



**ENERGY FOR TODAY | L'ÉNERGIE POUR AUJOURD'HUI**

## **ANNEXE D - ÉVALUATION DE L'EFFET STROBOSCOPIQUE**

**Avis au lecteur:**

Ce document a été traduit et relu par le promoteur du projet (Société en commandite Chaleur Ventus) et non par les auteurs originaux du rapport. En cas de divergence entre les documents originaux rédigés en anglais et cette version traduite en français, le document original en anglais sera considéré comme correct.

Si vous trouvez une erreur dans ce document par rapport à la version anglaise, veuillez nous en informer à [info@chaleurventus.ca](mailto:info@chaleurventus.ca)

PROJET D'ÉNERGIE ÉOLIENNE  
CHALEUR VENTUS  
ANNEXE D - ÉVALUATION DE L'EFFET  
STROBOSCOPIQUE

SOCIÉTÉ EN COMMANDITE CHALEUR VENTUS

PROJET D'ÉNERGIE ÉOLIENNE  
CHALEUR VENTUS  
ÉVALUATION DE L'EFFET  
STROBOSCOPIQUE POUR UNE HAUTEUR  
DE MOYEU DE 116 MÈTRES  
SOCIÉTÉ EN COMMANDITE CHALEUR VENTUS

Septembre 2019





PROJET D'ÉNERGIE ÉOLIENNE  
CHALEUR VENTUS  
ÉVALUATION DE L'EFFET  
STROBOSCOPIQUE POUR UNE HAUTEUR  
DE MOYEU DE 116 MÈTRES  
SOCIÉTÉ EN COMMANDITE CHALEUR VENTUS

VERSION 1

N° DE PROJET WSP : 181-07802  
DATE : LE 26 SEPTEMBRE 2019

WSP  
1 SPECTACLE LAKE DRIVE  
DARTMOUTH, NS, CANADA B3B 1X7

T : +1 902-935-9955  
F : +1 902-835-1645  
WSP.COM



---

# SIGNATURES

## PREPARÉ PAR



Alex Medd, E.I.T.  
Spécialiste,  
Puissance

## REVU PAR



Errol Halberg, P. Eng  
Manager, Power

Ce rapport a été préparé par WSP pour le compte de la société en commandité Chaleur Ventus, conformément au contrat de services professionnels. La divulgation de toute information contenue dans ce rapport est de la responsabilité exclusive du destinataire. Les éléments qu'il contient reflètent le meilleur jugement de WSP à la lumière des informations dont il disposait au moment de la préparation. Toute utilisation de ce rapport exercée par un tiers, ou toute confiance ou décision à prendre sur la base de ce rapport, sont de la responsabilité de ces tiers. Le cas échéant, WSP n'accepte aucune responsabilité pour les dommages subis par une tierce partie à la suite de décisions ou d'actions fondées sur ce rapport. Cette déclaration de limitations est considérée comme faisant partie de ce rapport.

L'original du document technologique envoyé avec la présente a été authentifié et sera conservé par WSP pendant au moins dix ans. Le fichier transmis étant maintenant hors du contrôle de WSP et son intégrité ne pouvant plus être assurée, aucune garantie ne peut être donnée en ce qui concerne les modifications apportées à ce document.

# TABLE DES MATIÈRES

1

	<b>RÉSUMÉ</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>2</b>
2.1	Aperçu du projet .....	2
2.2	Vue d'ensemble du scintillement de l'ombre .....	2
2.3	Description du site .....	3
<b>3</b>	<b>MÉTHODES</b> .....	<b>3</b>
3.1	Algorithme de l'effet stroboscopique et hypothèses.....	3
<b>4</b>	<b>RÉSULTATS</b> .....	<b>6</b>
4.1	Résultats de l'effet stroboscopique du mode effet de serre	6

## TABLES DES MATIÈRES

TABLEAU 1	LES CINQ RÉCEPTEURS DE L'EFFET STROBOSCOPIQUE LES PLUS TOUCHÉS PAR LA DISPOSITION DE L'ÉOLIENNE 5 X E126 À 116 M DE HAUTEUR DE MOYEU .....	1
TABLEAU 2	HEURES JOURNALIÈRES MOYENNES DE LUMINOSITÉ SOLEIL POUR LA STATION CLIMATIQUE CANADIENNE - CHARLO .....	4
TABLEAU 3	EFFET STROBOSCOPIQUE ESTIMÉ POUR LE WEC E126 EP3 À 116 M DE HAUTEUR DE MOYEU SUR LES RÉCEPTEURS D'OMBRE IMPACTÉS.....	6

## Données chiffrées

FIGURE 1	DISTRIBUTION DE LA DIRECTION DU VENT (% DE FRÉQUENCE) À CHALEUR VENTUS MET MAST 1641 À 60 M.....	5
----------	--	---

---

## ANNEXES

- A MODÈLE WINDPRO
- B RÉSULTATS DE L'EFFET STROBOSCOPIQUE
- C FACTEURS DE RÉDUCTION DE LA  
DIRECTION POUR LE CAS CORRIGÉ
- D EMPLACEMENTS DES ÉOLIENNES
- E CARTES





# 1 RÉSUMÉ

L'impact du scintillement de l'ombre a été quantifié en heures totales par an et en minutes maximum par jour. Le module SHADOW du progiciel WindPRO a été utilisé pour modéliser les scénarios de « pire cas » et de « cas corrigé » pour l'effet stroboscopique à 90 emplacements de récepteurs situés à l'intérieur ou à proximité des limites du projet. Les emplacements des récepteurs d'ombre ont été identifiés par WSP et sont basés sur des résidences actives situées dans le projet d'énergie éolienne Chaleur Ventus ou à proximité de celui-ci. Les récepteurs ont été validés sur le terrain.

Les données d'entrée du modèle comprennent les données de terrain, les spécifications du convertisseur d'énergie éolienne (WEC), l'emplacement géographique du projet (pour déterminer le trajet journalier du soleil) et les données météorologiques sur le site. Le scintillement de l'ombre modélisé pour le cas le plus défavorable suppose que le ciel est dégagé toute la journée, que le rotor de l'éolienne est toujours perpendiculaire au soleil et que les pales du WEC sont toujours en rotation. En revanche, le scintillement de l'ombre modélisé pour le cas corrigé réduit les heures de scintillement de l'ombre pour tenir compte des moments où le soleil ne brille pas, l'éolienne ne fonctionne pas ou l'orientation de l'éolienne (en raison de la direction du vent) n'est pas perpendiculaire au soleil. Les données des stations météorologiques publiques sont utilisées pour déterminer la probabilité d'un ensoleillement élevé et les données météorologiques sur site sont utilisées pour estimer les périodes de fonctionnement et l'orientation des éoliennes.

Cette analyse considère le réseau 5 x Enercon E126 EP3 de 4,0 MW sur des tours de 116 m.

Les récepteurs ayant le plus fort impact de scintillement de l'ombre provenant du projet sont répertoriés dans le tableau 1. Le Nouveau-Brunswick n'a pas de normes provinciales spécifiant une limite acceptable de scintillement de l'ombre à un récepteur.

Il est important de considérer que les hypothèses de modélisation utilisées dans le calcul des ombres sont conservatrices et peuvent entraîner une surestimation des quantités de scintillement des ombres. Le modèle suppose que les récepteurs sont sensibles au scintillement des ombres dans toutes les directions, mais ce n'est peut-être pas le cas. La taille réelle, l'emplacement et l'orientation des fenêtres du récepteur par rapport aux emplacements WEC peuvent réduire le degré de scintillement à l'intérieur des logements. De plus, la présence d'immeubles, d'arbres et d'autres obstacles n'est pas prise en compte par le modèle et peut également réduire les effets du scintillement de l'ombre sur ces récepteurs.

**Tableau 1 : les cinq récepteurs de scintillement d'ombre les plus touchés par l'éolienne 5 x E126 à 116 m de hauteur de moyen**

RÉCEPTEUR		EMPLACEMENT NAD83, UTM ZONE 20			PIRE CAS [HH: MM]		CAS CORRIGÉ [HH: MM]	CONTRIBUTION LA PLUS LARGE	
ID	Type	X	Y	Élévation	Annuel	Maximum quotidien	Annuel	WEC	Mois
59	Maison	341658	5297042	14	69:13	0:47	25:13	T1	juillet
61	Maison	341582	5297007	14	55:35	0:42	20:17	T1	juillet
63	Maison	341635	5296917	14	41:11	0:43	15:22	T1	juin
50	Maison	344604	5297809	10	41:30	0:36	13:22	T5	septembre
53	Maison	344710	5297634	10	38:56	0:32	12:39	T5	juillet

## 2 INTRODUCTION

Le présent rapport résume l'évaluation du scintillement des ombres réalisée à l'appui du document de référence du projet soumis à la Direction du développement durable, de la planification et des impacts du ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux en septembre 2019.

Le présent rapport a pour objet de présenter les méthodes et les résultats de l'évaluation du scintillement des ombres pour une hauteur de moyeu de 116 m. L'impact des récepteurs de l'effet stroboscopique est évalué pour les scénarios de modélisation " cas corrigé " et " cas le plus défavorable ".

---

### 2.1 APERÇU DU PROJET

La société en commandite Chaleur Ventus (CVLP) propose le développement du projet. Le projet est situé sur un terrain privé au sud de la route 303 dans le comté de Gloucester, au Nouveau-Brunswick, et aura une capacité électrique totale de 20 mégawatts (MW). Le projet comprendra cinq WEC, des routes d'accès, un système de collecte, une sous-station et les aires de dépôt temporaires associées nécessaires à la construction. Une ligne de transport d'environ 9 km (km) est proposée, reliant la zone du projet au sud et au sud-ouest, à un poste proposé qui sera situé sur des terres de la Couronne à environ 2,8 km au sud-est de Saint-Leolin.

Le Projet devrait comprendre des WEC Enercon E-126 d'une puissance nominale de 4 MW. Chaque ensemble sera composé de la tour, du moyeu, de la nacelle, des pales du rotor et du contrôleur, d'une hauteur totale de 179,5 à 194,5 m, en fonction de la disponibilité du WEC d'Enercon. Le diamètre total du rotor WEC sera de 127 m. Il est prévu que chaque WEC sera érigé sur une fondation en béton. Les dimensions, la profondeur et le type de fondation dépendront de l'évaluation du sol local, des caractéristiques géologiques des dépôts superficiels, des forces du vent sur le site et des détails propres au site de chaque emplacement.

---

### 2.2 PRÉSENTATION DE L'EFFET STROBOSCOPIQUE

Un effet stroboscopique se produit lorsque les pales en rotation d'une éolienne traversent la trajectoire entre le soleil et une fenêtre de réception lorsque le soleil n'est pas obstrué par les nuages. Ce phénomène dépend des conditions météorologiques, de la topographie du site et de la direction du vent. La sévérité de l'effet stroboscopique varie selon les saisons et les heures en raison des mouvements quotidiens et saisonniers du soleil.

L'effet stroboscopique peut être calculé en utilisant le pire scénario ou le scénario corrigé. L'analyse de l'effet stroboscopique dans le cas le plus défavorable, ou « maximum astronomique », ne prend en compte que la position géographique relative entre les WEC et les récepteurs et suppose que le soleil brille et que le rotor du WEC tourne à tout moment perpendiculairement au trajet de la lumière solaire. L'analyse du casier corrigé, ou « probable du point de vue météorologique », utilise les données de vent sur le site et les statistiques de probabilité d'ensoleillement attendues pour prendre en compte les périodes où ; l'éolienne n'est pas en fonctionnement ; l'orientation de l'éolienne n'est pas perpendiculaire au trajet de la lumière solaire ; et la lumière du soleil n'est pas assez forte pour projeter une ombre.

Un effet stroboscopique dans une résidence se produit lorsque les pales en rotation d'une éolienne interrompent momentanément la lumière du soleil qui se reflète dans la fenêtre d'un récepteur. L'occurrence de l'effet stroboscopique peut être réduite de la manière suivante :

- Obstructions qui empêchent la lumière du soleil d'atteindre la fenêtre pendant tout ou partie du temps pendant lequel l'effet stroboscopique se produit ;
- L'orientation du WEC en raison du changement de direction du vent.

CVLP suivra les problèmes liés à l'effet stroboscopique tout au long du projet. Si la quantité d'effet stroboscopique est une préoccupation, la réduction de WEC pour des directions de vent ou des heures de la journée spécifiques peut être une technique d'atténuation efficace.

De plus, des mesures d'atténuation, telles que la sélection de récepteurs avec de la végétation, des auvents et/ou des structures et/ou l'ajout d'obturateurs aux récepteurs, seront prises en compte, si nécessaire.

Le Nouveau-Brunswick n'a pas de normes provinciales spécifiant une limite acceptable d'effet stroboscopique à un récepteur. Ceci est vrai pour la plupart des juridictions canadiennes.

## 2.3 DESCRIPTION DU SITE

Le projet est situé à environ 49 km à l'est de Bathurst, au Nouveau-Brunswick, et est fortement boisé. Pour cette analyse, 90 récepteurs ont été identifiés par WSP. Les lieux de résidence sont répertoriés dans l'annexe B et figurent dans l'annexe E. Les récepteurs ont été validés sur le terrain.

L'évaluation de l'effet stroboscopique a été réalisée pour le réseau WEC 5 x Enercon E126 EP3 4 MW d'Enercon sur des tours de 116 m. Les emplacements des WEC sont énumérés dans l'annexe D et dans l'annexe E.

# 3 MÉTHODES

## 3.1 ALGORITHME DE L'EFFET STROBOSCOPIQUE ET HYPOTHÈSES

Le module WindPRO SHADOW a été utilisé pour modéliser le scintillement des ombres dans le projet. WindPRO calcule l'effet cumulé de l'observation de tous les WEC avec une ligne de mire à chaque récepteur. Les résultats les plus défavorables sont évalués sur des périodes moyennes et annuelles ; le cas corrigé sur une période moyenne annuelle.

L'ombre de l'aube devient de moins en moins claire au fur et à mesure que la distance entre le WEC et le WEC augmente et, à une certaine distance du WEC, il sera difficile de distinguer le bord de l'ombre de l'éolienne à l'œil humain. Dans WindPRO, la distance maximale de propagation des ombres peut être calculée à l'aide de la largeur d'aube de l'éolienne ou définie sur une valeur constante, généralement dix fois le diamètre du rotor de l'éolienne<sup>1</sup>. Une distance constante conservatrice de 2 000 m a été sélectionnée pour l'analyse.

En raison de la diffusion atmosphérique et des faibles niveaux de lumière, l'effet stroboscopique est ignoré lorsque le soleil est à moins de 3 ° au-dessus de l'horizon. Les quantités d'effet stroboscopique présentées sont basées uniquement sur la fréquence totale du scintillement de l'ombre et ne distinguent pas le caractère du scintillement de l'ombre.

WindPRO exécute pendant un an une simulation de la trajectoire solaire par rapport au projet éolien spécifique au site. L'Annexe A contient la description complète et l'algorithme de calcul d'effet stroboscopique de WindPRO.

Les scénarios de modélisation d'effet stroboscopique dans le cas le plus défavorable et dans le cas corrigé supposent que les récepteurs ont des fenêtres orientées dans toutes les directions et sont donc susceptibles de scintiller dans toutes les directions. C'est ce que l'on appelle le « mode serre » et représente une estimation prudente de l'impact de l'effet stroboscopique. Les obstacles tels que les arbres ou les grandes structures, qui pourraient bloquer tout ou partie de l'effet stroboscopique au niveau d'un récepteur, ne sont pas pris en compte dans l'analyse, ce qui rend l'effet stroboscopique encore plus conservateur. La topographie a été incluse dans la modélisation; cependant, les modifications d'élévation inférieures à la résolution des données générées peuvent ne pas avoir été capturées<sup>2</sup>.

Les calculs des résultats modélisés dans le cas le plus défavorable supposent ce qui suit :

- La couverture nuageuse ne dégage pas le soleil de toute la journée et de l'année.
- Les pales WEC tournent toujours.
- Le rotor de l'éolienne est toujours perpendiculaire à la trajectoire entre le soleil et le récepteur.

Le calcul de l'effet stroboscopique « à cas corrigé » modélisé a incorporé la probabilité d'ensoleillement (heures d'ensoleillement intense par mois).

<sup>1</sup> Parsons Brinckerhoff, Mise à jour de la base de preuves britannique sur l'effet stroboscopique, Département de l'énergie et des changements climatiques.

<sup>2</sup> CDSM (données d'élévation) a un espacement de grille de 8-23 m avec une précision horizontale de 10 m. La précision verticale est de 6 m.

Les heures d'ensoleillement du projet ont été dérivées des mesures de la Station climatique canadienne - Charlo située à environ 100 km à l'ouest du site du projet. Les probabilités mensuelles d'ensoleillement utilisées dans la modélisation sont présentées dans le tableau 2<sup>3</sup>.

**Tableau 2 Moyenne d'heures de soleil par jour pour la station climatologique canadienne - Charlo**

MOIS	SOLEIL BRILLANT [HEURES/JOUR]
janvier	3,80
février	4,71
mars	5,03
avril	5,73
mai	7,07
juin	8,23
juillet	8,22
août	7,84
septembre	5,68
octobre	4,25
novembre	2,83
décembre	3,16

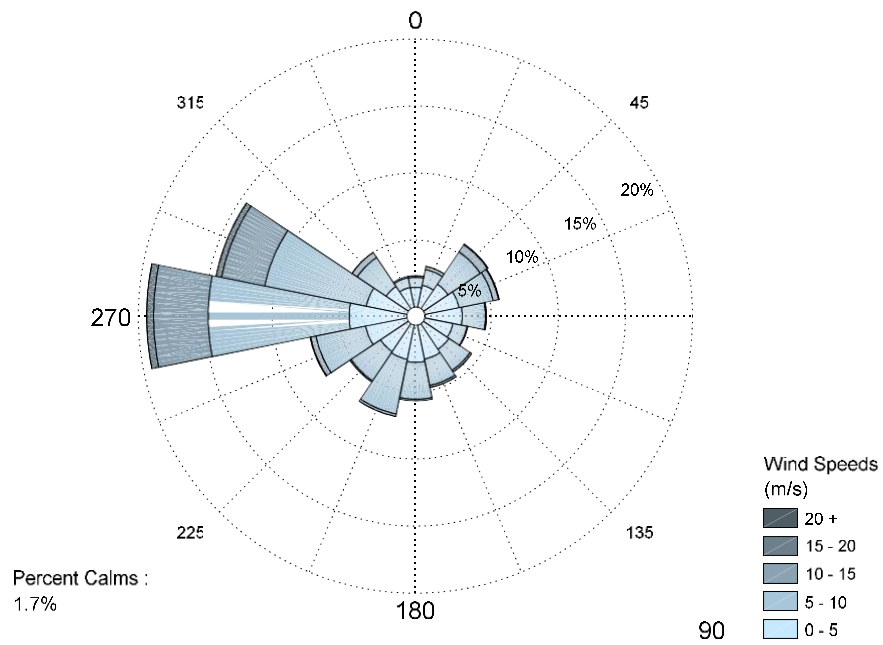
Les données sur le vent pour le projet ont été dérivées de l'évaluation des ressources éoliennes<sup>4</sup> à utiliser dans l'analyse de l'effet stroboscopique. WindPRO utilise ces données pour déterminer la probabilité que la vitesse du vent soit en dehors de la plage opérationnelle des éoliennes. WindPRO suppose que les pales ne tournent pas lorsque l'éolienne ne fonctionne pas et, par conséquent, qu'il n'y aura pas d'effet stroboscopique pendant ces périodes. Les heures d'effet stroboscopique corrigées comprennent une réduction de 1 % par rapport aux heures d'effet stroboscopique les plus défavorables pour tenir compte du temps pendant lequel les pales de l'éolienne ne tournent pas parce que la vitesse du vent est hors de la plage de fonctionnement de l'éolienne.

Le système de lacet de l'éolienne modifie l'orientation du rotor en fonction de la direction du vent, ainsi l'ombre portée par les pales en rotation change en fonction de la direction du vent. La figure 1 présente l'augmentation de la direction du vent dans le projet d'énergie éolienne Chaleur Ventus. L'effet stroboscopique aura un impact maximal lorsque le rotor est perpendiculaire à la trajectoire du soleil et un impact minimal lorsque le rotor est parallèle à une ligne entre le soleil et le récepteur. En fonction de la rose des vents et de l'orientation de chaque éolienne par rapport à chaque récepteur, un facteur de correction en lacet a été estimé pour chaque paire. Ce facteur de correction est présenté à l'annexe C. Le facteur de correction de lacet n'a été estimé que pour les paires éolienne-récepteur avec au moins 1 minute d'effet stroboscopique par an.

<sup>3</sup> Environnement

Canada [http://climate.weather.gc.ca/climate\\_normals/results\\_1981\\_2010\\_e.html?searchType=stnName&txtStationName=medicine&searchMethod=begin&txtCentralLatMin=0&txtCentralLatSec=0&txtCentralLongMin=0&txtCentralLongSec=0&stnID=2273&dispBack=1](http://climate.weather.gc.ca/climate_normals/results_1981_2010_e.html?searchType=stnName&txtStationName=medicine&searchMethod=begin&txtCentralLatMin=0&txtCentralLatSec=0&txtCentralLongMin=0&txtCentralLongSec=0&stnID=2273&dispBack=1), accessed September 19, 2017.

<sup>4</sup> 'Naveco\_ChaleurVentus\_WRR\_20190723\_v3.pdf' WSP, 2019



**Figure 1** Distribution de la direction du vent (% de fréquence) au Chaleur Ventus Met Mast 1641 à 60 m

# 4 RÉSULTATS

## 4.1 RÉSULTATS DE L'EFFET STROBOSCOPIQUE DU MODE À EFFET DE SERRE

Les résultats détaillés du modèle d'effet stroboscopique de WindPRO sont présentés sous forme de tableau à l'annexe B, qui inclut les heures annuelles « corrigées », les heures annuelles « pessimistes » et le nombre maximal de minutes quotidiennes de l'effet stroboscopique pour le « pire » scénario. Des cartes montrant les résultats du contour iso pour le nombre annuel d'heures d'effet stroboscopique au « cas corrigé » ont été incluses à l'annexe E.

Les résultats indiqués à l'annexe B et au tableau 3 représentent les résultats de l'effet stroboscopique cumulés prévus du projet. Seuls les récepteurs présentant plus d'une minute d'effet stroboscopique provenant d'une WEC sont présentés dans le tableau 3. Les résultats comprennent également la plus grande éolienne contributrice et le mois.

**Tableau 3 Estimation de l'effet stroboscopique pour le E126 EP3 WEC à une hauteur de moyeu de 116 m sur des récepteurs d'ombre impactés**

RÉCEPTEUR		EMPLACEMENT NAD83, UTM ZONE 20			PIRE CAS [HH: MM]		CAS CORRIGÉ [HH: MM]	CONTRIBUTION LA PLUS LARGE	
ID	TYPE	X	Y	ÉLÉVATION	ANNUEL	MAXIMUM QUOTIDIEN	ANNUEL	WEC	MOIS
1	Maison	343819	5299263	4	6:50	0:15	1:51	T3	janvier
4	Maison	342204	5299245	5	5:50	0:16	1:17	T5	janvier
5	Maison	343773	5299243	5	8:03	0:16	2:11	T3	janvier
7	Maison	342450	5299221	7	14:03	0:19	3:08	T5	décembre
8	Maison	342353	5299212	7	8:59	0:19	2:00	T5	janvier
11	Maison	343518	5299191	5	10:19	0:18	2:46	T3	décembre
17	Maison	342643	5299126	8	16:43	0:23	3:39	T5	décembre
18	Maison	341262	5299086	6	12:55	0:22	2:49	T3	décembre
19	Maison	342009	5299086	7	3:24	0:14	0:49	T5	février
21	Maison	341197	5299083	6	16:38	0:22	3:38	T3	décembre
22	Maison	342098	5299079	8	4:01	0:16	0:57	T5	février
23	Maison	343945	5299078	7	3:26	0:14	0:54	T3	janvier
24	Maison	341396	5299050	6	6:37	0:18	1:24	T3	décembre
27	Maison	343967	5299025	8	3:21	0:14	0:54	T3	novembre

RÉCEPTEUR		EMPLACEMENT NAD83, UTM ZONE 20			PIRE CAS [HH: MM]		CAS CORRIGÉ [HH: MM]	CONTRIBUTION LA PLUS LARGE	
ID	TYPE	X	Y	ÉLÉVATION	ANNUEL	MAXIMUM QUOTIDIEN	ANNUEL	WEC	MOIS
28	Maison	343994	5299008	8	3:06	0:14	0:51	T3	février
29	Maison	343975	5298994	8	3:11	0:14	0:52	T3	février
30	Maison	343987	5298982	8	3:05	0:13	0:51	T3	février
32	Maison	344005	5298978	8	2:59	0:14	0:49	T3	février
33	Maison	340863	5298969	10	10:06	0:18	2:16	T3	décembre
34	Maison	344306	5298885	6	13:14	0:26	3:26	T5	décembre
35	Maison	344380	5298860	6	24:51	0:31	6:30	T5	décembre
36	Maison	344391	5298822	6	31:04	0:32	8:10	T5	décembre
37	Maison	344381	5298675	6	30:57	0:34	8:13	T5	janvier
38	Maison	340845	5298333	12	18:11	0:20	4:41	T3	février
39	Maison	340883	5298222	14	19:16	0:21	5:12	T3	février
40	Maison	340906	5298159	15	20:06	0:22	5:30	T3	février
41	Maison	340990	5298142	16	23:29	0:23	6:23	T3	février
42	Maison	341027	5298036	18	25:19	0:24	6:59	T3	septembre
43	Maison	341042	5297986	18	26:23	0:25	7:24	T3	avril
44	Maison	344646	5297942	10	34:16	0:34	10:45	T6	mars
45	Maison	344618	5297906	10	37:14	0:35	11:49	T6	août
46	Maison	340988	5297888	16	24:27	0:24	7:21	T3	août
47	Maison	344646	5297851	10	35:55	0:34	11:30	T6	août
48	Maison	344751	5297833	10	28:08	0:30	8:59	T6	septembre
49	Maison	341027	5297810	16	27:28	0:25	8:33	T3	août
50	Maison	344604	5297809	10	41:30	0:36	13:22	T5	septembre
51	Maison	341063	5297762	16	30:12	0:26	9:32	T3	août
52	Maison	344716	5297736	10	32:43	0:32	10:30	T5	septembre



RÉCEPTEUR		EMPLACEMENT NAD83, UTM ZONE 20			PIRE CAS [HH: MM]		CAS CORRIGÉ [HH: MM]	CONTRIBUTION LA PLUS LARGE	
ID	TYPE	X	Y	ÉLÉVATION	ANNUEL	MAXIMUM QUOTIDIEN	ANNUEL	WEC	MOIS
53	Maison	344710	5297634	10	38:56	0:32	12:39	T5	juillet
54	Maison	344884	5297512	10	27:32	0:27	8:56	T5	juillet
55	Maison	344964	5297343	10	27:55	0:24	9:09	T5	juin
56	Maison	344980	5297302	10	24:37	0:24	8:04	T5	juin
57	Maison	344978	5297227	10	17:36	0:24	5:43	T6	mai
58	Maison	345032	5297141	10	14:00	0:22	4:31	T6	juillet
59	Maison	341658	5297042	14	69:13	0:47	25:13	T1	juillet
60	Maison	345088	5297017	8	18:02	0:21	5:53	T6	juin
61	Maison	341582	5297007	14	55:35	0:42	20:17	T1	juillet
62	Maison	345086	5296993	8	17:09	0:21	5:35	T6	juin
63	Maison	341635	5296917	14	41:11	0:43	15:22	T1	juin
65	Maison	343991	5296793	8	8:01	0:16	2:36	T1	août
68	Maison	344128	5296683	9	3:14	0:14	1:02	T1	août
69	Maison	343414	5296664	5	25:21	0:25	8:17	T1	juillet
77	Maison	343596	5296581	4	13:33	0:22	4:22	T1	juillet

# A WINDPRO MODÈLE



Les informations suivantes ont été modifiées à partir de la section 4.2 des fichiers d'aide de WindPRO.

## Introduction à l'ombre

SHADOW est le module de calcul WindPRO qui calcule la fréquence et les intervalles dans lesquels une zone spécifique sera affectée par les ombres générées par une ou plusieurs éoliennes. Ces calculs sont des scénarios de cas attendus (c'est-à-dire des calculs qui reposent uniquement sur la probabilité d'ensoleillement calculée à partir de la durée totale maximale mensuelle d'ensoleillement brillant et de la position de l'éolienne par rapport au soleil ou à l'ombre astronomique maximale). Un effet stroboscopique peut se produire lorsque les pales d'une éolienne passent à travers les rayons du soleil observés à partir d'un endroit donné (par exemple une fenêtre dans un règlement adjacent). Si le temps est couvert ou calme, ou si la direction du vent force le plan du rotor de l'éolienne à rester parallèle à la ligne entre le soleil et le récepteur, l'éolienne ne produira pas d'effet stroboscopique.

Outre le calcul de l'impact potentiel de l'effet stroboscopique sur un récepteur donné, une carte rendant les iso-lignes de l'impact de l'effet stroboscopique peut être imprimée. Cette impression rendra l'impact de l'effet stroboscopique pour n'importe quel endroit de la zone du projet.

Le moment de la journée pour lequel l'impact de l'effet stroboscopique est critique et la définition d'un récepteur pour lequel l'impact de l'effet stroboscopique est calculé sont définis de manière moins stricte par les meilleures pratiques et doivent souvent être évalués dans chaque cas particulier.

Par exemple, une usine ou un immeuble de bureaux ne serait pas affecté si tout l'effet stroboscopique se produisait après les heures de bureau, alors qu'il serait plus acceptable pour une maison privée de subir l'effet du scintillement de l'ombre pendant les heures de travail, lorsque les membres de la famille sont au travail/à l'école.

Enfin, la quantité réelle d'impact de l'effet stroboscopique en tant que fraction du risque potentiel calculé dépendra fortement de l'emplacement géographique en question. Le problème diminuerait évidemment dans les zones très couvertes de temps nuageux et, pendant les heures potentielles d'impact de l'effet stroboscopique en été, l'éolienne peut souvent être à l'arrêt en raison du manque de vent.

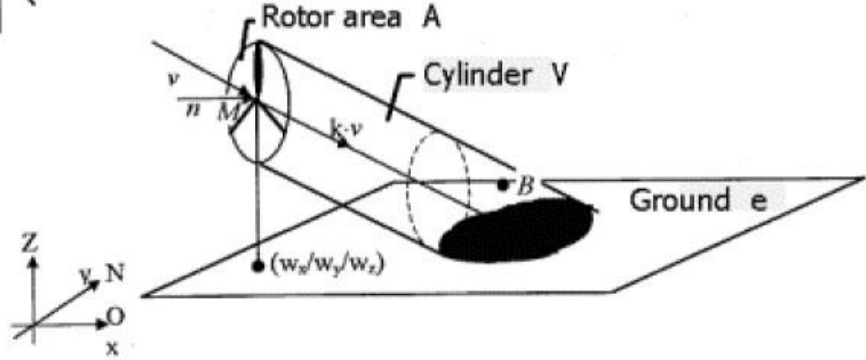
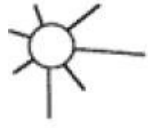
Des statistiques sur les conditions de vent et le nombre d'heures avec ciel dégagé peuvent également être prises en compte.

Le facteur de réduction de la direction du vent est calculé par WindPRO en fonction de l'emplacement géographique de chaque récepteur, éolienne et rose des vents spécifique au site. Une force importante du système WindPRO est l'option d'entrée graphique directe à l'écran des éoliennes et des récepteurs sur une carte.

## La méthode de calcul des ombres

Le calcul de l'impact potentiel de l'effet stroboscopique sur un récepteur donné est effectué en simulant la situation. La position du soleil par rapport au disque du rotor de l'éolienne et de l'effet stroboscopique qui en résulte sont calculés par incréments de 1 minute tout au long d'une année complète. Si l'effet stroboscopique du disque de rotor (supposé comme étant solide dans le calcul) à tout moment projette une réflexion de l'effet stroboscopique sur la fenêtre définie comme objet récepteur, cette étape sera alors enregistrée comme un effet stroboscopique d'une minute. Les informations suivantes sont requises :

- La position des éoliennes (coordonnées  $x, y, z$ )
- La hauteur du moyeu et le diamètre du rotor des éoliennes
- La position de l'objet récepteur (coordonnées  $x, y, z$ )
- La taille de la fenêtre et son orientation, à la fois directionnelle (par rapport au sud) et inclinée (angle du plan de la fenêtre par rapport à l'horizontale).
- La position géographique (latitude et longitude) ainsi que les informations sur le fuseau horaire et l'heure d'été.
- Un modèle de simulation, qui contient des informations sur l'orbite et la rotation de la Terre par rapport au soleil.



# B RÉSULTATS DE L'EFFET STROBOSCOPIQUE

**5 x Enercon E126 EP3 4,0 MW à 116 m résultat de l'effet stroboscopique de la hauteur du moyeu**

RÉCEPTEUR		EMPLACEMENT NAD83, UTM ZONE 12			PIRE CAS [HH: MM]		CAS CORRIGÉ [HH: MM]	CONTRIBUTION LA PLUS LARGE	
ID	TYPE	X	Y	ÉLÉVATION	ANNUEL	MAXIMUM QUOTIDIEN	ANNUEL	ÉOLIENNE	MOIS
1	Maison	343819	5299263	4	6:50	0:15	1:51	T3	janvier
2	Maison	343886	5299251	4	0:00	0:00	0:00	-	-
3	Maison	342809	5299250	6	0:00	0:00	0:00	-	-
4	Maison	342204	5299245	5	5:50	0:16	1:17	T5	janvier
5	Maison	343773	5299243	5	8:03	0:16	2:11	T3	janvier
6	Maison	342704	5299242	5	0:00	0:00	0:00	-	-
7	Maison	342450	5299221	7	14:03	0:19	3:08	T5	décembre
8	Maison	342353	5299212	7	8:59	0:19	2:00	T5	janvier
9	Maison	343216	5299208	5	0:00	0:00	0:00	-	-
10	Maison	343928	5299203	5	0:00	0:00	0:00	-	-
11	Maison	343518	5299191	5	10:19	0:18	2:46	T3	décembre
12	Maison	343077	5299188	6	0:00	0:00	0:00	-	-
13	Maison	342899	5299170	6	0:00	0:00	0:00	-	-
14	Maison	341758	5299141	5	0:00	0:00	0:00	-	-
15	Maison	343950	5299136	6	0:00	0:00	0:00	-	-
16	Maison	341697	5299133	5	0:00	0:00	0:00	-	-
17	Maison	342643	5299126	8	16:43	0:23	3:39	T5	décembre
18	Maison	341262	5299086	6	12:55	0:22	2:49	T3	décembre
19	Maison	342009	5299086	7	3:24	0:14	0:49	T5	février
20	Maison	344186	5299085	6	0:00	0:00	0:00	-	-
21	Maison	341197	5299083	6	16:38	0:22	3:38	T3	décembre
22	Maison	342098	5299079	8	4:01	0:16	0:57	T5	février
23	Maison	343945	5299078	7	3:26	0:14	0:54	T3	janvier
24	Maison	341396	5299050	6	6:37	0:18	1:24	T3	décembre
25	Maison	341602	5299048	6	0:00	0:00	0:00	-	-
26	Maison	344258	5299040	6	0:00	0:00	0:00	-	-
27	Maison	343967	5299025	8	3:21	0:14	0:54	T3	novembre
28	Maison	343994	5299008	8	3:06	0:14	0:51	T3	février

29	Maison	343975	5298994	8	3:11	0:14	0:52	T3	février
30	Maison	343987	5298982	8	3:05	0:13	0:51	T3	février
31	Maison	344261	5298981	6	0:00	0:00	0:00	-	-
32	Maison	344005	5298978	8	2:59	0:14	0:49	T3	février
33	Maison	340863	5298969	10	10:06	0:18	2:16	T3	décembre
34	Maison	344306	5298885	6	13:14	0:26	3:26	T5	décembre
35	Maison	344380	5298860	6	24:51	0:31	6:30	T5	décembre
36	Maison	344391	5298822	6	31:04	0:32	8:10	T5	décembre
37	Maison	344381	5298675	6	30:57	0:34	8:13	T5	janvier
38	Maison	340845	5298333	12	18:11	0:20	4:41	T3	février
39	Maison	340883	5298222	14	19:16	0:21	5:12	T3	février
40	Maison	340906	5298159	15	20:06	0:22	5:30	T3	février
41	Maison	340990	5298142	16	23:29	0:23	6:23	T3	février
42	Maison	341027	5298036	18	25:19	0:24	6:59	T3	septembre
43	Maison	341042	5297986	18	26:23	0:25	7:24	T3	avril
44	Maison	344646	5297942	10	34:16	0:34	10:45	T6	mars
45	Maison	344618	5297906	10	37:14	0:35	11:49	T6	août
46	Maison	340988	5297888	16	24:27	0:24	7:21	T3	août
47	Maison	344646	5297851	10	35:55	0:34	11:30	T6	août
48	Maison	344751	5297833	10	28:08	0:30	8:59	T6	septembre
49	Maison	341027	5297810	16	27:28	0:25	8:33	T3	août
50	Maison	344604	5297809	10	41:30	0:36	13:22	T5	septembre
51	Maison	341063	5297762	16	30:12	0:26	9:32	T3	août
52	Maison	344716	5297736	10	32:43	0:32	10:30	T5	septembre
53	Maison	344710	5297634	10	38:56	0:32	12:39	T5	juillet
54	Maison	344884	5297512	10	27:32	0:27	8:56	T5	juillet
55	Maison	344964	5297343	10	27:55	0:24	9:09	T5	juin
56	Maison	344980	5297302	10	24:37	0:24	8:04	T5	juin
57	Maison	344978	5297227	10	17:36	0:24	5:43	T6	mai
58	Maison	345032	5297141	10	14:00	0:22	4:31	T6	juillet
59	Maison	341658	5297042	14	69:13	0:47	25:13	T1	juillet
60	Maison	345088	5297017	8	18:02	0:21	5:53	T6	juin

61	Maison	341582	5297007	14	55:35	0:42	20:17	T1	juillet
62	Maison	345086	5296993	8	17:09	0:21	5:35	T6	juin
63	Maison	341635	5296917	14	41:11	0:43	15:22	T1	juin
64	Maison	341773	5296866	12	0:00	0:00	0:00	-	-
65	Maison	343991	5296793	8	8:01	0:16	2:36	T1	août
66	Maison	342142	5296706	6	0:00	0:00	0:00	-	-
67	Maison	341945	5296697	9	0:00	0:00	0:00	-	-
68	Maison	344128	5296683	9	3:14	0:14	1:02	T1	août
69	Maison	343414	5296664	5	25:21	0:25	8:17	T1	juillet
70	Maison	344231	5296662	9	0:00	0:00	0:00	-	-
71	Maison	341926	5296660	9	0:00	0:00	0:00	-	-
72	Maison	341996	5296649	8	0:00	0:00	0:00	-	-
73	Maison	345038	5296617	8	0:00	0:00	0:00	-	-
74	Maison	341991	5296600	8	0:00	0:00	0:00	-	-
75	Maison	345098	5296598	8	0:00	0:00	0:00	-	-
76	Maison	345093	5296582	8	0:00	0:00	0:00	-	-
77	Maison	343596	5296581	4	13:33	0:22	4:22	T1	juillet
78	Maison	345034	5296573	8	0:00	0:00	0:00	-	-
79	Maison	342040	5296567	7	0:00	0:00	0:00	-	-
80	Maison	342077	5296559	7	0:00	0:00	0:00	-	-
81	Maison	345051	5296559	8	0:00	0:00	0:00	-	-
82	Maison	342149	5296509	6	0:00	0:00	0:00	-	-
83	Maison	342008	5296495	8	0:00	0:00	0:00	-	-
84	Maison	344973	5296445	8	0:00	0:00	0:00	-	-
85	Maison	342126	5296434	7	0:00	0:00	0:00	-	-
86	Maison	344735	5296371	5	0:00	0:00	0:00	-	-
87	Maison	342780	5296317	9	0:00	0:00	0:00	-	-
88	Maison	342745	5296317	9	0:00	0:00	0:00	-	-
89	Maison	342713	5296288	8	0:00	0:00	0:00	-	-
90	Maison	342644	5296277	7	0:00	0:00	0:00	-	-



**C** FACTEURS  
DE  
RÉDUCTION  
DE  
DIRECTION  
POUR LE CAS  
CORRIGÉ



# D LIEUX DE L'ÉOLIENNE

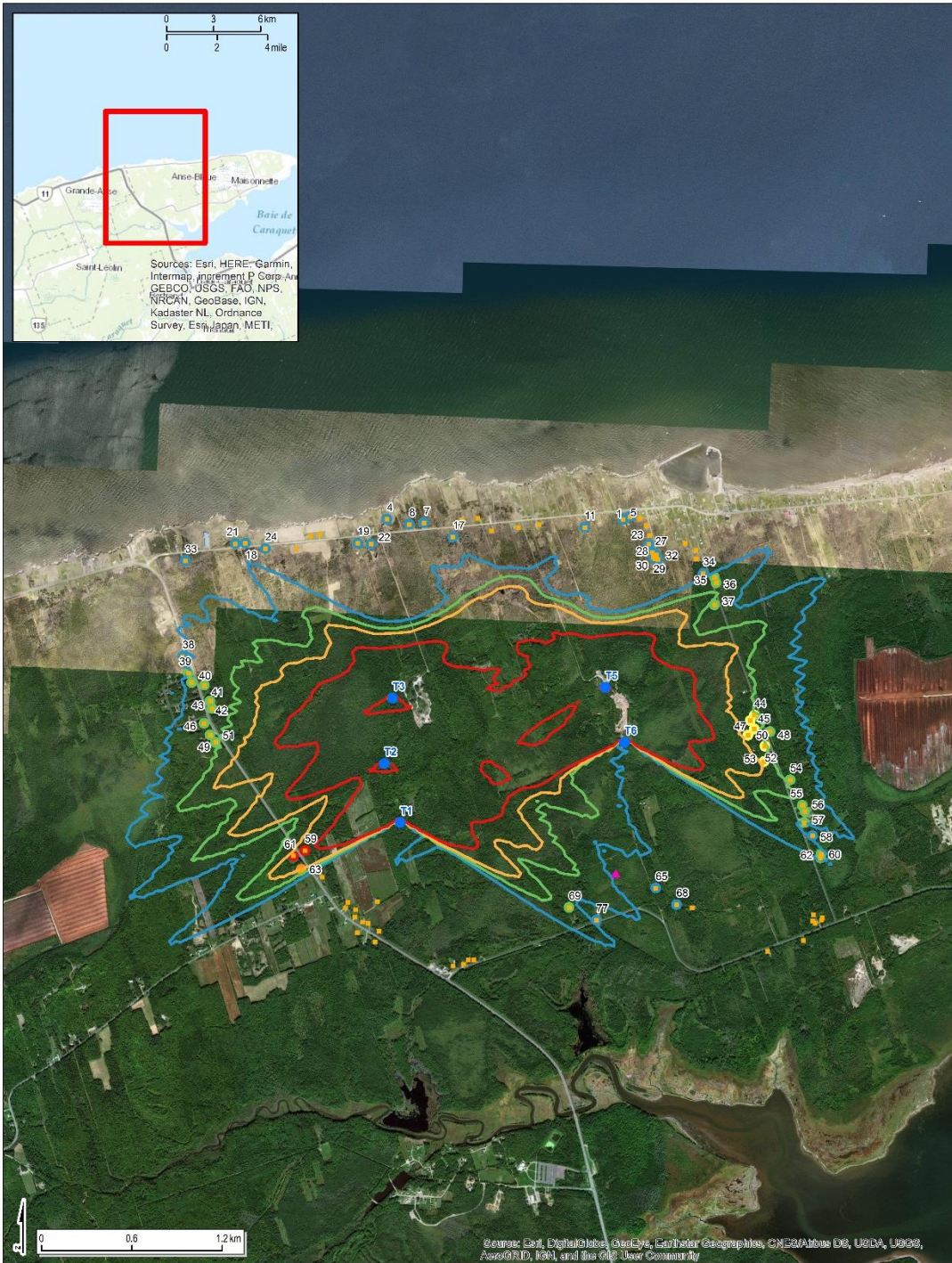


## EMPLACEMENT DES ÉOLIENNES - 5 X E126 EP3 4,0 MW DISPOSITION

ÉTIQUETTE	EASTING UTM NAD83 Z20 (M)	NORTHING UTM NAD83 Z20 (M)	ÉLÉVATION (M)
T1	342,292	5,297,227	13
T2	342,186	5,297,620	14
T3	342,241	5,298,055	12
T5	343,656	5,298,126	8
T6	343,783	5,297,761	7

# E CARTES





**Chaleur Ventus Wind Power Project**  
 5 x E126 4.0 116 m HH Layout  
 Corrected Case Shadow Flicker Results

**Legend**

- Turbine Locations
- Validated Receptors
- ▲ Met Mast

**Shadow Flicker Hours**

- 5
- 10
- 15
- 30

**Receptor Shadow Flicker Hours**

- 0 - 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- >20

Version: 1  
 Datum: NAD 83  
 Projection: UTM Zone 20  
 Scale: 1:25,000

Prepared by: WSP  
 Author: A. Medd

*In the preparation of this map, WSP has relied upon certain information provided by the client. While WSP has taken reasonable measures to present accurate information in the map, WSP does not warrant the reliability, accuracy, quality, currency, validity, or completeness of information found in the map. The locations shown are for informational purposes only and are not suitable for legal, surveying, or engineering purposes.*

PROJET D'ÉNERGIE ÉOLIENNE  
CHALEUR VENTUS  
ÉVALUATION DE L'EFFET  
STROBOSCOPIQUE POUR UNE HAUTEUR  
DE MOYEU DE 132 MÈTRES  
SOCIÉTÉ EN COMMANDITE CHALEUR VENTUS

Septembre 2019







PROJET D'ÉNERGIE ÉOLIENNE  
CHALEUR VENTUS  
ÉVALUATION DE L'EFFET  
STROBOSCOPIQUE POUR UNE HAUTEUR  
DE MOYEU DE 132 MÈTRES  
SOCIÉTÉ EN COMMANDITE CHALEUR VENTUS

VERSION 1

N° DE PROJET WSP : 181-07802  
DATE : LE 26 SEPTEMBRE 2019

WSP  
1 SPECTACLE LAKE DRIVE  
DARTMOUTH, NS, CANADA B3B 1X7

T : +1 902-935-9955  
F : +1 902-835-  
1645 WSP.COM





---

# SIGNATURES

## PREPARÉ PAR



Alex Medd, E.I.T.  
Spécialiste,  
Puissance

## REVU PAR



Errol Halberg, P. Eng  
Manager, Power

Ce rapport a été préparé par WSP pour le compte de la société en commandité Chaleur Ventus, conformément au contrat de services professionnels. La divulgation de toute information contenue dans ce rapport est de la responsabilité exclusive du destinataire. Les éléments qu'il contient reflètent le meilleur jugement de WSP à la lumière des informations dont il disposait au moment de la préparation. Toute utilisation de ce rapport exercée par un tiers, ou toute confiance ou décision à prendre sur la base de ce rapport, sont de la responsabilité de ces tiers. Le cas échéant, WSP n'accepte aucune responsabilité pour les dommages subis par une tierce partie à la suite de décisions ou d'actions fondées sur ce rapport. Cette déclaration de limitations est considérée comme faisant partie de ce rapport.

L'original du document technologique envoyé avec la présente a été authentifié et sera conservé par WSP pendant au moins dix ans. Le fichier transmis étant maintenant hors du contrôle de WSP et son intégrité ne pouvant plus être assurée, aucune garantie ne peut être donnée en ce qui concerne les modifications apportées à ce document.

# TABLE DES MATIÈRES

<b>1</b>	<b>RÉSUMÉ</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>2</b>
2.1	Présentation du projet .....	2
2.2	Vue d'ensemble de l'effet stroboscopique .....	2
2.3	Description du site .....	3
<b>3</b>	<b>MÉTHODES</b> .....	<b>3</b>
3.1	Algorithme de l'effet stroboscopique et hypothèses .....	3
<b>4</b>	<b>RÉSULTATS</b> .....	<b>6</b>
4.1	Résultats de l'effet stroboscopique du mode effet de serre	6

---

## TABLES DES MATIÈRES

TABLEAU 1	LES CINQ RÉCEPTEURS D'EFFET STROBOSCOPIQUE LES PLUS TOUCHÉS PAR LA DISPOSITION DES 5 ÉOLIENNES X E126 À 132 M DE HAUTEUR DE MOYEU .....	1
TABLEAU 2	HEURES JOURNALIÈRES MOYENNES DE LUMINOSITÉ SOLEIL POUR LA STATION CLIMATIQUE CANADIENNE - CHARLO .....	4
TABLEAU 3	EFFET STROBOSCOPIQUE ESTIMÉ POUR L'E126 EP3 WEC À 132 M DE HAUTEUR DE MOYEU SUR LES RÉCEPTEURS D'OMBRE IMPACTÉS .....	6

---

## Données chiffrées

FIGURE 1	DISTRIBUTION DE LA DIRECTION DU VENT (% DE FRÉQUENCE) À CHALEUR VENTUS MET MAST 1641 À 60 M .....	5
----------	---	---

---

## **ANNEXES**

- A MODÈLE WINDPRO
- B RÉSULTATS DE L'EFFET STROBOSCOPIQUE
- C FACTEURS DE RÉDUCTION DE LA  
DIRECTION POUR LE CAS CORRIGÉ
- D EMPLACEMENTS DES ÉOLIENNES
- E CARTES



# 1 RÉSUMÉ

L'impact du scintillement de l'ombre a été quantifié en heures totales par an et en minutes maximum par jour. Le module SHADOW du progiciel WindPRO a été utilisé pour modéliser les scénarios de « pire cas » et de « cas corrigé » pour l'effet stroboscopique à 90 emplacements de récepteurs situés à l'intérieur ou à proximité des limites du projet. Les emplacements des récepteurs d'ombre ont été identifiés par WSP et sont basés sur des résidences actives situées dans le projet d'énergie éolienne Chaleur Ventus ou à proximité de celui-ci. Les récepteurs ont été validés sur le terrain.

Les données d'entrée du modèle comprennent les données de terrain, les spécifications du convertisseur d'énergie éolienne (WEC), l'emplacement géographique du projet (pour déterminer le trajet journalier du soleil) et les données météorologiques sur le site. Le scintillement de l'ombre modélisé pour le cas le plus défavorable suppose que le ciel est dégagé toute la journée, que le rotor de l'éolienne est toujours perpendiculaire au soleil et que les pales du WEC sont toujours en rotation. En revanche, le scintillement de l'ombre modélisé pour le cas corrigé réduit les heures de scintillement de l'ombre pour tenir compte des moments où le soleil ne brille pas, l'éolienne ne fonctionne pas ou l'orientation de l'éolienne (en raison de la direction du vent) n'est pas perpendiculaire au soleil. Les données des stations météorologiques publiques sont utilisées pour déterminer la probabilité d'un ensoleillement élevé et les données météorologiques sur site sont utilisées pour estimer les périodes de fonctionnement et l'orientation des éoliennes.

Cette analyse prend en compte l'agencement des 5 x Enercon E126 EP3 de 4,0 MW sur des tours de 132 mètres (m).

Les récepteurs ayant le plus fort impact de scintillement de l'ombre provenant du projet sont répertoriés dans le tableau 1. Le Nouveau-Brunswick n'a pas de normes provinciales spécifiant une limite acceptable de scintillement de l'ombre à un récepteur.

Il est important de considérer que les hypothèses de modélisation utilisées dans le calcul des ombres sont conservatrices et peuvent entraîner une surestimation des quantités de scintillement des ombres. Le modèle suppose que les récepteurs sont sensibles au scintillement des ombres dans toutes les directions, mais ce n'est peut-être pas le cas. La taille réelle, l'emplacement et l'orientation des fenêtres du récepteur par rapport aux emplacements WEC peuvent réduire le degré de scintillement à l'intérieur des logements. De plus, la présence d'immeubles, d'arbres et d'autres obstacles n'est pas prise en compte par le modèle et peut également réduire les effets du scintillement de l'ombre sur ces récepteurs.

**Tableau 1 : les cinq récepteurs d'effet stroboscopique les plus touchés par les 5 dispositions d'éoliennes E126 à 132 m de hauteur de moyeu**

RÉCEPTEUR		EMPLACEMENT NAD83, UTM ZONE 20			PIRE CAS [HH: MM]		CAS CORRIGÉ [HH: MM]	CONTRIBUTION LA PLUS LARGE	
ID	Type	X	Y	Élévation	Annuel	Maximum quotidien	Annuel	WEC	Mois
59	Maison	341658	5297042	14	69:17	0:46	25:23	T1	juillet
61	Maison	341582	5297007	14	58:12	0:41	21:22	T1	juillet
53	Maison	344710	5297634	10	44:26	0:32	14:37	T5	juillet
50	Maison	344604	5297809	10	42:44	0:36	13:50	T5	septembre
63	Maison	341635	5296917	14	32:55	0:40	12:22	T1	juin

## 2 INTRODUCTION

Le présent rapport résume l'évaluation du scintillement des ombres réalisée à l'appui du document de référence du projet soumis à la Direction du développement durable, de la planification et des impacts du ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux en septembre 2019.

Le présent rapport a pour objet de présenter les méthodes et les résultats de l'évaluation de l'effet stroboscopique pour une hauteur de moyeu de 132 m. L'impact des récepteurs de l'effet stroboscopique est évalué pour les scénarios de modélisation " cas corrigé " et " cas le plus défavorable ".

---

### 2.1 APERÇU DU PROJET

La société en commandite Chaleur Ventus (CVLP) propose le développement du projet. Le projet est situé sur un terrain privé au sud de la route 303 dans le comté de Gloucester, au Nouveau-Brunswick, et aura une capacité électrique totale de 20 mégawatts (MW). Le projet comprendra cinq WEC, des routes d'accès, un système de collecte, une sous-station et les aires de dépôt temporaires associées nécessaires à la construction. Une ligne de transport d'environ 9 km (km) est proposée, reliant la zone du projet au sud et au sud-ouest, à un poste proposé qui sera situé sur des terres de la Couronne à environ 2,8 km au sud-est de Saint-Leolin.

Le Projet devrait comprendre des WEC Enercon E-126 d'une puissance nominale de 4 MW. Chaque ensemble sera composé de la tour, du moyeu, de la nacelle, des pales du rotor et du contrôleur, d'une hauteur totale de 179,5 à 194,5 m, en fonction de la disponibilité du WEC d'Enercon. Le diamètre total du rotor WEC sera de 127 m. Il est prévu que chaque WEC sera érigé sur une fondation en béton. Les dimensions, la profondeur et le type de fondation dépendront de l'évaluation du sol local, des caractéristiques géologiques des dépôts superficiels, des forces du vent sur le site et des détails propres au site de chaque emplacement.

### 2.2 VUE D'ENSEMBLE DE L'EFFET STROBOSCOPIQUE

Un effet stroboscopique se produit lorsque les pales en rotation d'une éolienne traversent la trajectoire entre le soleil et une fenêtre de réception lorsque le soleil n'est pas obstrué par les nuages. Ce phénomène dépend des conditions météorologiques, de la topographie du site et de la direction du vent. La sévérité de l'effet stroboscopique varie selon les saisons et les heures en raison des mouvements quotidiens et saisonniers du soleil.

L'effet stroboscopique peut être calculé en utilisant le pire scénario ou le scénario corrigé. L'analyse de l'effet stroboscopique dans le cas le plus défavorable, ou « maximum astronomique », ne prend en compte que la position géographique relative entre les WEC et les récepteurs et suppose que le soleil brille et que le rotor du WEC tourne à tout moment perpendiculairement au trajet de la lumière solaire. L'analyse du casier corrigé, ou « probable du point de vue météorologique », utilise les données de vent sur le site et les statistiques de probabilité d'ensoleillement attendues pour prendre en compte les périodes où ; l'éolienne n'est pas en fonctionnement ; l'orientation de l'éolienne n'est pas perpendiculaire au trajet de la lumière solaire ; et la lumière du soleil n'est pas assez forte pour projeter une ombre.

Un effet stroboscopique dans une résidence se produit lorsque les pales en rotation d'une éolienne interrompent momentanément la lumière du soleil qui se reflète dans la fenêtre d'un récepteur. L'occurrence de l'effet stroboscopique peut être réduite de la manière suivante :

- Obstructions qui empêchent la lumière du soleil d'atteindre la fenêtre pendant tout ou partie du temps pendant lequel l'effet stroboscopique se produit ;
- L'orientation du WEC en raison du changement de direction du vent.

CVLP suivra les problèmes liés à l'effet stroboscopique tout au long du projet. Si la quantité d'effet stroboscopique est une préoccupation, la réduction de WEC pour des directions de vent ou des heures de la journée spécifiques peut être une technique d'atténuation efficace. De plus, des mesures d'atténuation, telles que la sélection de récepteurs avec de la végétation, des auvents et/ou des structures et/ou l'ajout d'obturateurs aux récepteurs, seront prises en compte, si nécessaire.

Le Nouveau-Brunswick n'a pas de normes provinciales spécifiant une limite acceptable d'effet stroboscopique à un récepteur. Ceci est vrai pour la plupart des juridictions canadiennes.

## 2.3 DESCRIPTION DU SITE

Le projet est situé à environ 49 km à l'est de Bathurst, au Nouveau-Brunswick, et est fortement boisé. Pour cette analyse, 90 récepteurs ont été identifiés par WSP. Les lieux de résidence sont répertoriés dans l'annexe B et figurent dans l'annexe E. Les récepteurs ont été validés sur le terrain.

L'évaluation de l'effet stroboscopique a été réalisée pour la disposition de WEC 5 x Enercon E126 EP3 4 MW sur des tours de 132 m. Les emplacements des WEC utilisés pour cette étude sont énumérés dans l'annexe D et dans l'annexe E.

# 3 MÉTHODES

## 3.1 ALGORITHME DE L'EFFET STROBOSCOPIQUE ET HYPOTHÈSES

Le module WindPRO SHADOW a été utilisé pour modéliser le scintillement des ombres dans le projet. WindPRO calcule l'effet cumulé de l'observation de tous les WEC avec une ligne de mire à chaque récepteur. Les résultats les plus défavorables sont évalués sur des périodes moyennes et annuelles ; le cas corrigé sur une période moyenne annuelle.

L'ombre de l'aube devient de moins en moins claire au fur et à mesure que la distance entre le WEC et le WEC augmente et, à une certaine distance du WEC, il sera difficile de distinguer le bord de l'ombre de l'éolienne à l'œil humain. Dans WindPRO, la distance maximale de propagation des ombres peut être calculée à l'aide de la largeur d'aube de l'éolienne ou définie sur une valeur constante, généralement dix fois le diamètre du rotor de l'éolienne<sup>1</sup>. Une distance constante conservatrice de 2 000 m a été sélectionnée pour l'analyse.

En raison de la diffusion atmosphérique et des faibles niveaux de lumière, l'effet stroboscopique est ignoré lorsque le soleil est à moins de 3 ° au-dessus de l'horizon. Les quantités d'effet stroboscopique présentées sont basées uniquement sur la fréquence totale du scintillement de l'ombre et ne distinguent pas le caractère du scintillement de l'ombre.

WindPRO exécute pendant un an une simulation de la trajectoire solaire par rapport au projet éolien spécifique au site. L'Annexe A contient la description complète et l'algorithme de calcul d'effet stroboscopique de WindPRO.

Les scénarios de modélisation d'effet stroboscopique dans le cas le plus défavorable et dans le cas corrigé supposent que les récepteurs ont des fenêtres orientées dans toutes les directions et sont donc susceptibles de scintiller dans toutes les directions. C'est ce que l'on appelle le « mode serre » et représente une estimation prudente de l'impact de l'effet stroboscopique. Les obstacles tels que les arbres ou les grandes structures, qui pourraient bloquer tout ou partie de l'effet stroboscopique au niveau d'un récepteur, ne sont pas pris en compte dans l'analyse, ce qui rend l'effet stroboscopique encore plus conservateur. La topographie a été incluse dans la modélisation; cependant, les modifications d'élévation inférieures à la résolution des données générées peuvent ne pas avoir été capturées<sup>2</sup>.

Les calculs des résultats modélisés dans le cas le plus défavorable supposent ce qui suit :

- La couverture nuageuse ne dégage pas le soleil de toute la journée et de l'année.
- Les pales WEC tournent toujours.
- Le rotor de l'éolienne est toujours perpendiculaire à la trajectoire entre le soleil et le récepteur.

Le calcul de l'effet stroboscopique « à cas corrigé » modélisé a incorporé la probabilité d'ensoleillement (heures d'ensoleillement intense par mois). Les heures d'ensoleillement du projet ont été calculées à partir des mesures de la

<sup>1</sup> Parsons Brinckerhoff, Mise à jour de la base de preuves britannique sur l'effet stroboscopique, Département de l'énergie et des changements climatiques.

<sup>2</sup> CDSM (données d'élévation) a un espacement de grille de 8-23 m avec une précision horizontale de 10 m. La précision verticale est de 6 m.



station climatologique canadienne - Charlo située à environ 100 km à l'ouest du site du projet. Les probabilités mensuelles d'ensoleillement utilisées dans la modélisation sont présentées dans le tableau 23.

**Tableau 2 Moyenne d'heures de soleil par jour pour la station climatologique canadienne - Charlo**

MOIS	SOLEIL BRILLANT [HEURES/JOUR]
janvier	3,80
février	4,71
mars	5,03
avril	5,73
mai	7,07
juin	8,23
juillet	8,22
août	7,84
septembre	5,68
octobre	4,25
novembre	2,83
décembre	3,16

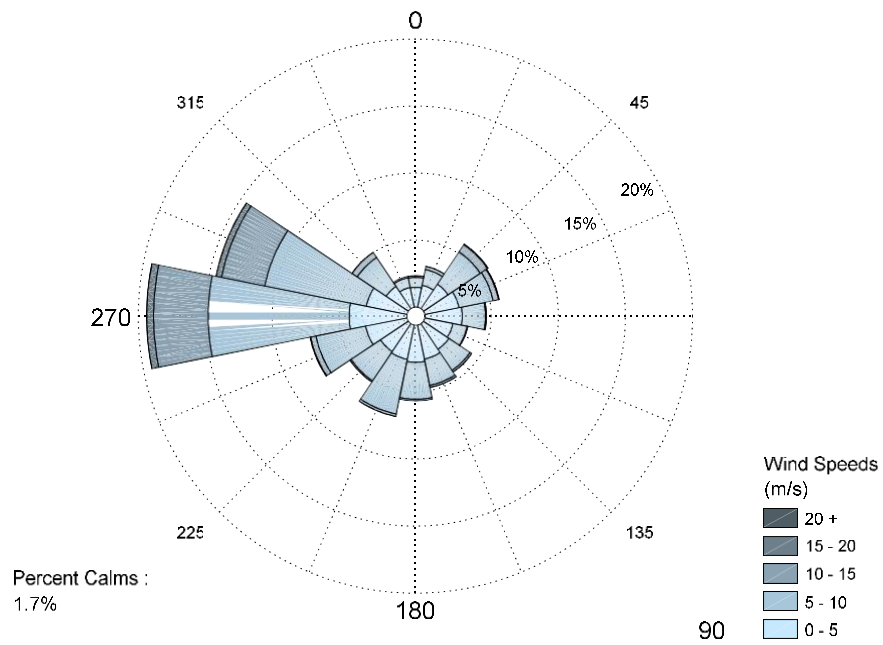
Les données sur le vent pour le projet ont été dérivées de l'évaluation des ressources éoliennes<sup>4</sup> à utiliser dans l'analyse de l'effet stroboscopique. WindPRO utilise ces données pour déterminer la probabilité que la vitesse du vent soit en dehors de la plage opérationnelle des éoliennes. WindPRO suppose que les pales ne tournent pas lorsque l'éolienne ne fonctionne pas et, par conséquent, qu'il n'y aura pas d'effet stroboscopique pendant ces périodes. Les heures d'effet stroboscopique corrigées comprennent une réduction de 1 % par rapport aux heures d'effet stroboscopique les plus défavorables pour tenir compte du temps pendant lequel les pales de l'éolienne ne tournent pas parce que la vitesse du vent est hors de la plage de fonctionnement de l'éolienne.

Le système de lacet de l'éolienne modifie l'orientation du rotor en fonction de la direction du vent, ainsi l'ombre portée par les pales en rotation change en fonction de la direction du vent. La figure 1 présente l'augmentation de la direction du vent dans le projet d'énergie éolienne Chaleur Ventus. L'effet stroboscopique aura un impact maximal lorsque le rotor est perpendiculaire à la trajectoire du soleil et un impact minimal lorsque le rotor est parallèle à une ligne entre le soleil et le récepteur. En fonction de la rose des vents et de l'orientation de chaque éolienne par rapport à chaque récepteur, un facteur de correction en lacet a été estimé pour chaque paire. Ce facteur de correction est présenté à l'annexe C. Le facteur de correction de lacet n'a été estimé que pour les paires éolienne-récepteur avec au moins 1 minute d'effet stroboscopique par an.

<sup>3</sup> Environnement

Canada [http://climate.weather.gc.ca/climate\\_normals/results\\_1981\\_2010\\_e.html?searchType=stnName&txtStationName=medicine&searchMethod=begin&txtCentralLatMin=0&txtCentralLatSec=0&txtCentralLongMin=0&txtCentralLongSec=0&stnID=2273&dispBack=1](http://climate.weather.gc.ca/climate_normals/results_1981_2010_e.html?searchType=stnName&txtStationName=medicine&searchMethod=begin&txtCentralLatMin=0&txtCentralLatSec=0&txtCentralLongMin=0&txtCentralLongSec=0&stnID=2273&dispBack=1), accessed September 19, 2017.

<sup>4</sup> 'Naveco\_ChaleurVentus\_WRR\_20190723\_v3.pdf' WSP, 2019



**Figure 1** Distribution de la direction du vent (% de fréquence) au Chaleur Ventus Met Mast 1641 à 60 m

# 4 RÉSULTATS

## 4.1 RÉSULTATS DE L'EFFET STROBOSCOPIQUE DU MODE À EFFET DE SERRE

Les résultats détaillés du modèle d'effet stroboscopique de WindPRO sont présentés sous forme de tableau à l'annexe B, qui inclut les heures annuelles « corrigées », les heures annuelles « pessimistes » et le nombre maximal de minutes quotidiennes de l'effet stroboscopique pour le « pire » scénario. Des cartes montrant les résultats du contour iso pour le nombre annuel d'heures d'effet stroboscopique au « cas corrigé » ont été incluses à l'annexe E.

Les résultats indiqués à l'annexe B et au tableau 3 représentent les résultats de l'effet stroboscopique cumulés prévus du projet. Seuls les récepteurs présentant plus d'une minute d'effet stroboscopique provenant d'une WEC sont présentés dans le tableau 3. Les résultats comprennent également la plus grande éolienne contributrice et le mois.

**Tableau 3 Estimation de l'effet stroboscopique pour le E126 EP3 WEC à 132 m de hauteur de moyeu sur les récepteurs d'ombre impactés**

RÉCEPTEUR		EMPLACEMENT NAD83, UTM ZONE 20			PIRE CAS [HH: MM]		CAS CORRIGÉ [HH: MM]	CONTRIBUTION LA PLUS LARGE	
ID	TYPE	X	Y	ÉLÉVATION	ANNUEL	MAXIMUM QUOTIDIEN	ANNUEL	WEC	MOIS
1	Maison	343819	5299263	4	7:47	0:15	2:06	T3	janvier
4	Maison	342204	5299245	5	6:46	0:17	1:30	T5	janvier
5	Maison	343773	5299243	5	9:14	0:16	2:30	T3	janvier
6	Maison	342704	5299242	5	3:47	0:13	0:48	T5	décembre
7	Maison	342450	5299221	7	15:49	0:20	3:32	T5	décembre
8	Maison	342353	5299212	7	10:05	0:19	2:15	T5	janvier
11	Maison	343518	5299191	5	12:31	0:19	3:22	T3	décembre
17	Maison	342643	5299126	8	18:53	0:23	4:07	T5	décembre
18	Maison	341262	5299086	6	15:50	0:23	3:27	T3	décembre
19	Maison	342009	5299086	7	4:06	0:16	1:00	T5	février
21	Maison	341197	5299083	6	18:37	0:22	4:04	T3	décembre
22	Maison	342098	5299079	8	4:55	0:17	1:10	T5	février
23	Maison	343945	5299078	7	4:22	0:16	1:10	T3	novembre
24	Maison	341396	5299050	6	10:54	0:21	2:21	T3	décembre
27	Maison	343967	5299025	8	4:03	0:15	1:06	T3	février
28	Maison	343994	5299008	8	3:47	0:15	1:02	T3	février
29	Maison	343975	5298994	8	3:54	0:15	1:04	T3	février
30	Maison	343987	5298982	8	3:49	0:15	1:03	T3	février
32	Maison	344005	5298978	8	3:42	0:15	1:01	T3	février

RÉCEPTEUR		EMPLACEMENT NAD83, UTM ZONE 20			PIRE CAS [HH: MM]		CAS CORRIGÉ [HH: MM]	CONTRIBUTION LA PLUS LARGE	
ID	TYPE	X	Y	ÉLÉVATION	ANNUEL	MAXIMUM QUOTIDIEN	ANNUEL	WEC	MOIS
33	Maison	340863	5298969	10	13:22	0:19	3:00	T3	décembre
34	Maison	344306	5298885	6	19:25	0:30	5:05	T5	décembre
35	Maison	344380	5298860	6	28:53	0:31	7:33	T5	décembre
36	Maison	344391	5298822	6	33:45	0:31	8:52	T5	décembre
37	Maison	344381	5298675	6	27:39	0:34	7:19	T5	novembre
38	Maison	340845	5298333	12	20:43	0:21	5:21	T3	février
39	Maison	340883	5298222	14	21:41	0:22	5:52	T3	février
40	Maison	340906	5298159	15	22:32	0:22	6:10	T3	février
41	Maison	340990	5298142	16	26:07	0:24	7:07	T3	février
42	Maison	341027	5298036	18	27:50	0:25	7:42	T3	septembre
43	Maison	341042	5297986	18	28:53	0:25	8:10	T3	avril
44	Maison	344646	5297942	10	34:32	0:33	10:58	T6	août
45	Maison	344618	5297906	10	37:22	0:34	11:59	T6	août
46	Maison	340988	5297888	16	27:02	0:24	8:12	T3	août
47	Maison	344646	5297851	10	36:46	0:34	11:52	T6	août
48	Maison	344751	5297833	10	29:13	0:30	9:23	T6	août
49	Maison	341027	5297810	16	29:52	0:25	9:21	T3	août
50	Maison	344604	5297809	10	42:44	0:36	13:50	T5	septembre
51	Maison	341063	5297762	16	32:39	0:26	10:22	T3	août
52	Maison	344716	5297736	10	34:28	0:32	11:09	T5	mai
53	Maison	344710	5297634	10	44:26	0:32	14:37	T5	juillet
54	Maison	344884	5297512	10	31:48	0:27	10:24	T5	juillet
55	Maison	344964	5297343	10	29:49	0:24	9:48	T5	juin
56	Maison	344980	5297302	10	26:51	0:24	8:50	T6	juin
57	Maison	344978	5297227	10	19:31	0:24	6:21	T6	mai
58	Maison	345032	5297141	10	16:42	0:23	5:26	T6	juillet
59	Maison	341658	5297042	14	69:17	0:46	25:23	T1	juillet
60	Maison	345088	5297017	8	19:25	0:22	6:21	T6	juin
61	Maison	341582	5297007	14	58:12	0:41	21:22	T1	juillet

RÉCEPTEUR		EMPLACEMENT NAD83, UTM ZONE 20			PIRE CAS [HH: MM]		CAS CORRIGÉ [HH: MM]	CONTRIBUTION LA PLUS LARGE	
ID	TYPE	X	Y	ÉLÉVATION	ANNUEL	MAXIMUM QUOTIDIEN	ANNUEL	WEC	MOIS
62	Maison	345086	5296993	8	17:51	0:21	5:50	T6	juin
63	Maison	341635	5296917	14	32:55	0:40	12:22	T1	juin
65	Maison	343991	5296793	8	9:45	0:17	3:10	T1	août
68	Maison	344128	5296683	9	3:58	0:16	1:16	T1	août
69	Maison	343414	5296664	5	27:01	0:25	8:54	T1	juillet
77	Maison	343596	5296581	4	16:12	0:22	5:16	T1	juillet

# A WINDPRO MODÈLE



Les informations suivantes ont été modifiées à partir de la section 4.2 des fichiers d'aide de WindPRO.

## Introduction à l'ombre

SHADOW est le module de calcul WindPRO qui calcule la fréquence et les intervalles dans lesquels une zone spécifique sera affectée par les ombres générées par une ou plusieurs éoliennes. Ces calculs sont des scénarios de cas attendus (c'est-à-dire des calculs qui reposent uniquement sur la probabilité d'ensoleillement calculée à partir de la durée totale maximale mensuelle d'ensoleillement brillant et de la position de l'éolienne par rapport au soleil ou à l'ombre astronomique maximale). Un effet stroboscopique peut se produire lorsque les pales d'une éolienne passent à travers les rayons du soleil observés à partir d'un endroit donné (par exemple une fenêtre dans un règlement adjacent). Si le temps est couvert ou calme, ou si la direction du vent force le plan du rotor de l'éolienne à rester parallèle à la ligne entre le soleil et le récepteur, l'éolienne ne produira pas d'effet stroboscopique.

Outre le calcul de l'impact potentiel de l'effet stroboscopique sur un récepteur donné, une carte rendant les iso-lignes de l'impact de l'effet stroboscopique peut être imprimée. Cette impression rendra l'impact de l'effet stroboscopique pour n'importe quel endroit de la zone du projet.

Le moment de la journée pour lequel l'impact de l'effet stroboscopique est critique et la définition d'un récepteur pour lequel l'impact de l'effet stroboscopique est calculé sont définis de manière moins stricte par les meilleures pratiques et doivent souvent être évalués dans chaque cas particulier.

Par exemple, une usine ou un immeuble de bureaux ne serait pas affecté si tout l'effet stroboscopique se produisait après les heures de bureau, alors qu'il serait plus acceptable pour une maison privée de subir l'effet du scintillement de l'ombre pendant les heures de travail, lorsque les membres de la famille sont au travail/à l'école.

Enfin, la quantité réelle d'impact de l'effet stroboscopique en tant que fraction du risque potentiel calculé dépendra fortement de l'emplacement géographique en question. Le problème diminuerait évidemment dans les zones très couvertes de temps nuageux et, pendant les heures potentielles d'impact de l'effet stroboscopique en été, l'éolienne peut souvent être à l'arrêt en raison du manque de vent.

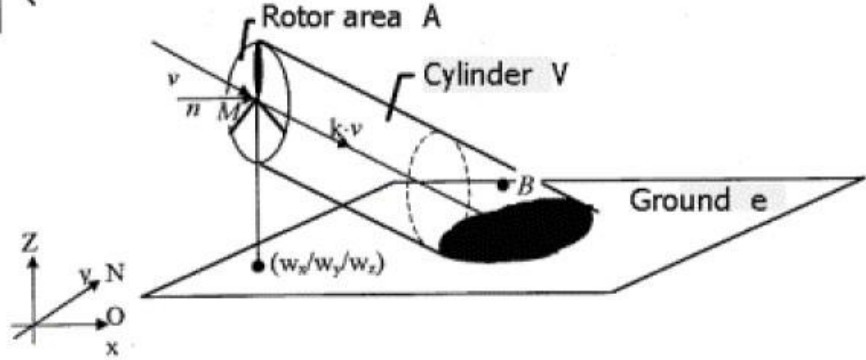
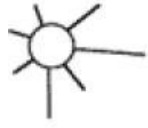
Des statistiques sur les conditions de vent et le nombre d'heures avec ciel dégagé peuvent également être prises en compte.

Le facteur de réduction de la direction du vent est calculé par WindPRO en fonction de l'emplacement géographique de chaque récepteur, éolienne et rose des vents spécifique au site. Une force importante du système WindPRO est l'option d'entrée graphique directe à l'écran des éoliennes et des récepteurs sur une carte.

## La méthode de calcul des ombres

Le calcul de l'impact potentiel de l'effet stroboscopique sur un récepteur donné est effectué en simulant la situation. La position du soleil par rapport au disque du rotor de l'éolienne et de l'effet stroboscopique qui en résulte sont calculés par incréments de 1 minute tout au long d'une année complète. Si l'effet stroboscopique du disque de rotor (supposé comme étant solide dans le calcul) à tout moment projette une réflexion de l'effet stroboscopique sur la fenêtre définie comme objet récepteur, cette étape sera alors enregistrée comme un effet stroboscopique d'une minute. Les informations suivantes sont requises :

- La position des éoliennes (coordonnées  $x, y, z$ )
- La hauteur du moyeu et le diamètre du rotor des éoliennes
- La position de l'objet récepteur (coordonnées  $x, y, z$ )
- La taille de la fenêtre et son orientation, à la fois directionnelle (par rapport au sud) et inclinée (angle du plan de la fenêtre par rapport à l'horizontale).
- La position géographique (latitude et longitude) ainsi que les informations sur le fuseau horaire et l'heure d'été.
- Un modèle de simulation, qui contient des informations sur l'orbite et la rotation de la Terre par rapport au soleil.





**B**

RÉSULTATS

DE L'EFFET

STROBOSCOPIQUE

**5 x Enercon E126 EP3 4,0 MW à 132 m Résultats de l'effet stroboscopique de la hauteur du moyeu**

RÉCEPTEUR		EMPLACEMENT NAD83, UTM ZONE 12			PIRE CAS [HH: MM]		CAS CORRIGÉ [HH: MM]	CONTRIBUTION LA PLUS LARGE	
ID	Type	X	Y	Élévation	Annuel	Maximum quotidien	Annuel	Éolienne	Mois
1	Maison	343819	5299263	4	7:47	0:15	2:06	T3	janvier
2	Maison	343886	5299251	4	0:00	0:00	0:00	-	-
3	Maison	342809	5299250	6	0:00	0:00	0:00	-	-
4	Maison	342204	5299245	5	6:46	0:17	1:30	T5	janvier
5	Maison	343773	5299243	5	9:14	0:16	2:30	T3	janvier
6	Maison	342704	5299242	5	3:47	0:13	0:48	T5	décembre
7	Maison	342450	5299221	7	15:49	0:20	3:32	T5	décembre
8	Maison	342353	5299212	7	10:05	0:19	2:15	T5	janvier
9	Maison	343216	5299208	5	0:00	0:00	0:00	-	-
10	Maison	343928	5299203	5	0:00	0:00	0:00	-	-
11	Maison	343518	5299191	5	12:31	0:19	3:22	T3	décembre
12	Maison	343077	5299188	6	0:00	0:00	0:00	-	-
13	Maison	342899	5299170	6	0:00	0:00	0:00	-	-
14	Maison	341758	5299141	5	0:00	0:00	0:00	-	-
15	Maison	343950	5299136	6	0:00	0:00	0:00	-	-
16	Maison	341697	5299133	5	0:00	0:00	0:00	-	-
17	Maison	342643	5299126	8	18:53	0:23	4:07	T5	décembre
18	Maison	341262	5299086	6	15:50	0:23	3:27	T3	décembre
19	Maison	342009	5299086	7	4:06	0:16	1:00	T5	février
20	Maison	344186	5299085	6	0:00	0:00	0:00	-	-
21	Maison	341197	5299083	6	18:37	0:22	4:04	T3	décembre
22	Maison	342098	5299079	8	4:55	0:17	1:10	T5	février
23	Maison	343945	5299078	7	4:22	0:16	1:10	T3	novembre
24	Maison	341396	5299050	6	10:54	0:21	2:21	T3	décembre
25	Maison	341602	5299048	6	0:00	0:00	0:00	-	-
26	Maison	344258	5299040	6	0:00	0:00	0:00	-	-
27	Maison	343967	5299025	8	4:03	0:15	1:06	T3	février
28	Maison	343994	5299008	8	3:47	0:15	1:02	T3	février

29	Maison	343975	5298994	8	3:54	0:15	1:04	T3	février
30	Maison	343987	5298982	8	3:49	0:15	1:03	T3	février
31	Maison	344261	5298981	6	0:00	0:00	0:00	-	-
32	Maison	344005	5298978	8	3:42	0:15	1:01	T3	février
33	Maison	340863	5298969	10	13:22	0:19	3:00	T3	décembre
34	Maison	344306	5298885	6	19:25	0:30	5:05	T5	décembre
35	Maison	344380	5298860	6	28:53	0:31	7:33	T5	décembre
36	Maison	344391	5298822	6	33:45	0:31	8:52	T5	décembre
37	Maison	344381	5298675	6	27:39	0:34	7:19	T5	novembre
38	Maison	340845	5298333	12	20:43	0:21	5:21	T3	février
39	Maison	340883	5298222	14	21:41	0:22	5:52	T3	février
40	Maison	340906	5298159	15	22:32	0:22	6:10	T3	février
41	Maison	340990	5298142	16	26:07	0:24	7:07	T3	février
42	Maison	341027	5298036	18	27:50	0:25	7:42	T3	septembre
43	Maison	341042	5297986	18	28:53	0:25	8:10	T3	avril
44	Maison	344646	5297942	10	34:32	0:33	10:58	T6	août
45	Maison	344618	5297906	10	37:22	0:34	11:59	T6	août
46	Maison	340988	5297888	16	27:02	0:24	8:12	T3	août
47	Maison	344646	5297851	10	36:46	0:34	11:52	T6	août
48	Maison	344751	5297833	10	29:13	0:30	9:23	T6	août
49	Maison	341027	5297810	16	29:52	0:25	9:21	T3	août
50	Maison	344604	5297809	10	42:44	0:36	13:50	T5	septembre
51	Maison	341063	5297762	16	32:39	0:26	10:22	T3	août
52	Maison	344716	5297736	10	34:28	0:32	11:09	T5	mai
53	Maison	344710	5297634	10	44:26	0:32	14:37	T5	juillet
54	Maison	344884	5297512	10	31:48	0:27	10:24	T5	juillet
55	Maison	344964	5297343	10	29:49	0:24	9:48	T5	juin
56	Maison	344980	5297302	10	26:51	0:24	8:50	T6	juin
57	Maison	344978	5297227	10	19:31	0:24	6:21	T6	mai
58	Maison	345032	5297141	10	16:42	0:23	5:26	T6	juillet
59	Maison	341658	5297042	14	69:17	0:46	25:23	T1	juillet
60	Maison	345088	5297017	8	19:25	0:22	6:21	T6	juin

61	Maison	341582	5297007	14	58:12	0:41	21:22	T1	juillet
62	Maison	345086	5296993	8	17:51	0:21	5:50	T6	juin
63	Maison	341635	5296917	14	32:55	0:40	12:22	T1	juin
64	Maison	341773	5296866	12	0:00	0:00	0:00	-	-
65	Maison	343991	5296793	8	9:45	0:17	3:10	T1	août
66	Maison	342142	5296706	6	0:00	0:00	0:00	-	-
67	Maison	341945	5296697	9	0:00	0:00	0:00	-	-
68	Maison	344128	5296683	9	3:58	0:16	1:16	T1	août
69	Maison	343414	5296664	5	27:01	0:25	8:54	T1	juillet
70	Maison	344231	5296662	9	0:00	0:00	0:00	-	-
71	Maison	341926	5296660	9	0:00	0:00	0:00	-	-
72	Maison	341996	5296649	8	0:00	0:00	0:00	-	-
73	Maison	345038	5296617	8	0:00	0:00	0:00	-	-
74	Maison	341991	5296600	8	0:00	0:00	0:00	-	-
75	Maison	345098	5296598	8	0:00	0:00	0:00	-	-
76	Maison	345093	5296582	8	0:00	0:00	0:00	-	-
77	Maison	343596	5296581	4	16:12	0:22	5:16	T1	juillet
78	Maison	345034	5296573	8	0:00	0:00	0:00	-	-
79	Maison	342040	5296567	7	0:00	0:00	0:00	-	-
80	Maison	342077	5296559	7	0:00	0:00	0:00	-	-
81	Maison	345051	5296559	8	0:00	0:00	0:00	-	-
82	Maison	342149	5296509	6	0:00	0:00	0:00	-	-
83	Maison	342008	5296495	8	0:00	0:00	0:00	-	-
84	Maison	344973	5296445	8	0:00	0:00	0:00	-	-
85	Maison	342126	5296434	7	0:00	0:00	0:00	-	-
86	Maison	344735	5296371	5	0:00	0:00	0:00	-	-
87	Maison	342780	5296317	9	0:00	0:00	0:00	-	-
88	Maison	342745	5296317	9	0:00	0:00	0:00	-	-
89	Maison	342713	5296288	8	0:00	0:00	0:00	-	-
90	Maison	342644	5296277	7	0:00	0:00	0:00	-	-

**C** FACTEURS  
DE  
RÉDUCTION  
DE  
DIRECTION  
POUR  
LE CAS  
CORRIGÉ



# D LIEUX DE L'ÉOLIENNE



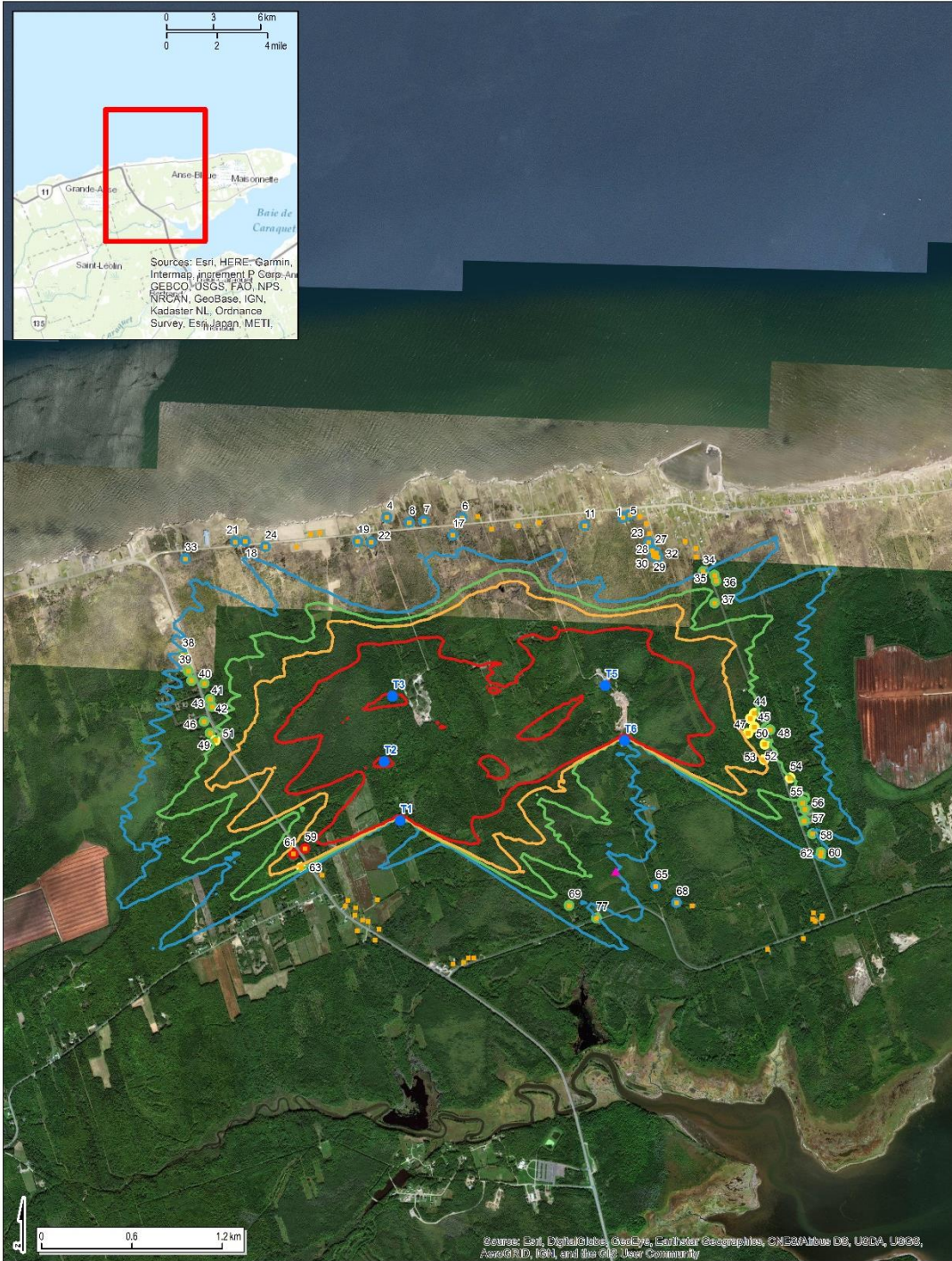
## EMPLACEMENT DES ÉOLIENNES - 5 X E126 EP3 4,0 MW DISPOSITION

ÉTIQUETTE	EASTING UTM NAD83 Z20 (M)	NORTHING UTM NAD83 Z20 (M)	ÉLÉVATION (M)
T1	342,292	5,297,227	13
T2	342,186	5.297.620	14
T3	342.241	5.298.055	12
T5	343.656	5.298.126	8
T6	343.783	5.297.761	7



# E CARTES





**Chaleur Ventus Wind Power Project**  
 5 x E126 4.0 132 m HH Layout  
 Corrected Case Shadow Flicker Results

**Legend**

- Turbine Locations
- Validated Receptors
- ▲ Met Mast

**Shadow Flicker Hours**

- 5
- 10
- 15
- 30

**Hours**

- 0 - 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- >20

Version: 1  
 Datum: NAD 83  
 Projection: UTM Zone 20  
 Scale: 1:25,000

Prepared by: WSP  
 Author: A. Medd

*In the preparation of this map, WSP has relied upon certain information provided by the client. While WSP has taken reasonable measures to present accurate information in the map, WSP does not warrant the reliability, accuracy, quality, currency, validity, or completeness of information found in the map. The locations shown are for informational purposes only and are not suitable for legal, surveying, or engineering purposes.*