtes-d'Armor (22), France. L'étude prend en compte la topographie de la commune qui est caractérisée par des plateaux de plus de 250m d'altitude au nord et un secteur plutôt plane entre deux vallons au centre sous la ville de Canihuel. Le terrain se compose principalement de parcelles agricoles et de champs séparés de haies avec des cours d'eau et boisements ponctuels.

Le projet comprend 4 éoliennes en 2 regroupements comme illustrés à la Figure 1, les éoliennes E1 et E2 sont en formation linéaire au sud-est des éoliennes E3 et E4. Le modèle de machine utilisé pour la simulation s'agit de gabarit VESTAS V126-3.6MW avec un diamètre de rotor de 126m, une hauteur de moyeu de 87m et une hauteur sommitale de 150m en bout de pale.

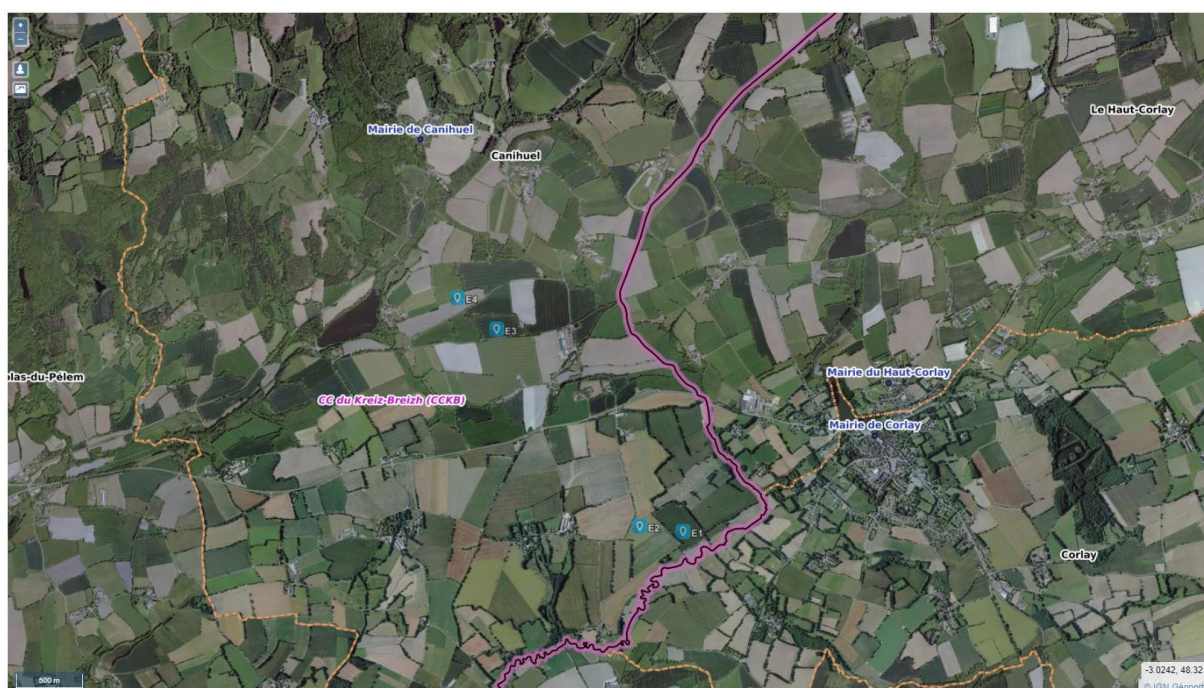


Figure 1 Photo aérienne du site et emplacement des éoliennes

Les emplacements des éoliennes sont renseignés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1 Coordonnées des éoliennes à l'étude [Lambert 93]

Éolienne	Altitude (m)	Longitude	Latitude
E1	168	249 775,19	6 818 587,94
E2	190	249 446,99	6 818 652,83
E3	200	248 188,88	6 820 499,98
E4	200	248 470	6 820 237

Modélisation du terrain

Les données altimétriques utilisées sont intégrées au logiciel. Le relief est défini d'après le modèle d'élévation de NASA à partir des données NASA-DEM.

La prise en compte du relief permet de prendre en compte les situations impliquant le masquage du soleil par la topographie au niveau d'un récepteur. Un calcul de ZVI (Zone Visuellement Impactée) a été effectué préalablement afin d'exclure les éoliennes non visibles. Par ailleurs, les zones boisées d'une hauteur de 15m autour du site sont prises en compte et utilisées comme obstacles dans le calcul. Cependant les haies, arbres isolés ou autres structures végétalisées linéaires ne sont pas pris en compte, car ils représentent des obstacles plus aléatoires et variables dans le temps. Cette hypothèse reste conservatrice.

Détermination des contours d'ombrage

Méthodologie et paramètres généraux considérés

Méthodologie

WindPRO a été utilisé afin de calculer les contours de cumul annuel et cumul maximum journalier d'ombres portées selon les paramètres listés ci-dessous :

- La durée pendant laquelle un récepteur est exposé à un ensoleillement constant lorsque l'éolienne est en rotation ne doit pas excéder 30 minutes par jour et 30 heures par an dans un rayon de 250m de chaque éolienne, selon les recommandations. Dans le cas présent aucune habitation ne se trouve dans ce rayon et le potentiel effet a été étudié aux coordonnées d'une habitation représentative par lieu-dit se trouvant dans un rayon de 1,5km autour des éoliennes.
- L'ombre portée est considérée comme négligeable quand le soleil fait un angle avec l'horizon inférieur à 3°.
- La distance limite à partir de laquelle il n'y a plus de probabilité d'ombre portée est déterminée par le module de calcul des ombres portées.

Probabilité d'ensoleillement et statistique de vent

Les **données d'ensoleillement** à la station météo de Brest (29) en 2020 ont été utilisées pour le calcul des calendriers d'effet d'ombres portées cumulé. La probabilité d'ensoleillement en moyenne d'heures de soleil par jour est affichée pour tous les mois de l'année 2020 dans le tableau 2.

Un an complet de **mesure de vent** est nécessaire pour permettre d'estimer les heures d'opérations des éoliennes sur site. Le mât de mesure des vents qui mesure le gisement à l'emplacement du projet a été installé en mars 2021 donc nous ne disposons pas d'un an complet de données. Les données Merra2 du sud de Guingamp (22) ont donc été utilisées pour estimer la distribution du vent par secteur sur site. À partir de ce jeu de données, de la modélisation du site et de la courbe de puissance des éoliennes à l'étude (soit les VESTAS V126 3.6MW), le nombre d'heures de fonctionnement des éoliennes par secteur a été estimé.

Tableau 2 Nombres d'heures moyennes d'ensoleillement par mois à la station météo de Brest (29).

Jan.	Fev.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
2,08	3,32	3,80	5,18	7,70	6,90	6,02	6,26	4,68	3,52	2,74	1,64

Tableau 3 Heures/an de fonctionnement (par secteur) des éoliennes à l'étude à partir des données de vent Merra2 du sud de Guingamp (22).

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSO	OSO	O	ONO	NNO	Somme
571	648	769	506	350	389	595	1 063	1 147	1 001	861	697	8 596

Scénario considéré

Le scénario détaillé dans ce rapport présente un « cas réaliste ». Ce scénario prend en compte la probabilité d'ensoleillement mensuelle intégrant aussi le fait que le rotor n'est pas en rotation 100% du temps, et que l'orientation du rotor varie en fonction de l'orientation du vent.

Selon l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations soumises à autorisation au titre des ICPE, la limite acceptable de l'ombre portée sur les bâtiments à usage de bureau situés à moins de 250m d'une éolienne ne doit pas excéder dans le cas réaliste, l'ombre portée générée par le parc éolien ne peut excéder 30 heures par an et 30 minutes par jour.

Récepteurs

Une liste de **38 récepteurs** a été compilée, correspondant à des habitations existantes (à noter que dans la numérotation il n'y a pas de point 33). Les bâtiments susceptibles de subir l'effet de papillotement ont été modélisés comme des « récepteurs d'ombre » et définis comme dans le Tableau 4 :

Tableau 4 Définition des récepteurs

Surface	1x1m
Orientation	Fenêtre omnidirectionnelle
Inclinaison	90° (surface verticale)
Hauteur du récepteur	2m correspondent à la hauteur du regard

Les coordonnées des récepteurs sont fournies dans Tableau 7.

Présentation des résultats

La carte ci-dessous (Figure 2) montre les durées maximales d'ombres portées pour un « cas réaliste ». Ce calcul prend en compte la probabilité d'ensoleillement, la variation de la direction de vent et la disponibilité des éoliennes. La carte présente donc un résultat de durée probable maximale avec des contours h/an et une carte topographique en min/jour. Les récepteurs à l'intérieur d'un contour sont susceptibles de recevoir un effet de papillotement en h/an indiqué par la légende et la couleur topographique indique l'effet d'ombrage maximal journalier. Le bilan des récepteurs concernés par les cumuls d'effet de papillotement journalier et annuel est renseigné ci-dessous :

Ombres portées (h/an)	Nombres de récepteurs concernés
>30	0
15 à 30	2
5 à 15	5
1 à 5	14
0	17

Ombres portées (min/jour)	Nombres de récepteurs concernés
>30	0
15 à 30	1
5 à 15	12
1 à 5	11
0 à 1	14

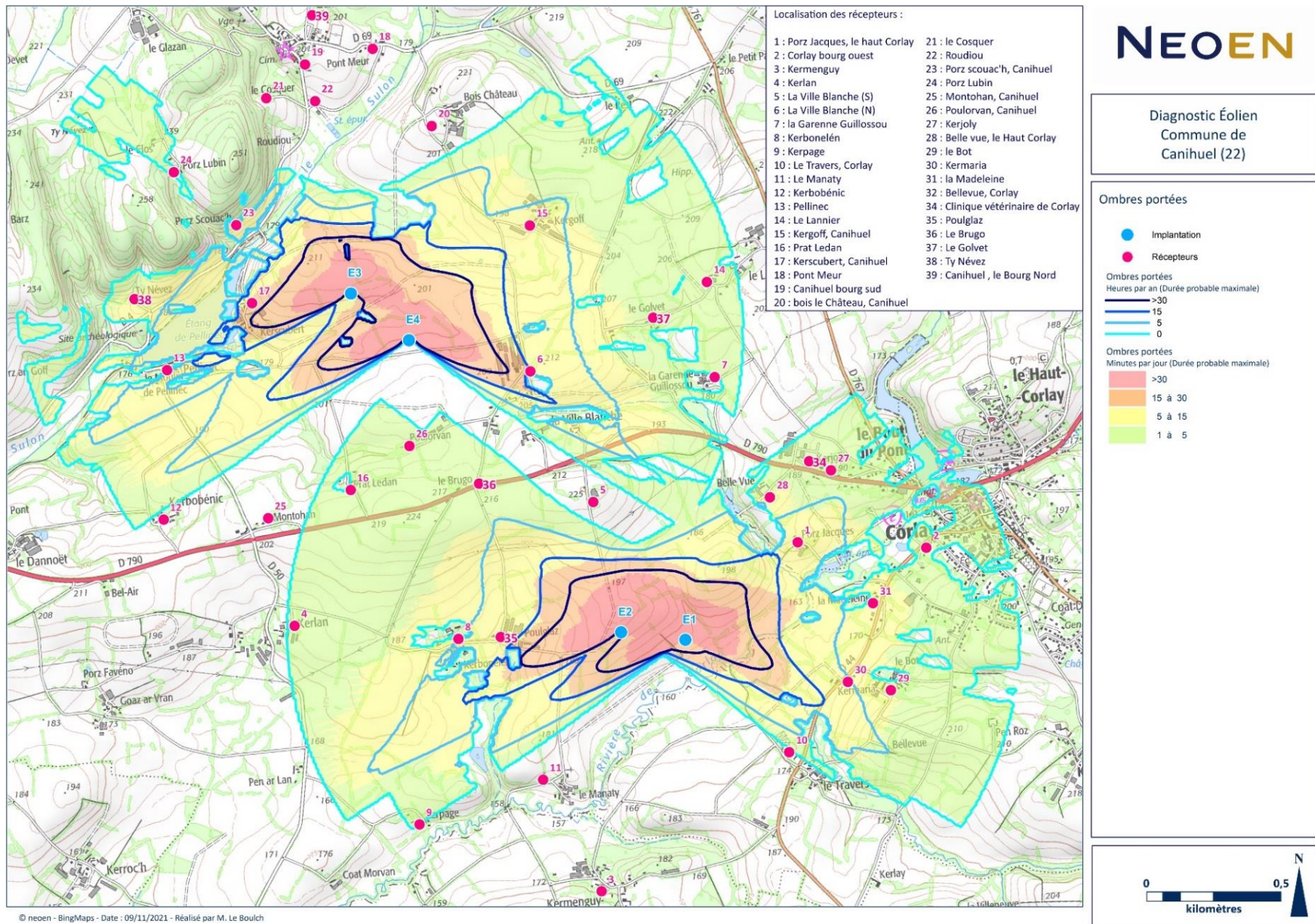


Figure 2 Cartographie mettant en évidence les contours d'ombres portées h/an en "cas réaliste"

Calculs de cumul d'effet de papillotement

Méthodologie

Le logiciel WindPRO a été utilisé pour calculer les calendriers détaillés de l'occurrence d'ombre portée et les cumuls d'effets de papillotement journaliers au niveau de chaque récepteur. Ces calendriers seront utilisés pour informer le calendrier de bridage du parc éolien à l'étude afin de minimiser l'effet d'ombrage aux alentours du projet.

Résultats

Les résultats de cumul d'effet de papillotement journalier et annuel créés par le parc éolien, dans un « cas réaliste », sont présentés dans ce chapitre.

Les calendriers détaillés de l'occurrence de l'effet de papillotement au niveau de chaque récepteur et chaque éolienne sont fournis en ANNEXE.

Code récepteur	Identifiant du récepteur	X	Y	Nombre d'heures par an
A 1	Porz Jacques, le haut Corlay	-3° 4'14.61"	48°18'57.83"	10 :56
B 2	Corlay bourg ouest	-3° 3'42.27"	48°18'56.94"	1 :56
C 3	Kermenguy	-3° 5'3.79"	48°17'59.58"	0 :00
D 4	Kerlan	-3° 6'20.87"	48°18'43.88"	0 :36
E 5	La ville blanche (S)	-3° 5'5.91"	48°19'4.56"	0 :00
F 6	La ville blanche (N)	-3° 5'21.69"	48°19'26.34"	15 :16
G 7	la Garenne Guillosoou	-3° 4'35.40"	48°19'25.38"	0 :00
H 8	Kerbonelén	-3° 5'39.74"	48°18'41.68"	5 :08
I 9	Kerpage	-3° 5'49.53"	48°18'10.76"	0 :00
J 10	Le Travers, Corlay	-3° 4'16.71"	48°18'22.81"	0 :00
K 11	Le Manaty	-3° 5'18.46"	48°18'18.21"	0 :00
L 12	Kerbobénic	-3° 6'53.76"	48°19'1.61"	0 :00
M 13	Pellinec	-3° 6'52.91"	48°19'26.53"	0 :00
N 14	le Lannier	-3° 4'37.41"	48°19'41.27"	0 :33
O 15	Kergoff, Canihuel	-3° 5'21.84"	48°19'50.68"	9 :03
P 16	Prat Ledan	-3° 6'6.78"	48°19'6.54"	0 :28
Q 17	Kerscubert, Canihuel	-3° 6'31.57"	48°19'37.71"	20 :21
R 18	Pont Meur	-3° 6'1.33"	48°20'20.15"	0 :00
S 19	Canihuel bourg sud	-3° 6'18.24"	48°20'17.56"	0 :00
T 20	bois le Château, Canihuel	-3° 5'46.44"	48°20'7.29"	0 :00
U 21	le Cosquer	-3° 6'27.99"	48°20'11.91"	0 :00
V 22	Roudiou	-3° 6'15.73"	48°20'11.41"	0 :00
W 23	Porz scouac'h, Canihuel	-3° 6'35.48"	48°19'50.74"	0 :00
X 24	Porz Lubin	-3° 6'51.21"	48°19'59.57"	1 :24
Y 25	Montohan, Canihuel	-3° 6'27.48"	48°19'1.84"	0 :00
Z 26	Poulorvan, Canihuel	-3° 5'52.05"	48°19'13.90"	1 :08
AA 27	Kerjoly	-3° 4'6.25"	48°19'9.82"	1 :44
AB 28	Belle vue, le Haut Corlay	-3° 4'21.54"	48°19'5.34"	4 :30
AC 29	le Bot	-3° 3'51.19"	48°18'33.16"	2 :10
AD 30	Kermaria	-3° 4'1.96"	48°18'34.55"	5 :33

AE 31	la Madeleine	-3° 3'55.70"	48°18'47.66"	3 :30
AF 32	Bellevue, Corlay	3° 3'51.13"	48°18'22.58"	0 :00
AH 34	Clinique vétérinaire de Corlay	-3° 4'11.70"	48°19'11.36"	2 :36
AI 35	Pouglaz	-3° 5'29.12"	48°18'42.01"	10 :34
AJ 36	Le Brugo	-3° 5'34.58"	48°19'7.61"	1 :50
AK 37	le Golvet	-3° 4'50.87"	48°19'35.29"	2 :01
AL 38	Ty Névez	-3° 7'1.05"	48°19'38.41"	3 :04
AM 39	Canihuel , le Bourg Nord	-3° 6'16.51"	48°20'25.77"	0 :00

Les résultats montrent que récepteur le plus impacté s'agit du lieu-dit « Kerscubert, Canihuel » avec 20h21min /an de papillotement suivi de la partie nord de la Ville Blanche avec 15h et 16min de papillotement par an. Ces chiffres représentent la durée probable dans un cas réaliste et seront pris en compte lors de la planification de l'opération des éoliennes à l'étude.

Les périodes et plages horaires pour lesquelles l'effet d'ombrage se produit pour chacune des éoliennes sur les différents récepteurs sont illustrées sur les figures ci-dessous. Il apparaît que :

- Les effets d'ombrages apparaissent de manière ponctuelle selon la période de l'année et du jour de manière différente sur chacun des récepteurs.
- Les sites sont soit impactés par le groupement d'éoliennes E1 et E2 soit E3 et E4.
- Aucun site n'est impacté par toutes les éoliennes au cours de l'année.

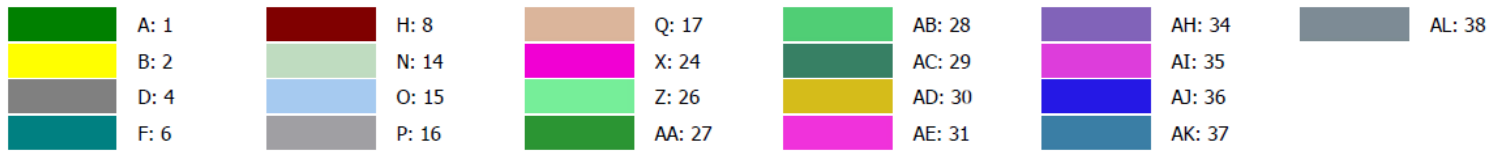
Groupement éolien E1 et E2

- Les récepteurs à l'Ouest des éoliennes E1 et E2 sont impactés ponctuellement entre mi-mars à fin-avril et mi-août à fin-septembre entre 7h et 9h. Le récepteur à Pouglaz (35) est principalement concerné par l'effet de papillotement généré par E2 recevant une durée maximale de 10h34 de papillotement par an.
- Les récepteurs au NO des éoliennes E1 et E2 sont impactés entre décembre et février entre 9h et 10h. Le récepteur du lieu-dit Le Brugo (36) est concerné principalement par l'effet de papillotement généré par E2.
- Les récepteurs à l'est des éoliennes sont impactés entre août et mai entre 16h et 21h. Les récepteurs plus au NE des éoliennes sont impactés en période hivernale alors que les récepteurs au SE sont impactés plus en période printanière et automnale. Les résultats montrent que les éoliennes ont nul impacte en juin et en juillet.
- Les récepteurs les plus impactés à l'est sont ceux de Porz Jacques, le haut Corlay (1) en période printanière et automnale et Kermaria (30) en période hivernale.

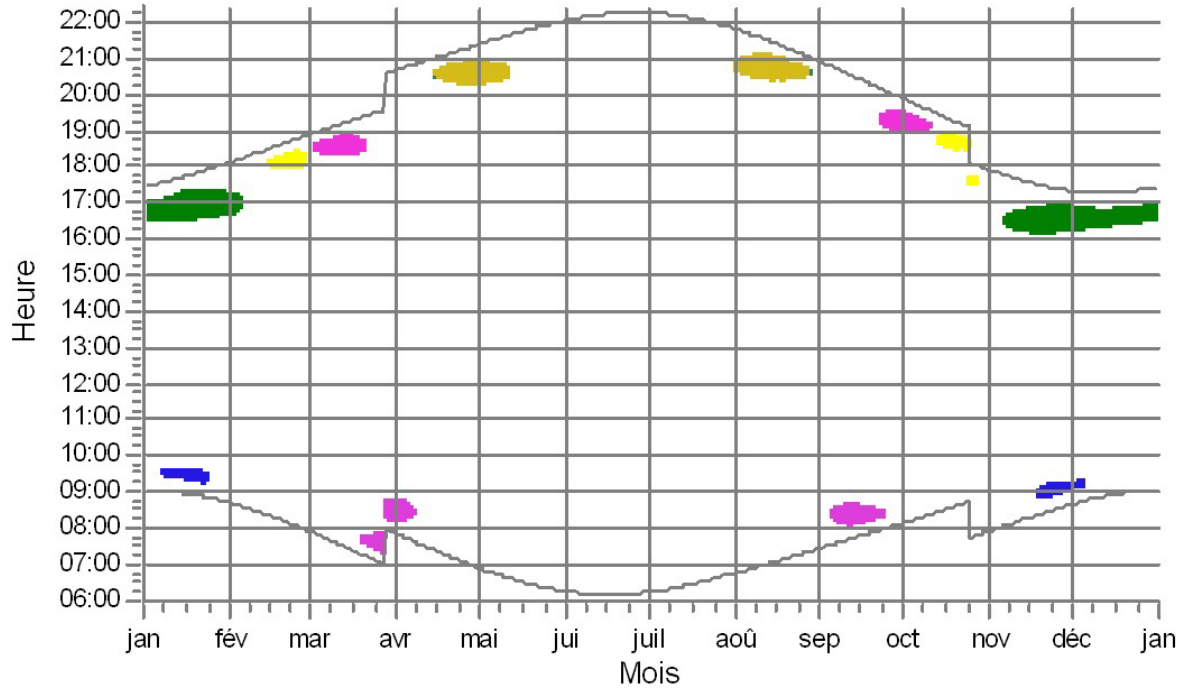
Groupement éolien E3 et E4

- Les récepteurs à l'ouest de E3 et E4 sont impactés entre mars et mi-mai entre les heures de 8h à 9h. Le récepteur de Kerscubert (17) est principalement concerné.
- Les récepteurs au SE sont plus proches de E4 et ressentent le plus d'ombrage pendant les mois de mai, avril, août et septembre. Le récepteur à La Ville Blanche (N) (6) est principalement concerné.
- Les récepteurs au NE sont soumis aux effets d'ombres portées générées par E3 et E4 entre octobre et mars entre 16h et 18h. Le seul récepteur impacté est le lieu-dit Kergoff, Canihuel (15).

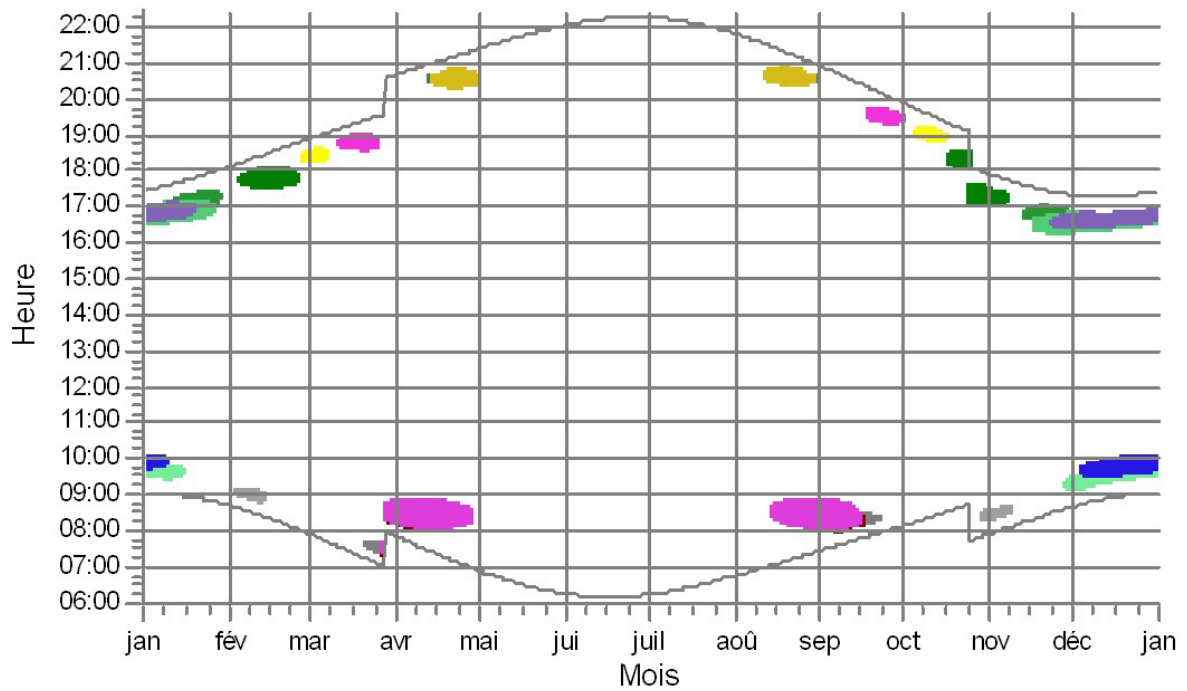
Récepteurs-d'ombre



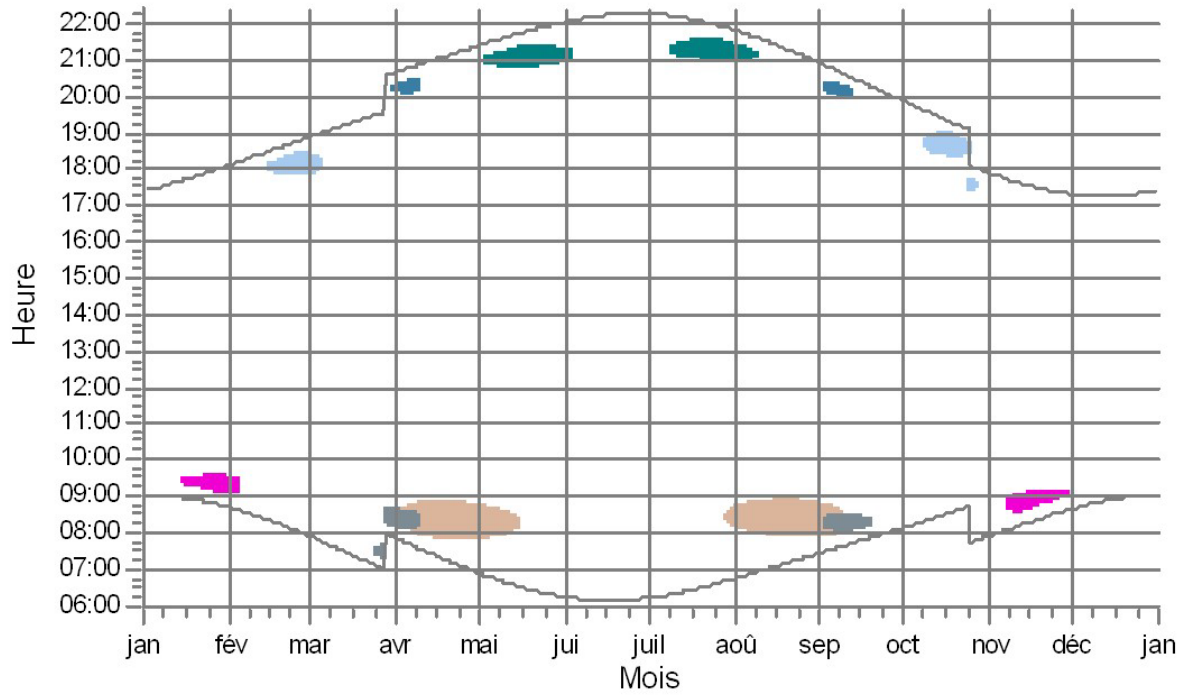
1: E1



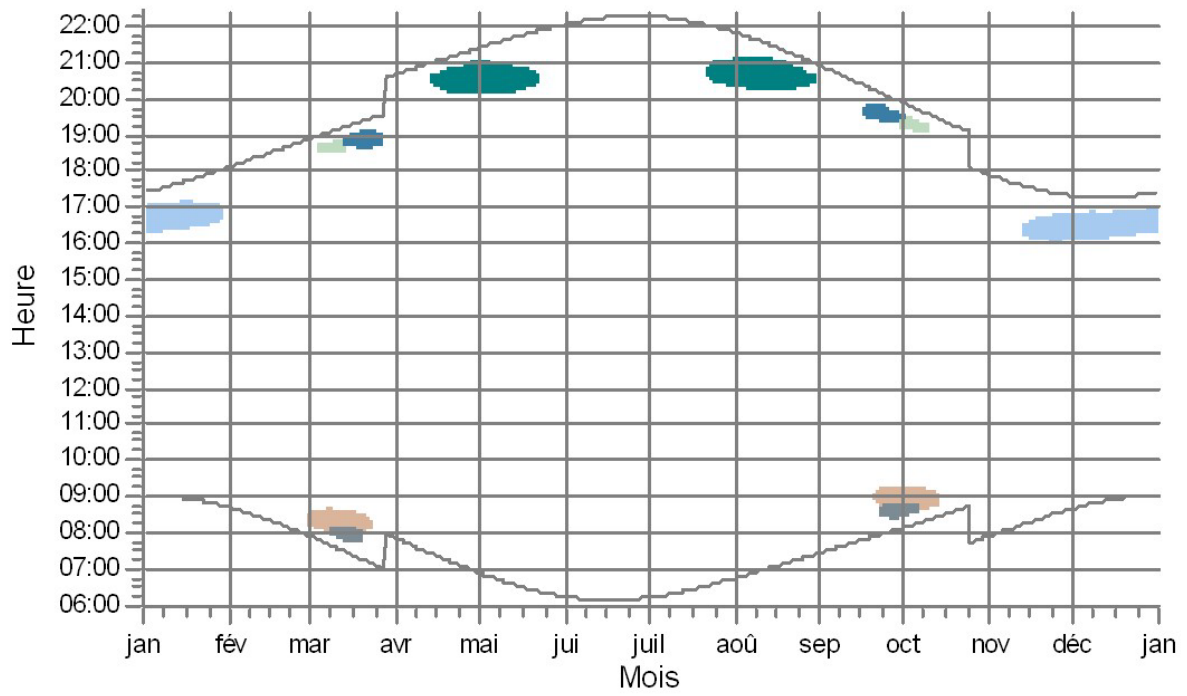
2: E2



3: E3



4: E4



Conclusion

Ce rapport évalue l'effet de papillotement pour pouvoir déterminer le calendrier de bridage lié à cet effet pour le projet de parc éolien Neo Avel. L'étude a été réalisée pour les 4 éoliennes de hauteur de moyeu de 87m selon le « cas réaliste », mais en considérant que chaque récepteur possédait au moins une fenêtre en direction de chaque éolienne, ce qui reste une hypothèse très maximisante.

Les résultats démontrent que 2 récepteurs sont soumis à des cumuls de 15-20 heures d'ombrage annuellement. Le lieu-dit Kerscubert représente le récepteur le plus impacté par les éoliennes à l'étude E3 et E4, cumulant le plus d'ombrage annuel, soumis à un maximum de 20h21min/an, et journalier (15-30min/jour) en avril, mai, août et septembre. Les groupements d'éoliennes impactent des lieux différents et aucun lieu ne serait exposé à un effet de papillotement de toutes les éoliennes.

Suivant leur positionnement est ou ouest, les sites sont ombragés le soir ou le matin respectivement. L'effet d'ombrage est principalement présent lors des soirées hivernales pour le groupement E1/E2. En revanche le groupement E3/E4 crée un effet d'ombrage plus ponctuel au fil de l'année.

Les résultats seront pris en considération lors de l'opération des machines et Neoen développera un module d'ombrage pour améliorer le confort des récepteurs impactés et particulièrement celui du lieu-dit Kerscubert.