



**PARC EOLIEN COTES ARMOR 1**  
10 Place de Catalogne - 75014 Paris  
N° d'identification : 841 367 741 R.C.S Paris  
Contact : Youssef.elhayani@eolfi.com  
Contact bis : Y.El-Hayani-Taib@shell.com  
06.45.71.53.17



**BUREAU D'ÉTUDES JACQUEL & CHATILLON**

Environnement et Energies  
www.be-jc.com

## **09. ANNEXE VII : ETUDE D'OMBRES PORTEES**



### ***Projet éolien de Carmoise-Tréhouët***

*Communes de Guerlédan et Saint-Connec*

*Communautés de Communes de Loudéac Communauté – Bretagne Centre et Pontivy Communauté*

*Département des Cotes d'Armor, Région Bretagne*

**Avril 2022**

**DOCUMENT MIS A JOUR SUITE A LA DEMANDE DE COMPLEMENTS DU 19/04/2021**

**ET A L'AVIS MRAE DU 11/03/2022**



# ÉTUDE DES EFFETS DE BATTEMENTS D'OMBRE

## PROJET EOLIEN DE CARMOISE-TREHOUËT

Communes de Guerlédan et Saint-Connec

Département des Côtes-d'Armor (22)

Société de Projet :

**PARC EOLIEN COTES ARMOR 1**



**PARC EOLIEN DE  
CARMOISE-TREHOUËT**

Développeur :

**EOLFI**

10, place de Catalogne

75008 PARIS

Téléphone : 01.40.07.95.00



**BUREAU D'ÉTUDES JACQUEL & CHATILLON**

Environnement et Energies

[www.be-jc.com](http://www.be-jc.com)

Réalisation du dossier :

Bureau d'Études JACQUEL & CHATILLON

3 Quai des Arts,

51000 CHALONS-EN-CHAMPAGNE

Tél. : 03.26.21.01.97

AVRIL 2022



|          |
|----------|
| SOMMAIRE |
|----------|

|  |           |
|--|-----------|
| <b>PREAMBULE</b>   | <b>3</b>  |
| <b>CHAPITRE I. METHODOLOGIE</b>  | <b>5</b>  |
| I.1. L'EFFET DE BATTEMENT D'OMBRE  | 6         |
| I.2. EVALUATION DE L'IMPACT DES OMBRES PORTEES   | 6         |
| <b>CHAPITRE II. CALCUL DES BATTEMENTS D'OMBRE SUR L'ENVIRONNEMENT PROCHE DU PROJET</b> | <b>7</b>  |
| II.1. IMPACT DES BATTEMENTS D'OMBRE SUR LES HABITATIONS LES PLUS PROCHES DES EOLIENNES | 8         |
| II.1.1. DEFINITION DES POINTS DE MESURE  | 8         |
| II.1.2. OMBRE ASTRONOMIQUE MAXIMALE DU PROJET EOLIEN                                   | 10        |
| II.1.3. OMBRE ASTRONOMIQUE PROBABLE DU PROJET EOLIEN                                   | 11        |
| II.2. MESURES PROPOSEES  | 12        |
| II.2.1. BOURSE AUX ARBRES  | 12        |
| II.2.2. MISE EN PLACE DE STORES/VOLETS AUTOMATIQUES                                    | 12        |
| II.2.3. ENQUETE AUPRES DES RIVERAINS ET EVENTUEL BRIDAGE LIE AUX OMBRES PORTEES        | 12        |
| <b>CHAPITRE III. CONCLUSION</b>  | <b>13</b> |
| <b>ANNEXES</b>   | <b>15</b> |



## TABLE DES ILLUSTRATIONS

### Tableaux

|   |    |
|---|----|
| <b>Tableau 2 : Suivi des modifications relatives à l'avis de la MRAE (Source : BE Jacquel et Chatillon)</b> .....   | 4  |
| Tableau 1 : Définition des points de mesure des effets de battements d'ombre depuis le projet (Source : BE Jacquel et Chatillon)                            | 9  |
| Tableau 2 : Durées brutes d'exposition aux battements d'ombre des points de mesure les plus proches pour le projet (Source : BE Jacquel et Chatillon).....  | 10 |
| Tableau 3 : Probabilités moyennes mensuelles départementales d'ensoleillement (Source : Statistiques climatiques de la France 1971-2000, Météo France)..... | 11 |
| Tableau 4 : Durées moyennes pondérées d'exposition annuelle aux battements d'ombre (Source : BE Jacquel et Chatillon) ....                                  | 11 |

### Figures

|  |    |
|--|----|
| Figure 1 : Illustration du phénomène de battement d'ombre (Source : MEEDDM, 2010).....   | 6  |
| Figure 2 : Masquage périodique du soleil par les pales en rotation (Source : MEEDDM, 2010).....  | 8  |
| Figure 3 : Durées d'exposition aux battements d'ombre des habitations et bureaux sélectionnés, fenêtre par fenêtre, pour le projet (Source : BE Jacquel et Chatillon)..... | 10 |
| Figure 4 : Photographie aérienne de localisation du point H5, et mise en évidence des filtres végétaux (Source : Géoportail).....  | 14 |
| Figure 5 : Photographie aérienne de localisation du point H6, et mise en évidence de l'orientation de l'habitation (Source : Géoportail).....                              | 14 |
| Figure 6 : Photographie aérienne de localisation du point H11, et mise en évidence des filtres végétaux (Source : Géoportail) ...  | 14 |

### Cartes

|   |    |
|---|----|
| Carte 1 : Localisation des points de mesure sélectionnés pour calculer les durées d'exposition aux battements d'ombre (Source : BE Jacquel et Chatillon)..... | 9  |
| Carte 2 : Résultats annuels des effets de battements d'ombre du projet éolien (Source : BE Jacquel et Chatillon).....   | 11 |

# PREAMBULE



Suite l'avis de la MRAE du 11 mars 2022, des modifications ont été ajoutées en avril 2022, celles-ci sont surlignées en vert dans le document. Le tableau ci-dessous répertorie les modifications apportées à l'étude des effets de battements d'ombre au regard de l'avis de la MRAE.

| Recommandation de la MRAE   | Document/ paragraphe et page concernée          | Objet de la modification/Réponse apportée  |
|---|---|--|
| <i>Il serait pertinent de programmer une enquête sur les perceptions des riverains après mise en service des éoliennes afin de s'assurer du caractère suffisant de ces mesures de prévention des nuisances sonores et des effets visuels, afin de mettre en place des mesures correctives le cas échéant.</i> | Chapitre II.2.3 page 12<br>Chapitre III page 13 | Engagement de la société à mettre en place une 1 <sup>ère</sup> enquête de ressenti et de perception des riverains dans les 12 mois suivant la mise en service des éoliennes. Cette enquête aura pour objet de proposer aux riverains qui le souhaitent la mise en place de haies ou de volets automatiques. Puis d'une 2 <sup>ème</sup> enquête de ressenti et de perception dans l'année suivant la première enquête (entre 12 et 24 mois après la mise en service du parc éolien). Cette enquête aura pour objet, de déterminer si les mesures prises auprès de riverains afin de lutter contre les effets visuels sont satisfaisantes. Dans la négative, la société Parc Eolien Cotes Armor 1 mettra en place, sur le plan paysager, un bridage des éoliennes E1 et E2 afin de réduire les effets des ombres portées, à 30h par an au maximum pour les habitations proches (c'est à dire pour le hameau de Tréhouët qui est seul à être potentiellement concerné). |

Tableau 1 : Suivi des modifications relatives à l'avis de la MRAE (Source : BE Jacquel et Chatillon)



# CHAPITRE I. METHODOLOGIE

## I.1. L'EFFET DE BATTEMENT D'OMBRE

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

A une distance de quelques centaines de mètres des éoliennes, les passages d'ombre ne seront perceptibles qu'au lever du soleil ou en fin de journée, et les zones touchées varieront en fonction de la saison. Cette ombre mouvante peut toucher les habitations proches du parc éolien (Figure 1).

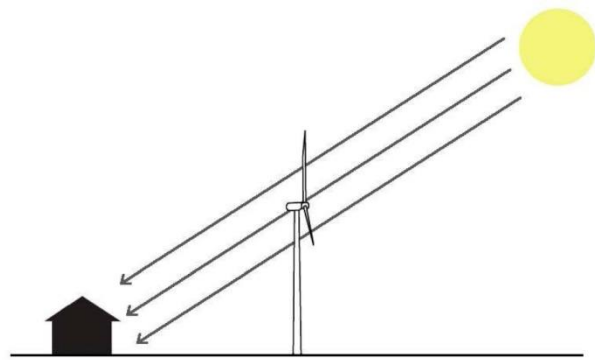


Figure 1 : Illustration du phénomène de battement d'ombre (Source : MEEDDM, 2010)

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

Ces valeurs sont reprises dans l'arrêté du 26 août 2011 faisant suite à la publication du décret n°2011-984 du 23 août 2011 modifiant la nomenclature des installations classées. Ce document précise par ailleurs que : « Afin de limiter l'impact sanitaire lié aux effets stroboscopiques, **lorsqu'un aérogénérateur est implanté à moins de 250 m d'un bâtiment à usage de bureaux, l'exploitant réalise une étude démontrant que l'ombre projetée de l'aérogénérateur n'impacte pas plus de trente heures par an et une demi-heure par jour le bâtiment.** » En effet, « une distance minimale de 250 m permet de rendre négligeable l'ombre des éoliennes sur l'environnement humain<sup>1</sup>. »

*Remarque : En dépit de ces éléments, les porteurs du projet, dans le souci de conserver une méthodologie conservatrice, ont souhaité mener ici cette étude sur tous les premiers bâtiments les plus exposés au projet.*

<sup>1</sup> « Le risque d'épilepsie suite à ce phénomène est parfois invoqué à tort. En effet une réaction du corps humain ne peut apparaître que si la vitesse de clignotement est supérieure à 2.5 Hz, ce qui correspondrait pour une éolienne à 3 pales à une vitesse de rotation de 50 tours par minute. Les éoliennes actuelles tournent à une vitesse de 9 à 19 tours par minute soit bien en-deçà de ces fréquences. Le phénomène d'ombre portée peut être perçu par un observateur statique, par exemple à l'intérieur d'une habitation ; cet effet devient rapidement non perceptible pour un observateur en mouvement, par exemple à l'intérieur d'un véhicule. » (Source : MEEDDM, 2016)

## I.2. EVALUATION DE L'IMPACT DES OMBRES PORTEES

Évaluer l'impact des ombres portées par les éoliennes en fonctionnement consiste d'abord à définir les périodes de l'année et les durées d'exposition à cet effet pour les habitations les plus proches.

La modélisation par un logiciel spécialisé permet de calculer les projections d'ombres pour un certain nombre de points de mesure de référence sélectionnés. Les paramètres de modélisation choisis sont les plus contraignants possibles, conformément à la méthodologie communément adoptée. En effet, ils reposent sur la triple supposition que le temps est toujours beau (le soleil brille en permanence), que le rotor est toujours perpendiculaire au soleil et qu'il est en constante rotation.

Or, avec les prévisions plus réalistes, prenant en compte le nombre de jours d'ensoleillement, la direction des vents dominants et la durée de fonctionnement réelle des éoliennes, on obtient des valeurs nettement inférieures à l'hypothèse la plus contraignante retenue.

Les éoliennes retenues pour le parc sont des éoliennes tri pales dont la vitesse de rotation maximale se situe autour de 12 tours/minute ; la fréquence des passages d'ombre pourra donc atteindre jusqu'à un passage environ toutes les 5 secondes en fonctionnement à vitesse nominale.

L'évaluation prévisionnelle de l'impact « ombre portée » des éoliennes en fonctionnement a été menée au moyen du module SHADOW du logiciel WindFarm (version 4.2).

Les calculs sont basés sur la position du soleil au cours d'une journée et au cours d'une année. En partant d'une simulation de la course du soleil par étapes de 1 minute, les **calculs d'ombre portée** pour chaque rotor d'éolienne sont exécutés, durant une année, **sans prise en compte de la variabilité des conditions météorologiques, ni des éventuels obstacles**. L'ombre calculée est examinée pour déterminer à quel moment un récepteur d'ombre, matérialisé par une fenêtre orientée en direction du parc, se trouve concerné par un battement d'ombre de l'un des rotors en fonctionnement. L'enregistrement des données et des heures de projection d'ombre permet d'en déterminer la durée par jour et par an pour chaque éolienne.

## **CHAPITRE II. CALCUL DES BATTEMENTS D'OMBRE SUR L'ENVIRONNEMENT PROCHE DU PROJET**

## II.1. IMPACT DES BATTEMENTS D'OMBRE SUR LES HABITATIONS LES PLUS PROCHE DES EOLIENNES

*Remarque : l'étude des effets de battements d'ombre sur l'habitat, non obligatoire dans le cadre de ce projet, est réalisée ici à titre informatif (cf. arrêté du 26 août 2011).*

Le calcul mené sous WindFarm permet de déterminer les durées d'exposition aux battements d'ombre sur l'environnement proche du parc. Les données utilisées pour ce calcul sont les suivantes :

- Coordonnées géographiques du site prenant en compte la déclinaison du Nord magnétique (calcul réalisé à partir du site Internet du service NGDC de la NOAA<sup>2</sup>), égale à 0.41° Ouest dans le cas présent,
- Fuseau horaire concerné et décalage horaire lié à l'heure d'été,
- Implantation exacte des 4 éoliennes du projet,
- Gabarit des aérogénérateurs : 120 m de diamètre de rotor avec un mât de 90 m,
- Altimétrie de la zone proche,
- Probabilités moyennes mensuelles d'ensoleillement (Tableau 4 page 11).

Dans le calcul des battements d'ombre, l'hypothèse la plus contraignante est toujours celle qui est envisagée. On parle alors d'*ombre astronomique maximale*. Ainsi, comme expliqué précédemment, la simulation présuppose que le soleil brille toute la journée, du lever au coucher du soleil, que les éoliennes fonctionnent en permanence et que le rotor est toujours orienté perpendiculairement aux rayons du soleil. Cette situation la plus défavorable envisagée est théorique puisque ces situations ne se retrouvent en effet jamais toutes dans la réalité. Cependant, cette méthodologie conservatrice permet d'affirmer que lorsque ces cas les plus contraignants respectent les seuils d'acceptabilité du phénomène, alors tous les autres cas seront d'autant plus conformes aux recommandations.

### II.1.1. DEFINITION DES POINTS DE MESURE

Le calcul mené sous WindFarm a été réalisé afin d'obtenir les durées d'exposition pour les habitations proches du parc les plus exposées et pour une fenêtre type de 1.40 m x 1.40 m (soit 2 m<sup>2</sup>) située à 1.50 m au-dessus du sol et orientée vers le site éolien.

La sensibilité d'une habitation aux ombres portées par les éoliennes dépend principalement de sa position par rapport aux éoliennes et de sa distance avec celles-ci.

Les habitations localisées à l'Est et à l'Ouest des éoliennes sont davantage susceptibles d'être concernées par ces phénomènes que les habitations situées au Nord ou au Sud (Figure 2). Avec l'éloignement, ces phénomènes de gêne diminuent assez rapidement (selon une courbe hyperbolique).

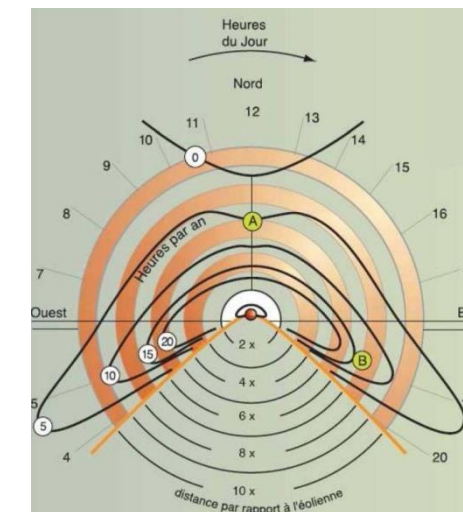


Figure 2 : Masquage périodique du soleil par les pales en rotation (Source : MEEDDM, 2010)

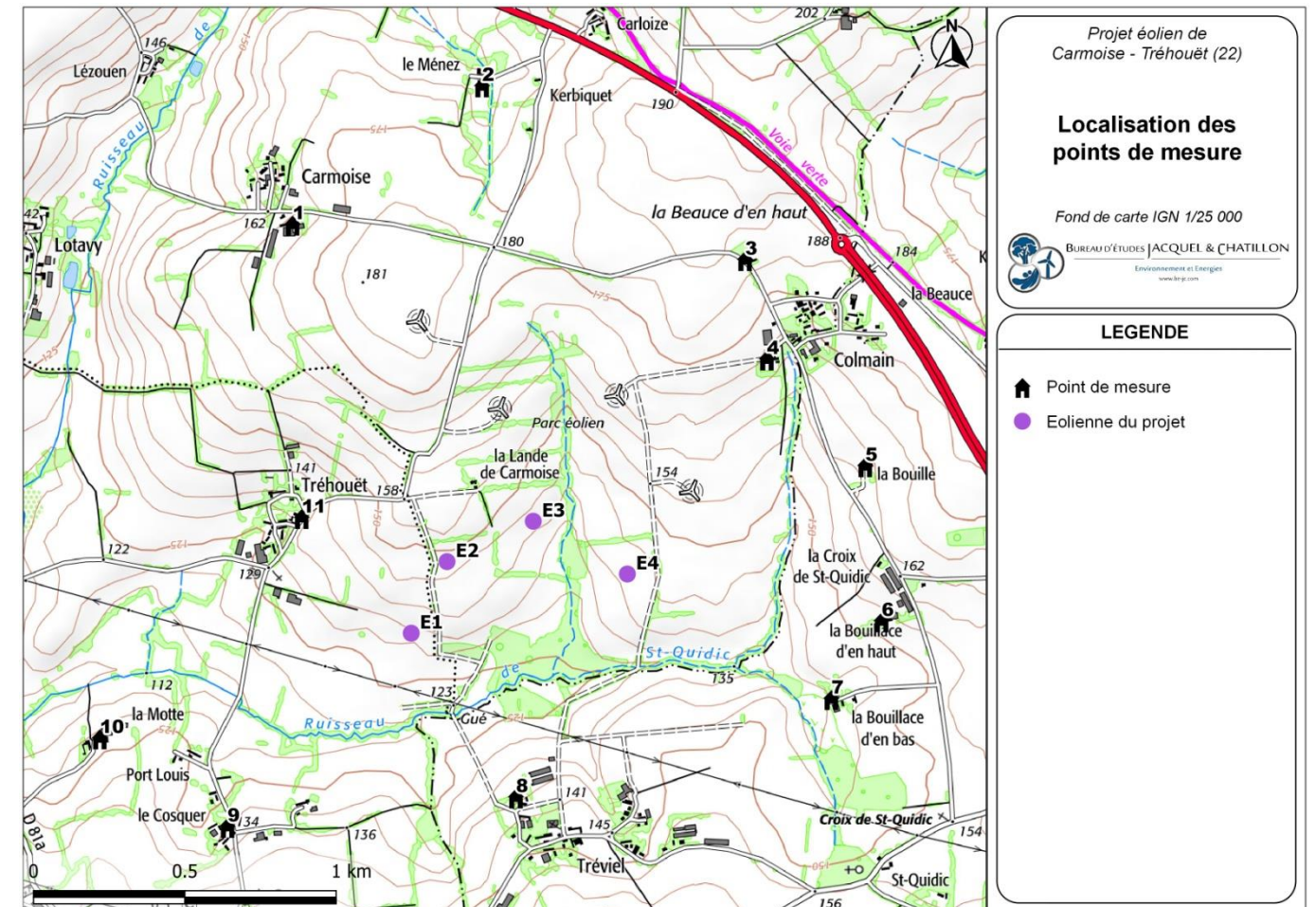
<sup>2</sup> NGDC: National Geophysical Data Center / NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration.

Compte tenu de la configuration du site, **11 points de mesure ont été retenus** autour du projet pour une évaluation précise de leur durée d'exposition aux ombres<sup>3</sup>. Leur localisation, exposition et distance au projet sont détaillées dans le Tableau 2.

| Identifiant | Point de mesure        | Exposition retenue | Distance à l'éolienne la plus proche |
|-------------|------------------------|--------------------|--------------------------------------|
| H1          | Carmoise               | Nord-ouest         | 1 224 m (E2)                         |
| H2          | Le Ménez               | Nord               | 1 446 m (E3)                         |
| H3          | Habitation isolée      | Nord-est           | 1 107 m (E4)                         |
| H4          | Colmain                | Nord-est           | 846 m (E4)                           |
| H5          | La Bouille             | Est                | 863 m (E4)                           |
| H6          | La Bouillace d'en haut | Est                | 854 m (E4)                           |
| H7          | La Bouillace d'en bas  | Sud-est            | 790 m (E4)                           |
| H8          | Tréviel                | Sud                | 642 m (E1)                           |
| H9          | Le Cosquer             | Sud-ouest          | 880 m (E1)                           |
| H10         | La Motte               | Sud-ouest          | 1 085 m (E1)                         |
| H11         | Tréhouët               | Ouest              | 500 m (E2)                           |

Tableau 2 : Définition des points de mesure des effets de battements d'ombre depuis le projet  
(Source : BE Jacquel et Chatillon)

La Carte 1 localise les éoliennes du projet et les points de mesure (symboles "maison") qui ont été retenus pour le calcul des durées d'exposition aux battements d'ombre autour du site d'implantation. Les calculs ont été réalisés ici sur les 4 éoliennes du projet éolien afin d'estimer le potentiel impact visuel global qu'elles pourraient représenter sur les habitations et les bureaux les plus proches.



Carte 1 : Localisation des points de mesure sélectionnés pour calculer les durées d'exposition aux battements d'ombre  
(Source : BE Jacquel et Chatillon)

L'étude d'impact sur l'environnement et un résumé non technique sont fournis dans le dossier de demande d'Autorisation Environnementale. Ceux-ci sont joints séparément au présent document. L'étude d'impact comporte également ses propres annexes techniques.

<sup>3</sup> En raison des distances importantes d'influence potentielle de projection des ombres depuis les aérogénérateurs de tel gabarit, le choix des points de mesure a été élargi à toute habitation jusqu'à une distance d'environ 1 000 m du projet afin de se positionner dans la situation la plus contraignante.



## II.1.2. OMBRE ASTRONOMIQUE MAXIMALE DU PROJET EOLIEN

Les durées d'exposition aux battements d'ombre de ces bureaux et habitations, fenêtre par fenêtre, sont détaillées dans la Figure 3 pour l'ombre astronomique maximale, c'est-à-dire dans le cas le plus défavorable. Pour chaque point de mesure, on retrouve ainsi le nombre de jours impactés dans l'année (*days per year*), le nombre maximum et moyen d'heures concernées (*max* et *mean hours per day*) et le nombre total d'heures impactées dans l'année (*total hours*).

Les résultats sont présentés en détails pour chacun des points de mesure en Annexes, ainsi que les périodes de l'année concernées par ces passages d'ombre. Les tableaux et graphiques synthétisent les périodes concernées par les battements d'ombre des différentes turbines, du jour et de l'année, au niveau de chaque fenêtre (*window*) retenue pour chaque point de mesure (*house*).

| House/<br>Window | Easting | Northing | Width<br>(m) | Depth<br>(m) | Height<br>(m) | Degrees<br>from<br>North | Tilt<br>angle | Days<br>per<br>year | Max<br>hours<br>per<br>day | Mean<br>hours<br>per<br>day | Total<br>hours |       |
|------------------|---------|----------|--------------|--------------|---------------|--------------------------|---------------|---------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------|-------|
| 1/               | 1       | 260930   | 6805279      | 1.4          | 1.4           | 1.5                      | 155.2         | 0.0                 | 0                          | 0.00                        | 0.00           | 0.0   |
| 2/               | 1       | 261556   | 6805735      | 1.4          | 1.4           | 1.5                      | 173.4         | 0.0                 | 0                          | 0.00                        | 0.00           | 0.0   |
| 3/               | 1       | 262425   | 6805162      | 1.4          | 1.4           | 1.5                      | 200.7         | 0.0                 | 4                          | 0.04                        | 0.03           | 0.1   |
| 4/               | 1       | 262497   | 6804834      | 1.4          | 1.4           | 1.5                      | 212.5         | 0.0                 | 99                         | 0.65                        | 0.47           | 46.7  |
| 5/               | 1       | 262822   | 6804482      | 1.4          | 1.4           | 1.5                      | 245.5         | 0.0                 | 92                         | 0.77                        | 0.49           | 45.3  |
| 6/               | 1       | 262876   | 6803970      | 1.4          | 1.4           | 1.5                      | 280.4         | 0.0                 | 94                         | 0.82                        | 0.47           | 43.8  |
| 7/               | 1       | 262710   | 6803714      | 1.4          | 1.4           | 1.5                      | 301.1         | 0.0                 | 132                        | 0.61                        | 0.39           | 51.4  |
| 8/               | 1       | 261668   | 6803389      | 1.4          | 1.4           | 1.5                      | 327.2         | 0.0                 | 0                          | 0.00                        | 0.00           | 0.0   |
| 9/               | 1       | 260715   | 6803292      | 1.4          | 1.4           | 1.5                      | 44.0          | 0.0                 | 54                         | 0.36                        | 0.31           | 17.0  |
| 10/              | 1       | 260293   | 6803584      | 1.4          | 1.4           | 1.5                      | 71.5          | 0.0                 | 125                        | 0.59                        | 0.39           | 49.4  |
| 11/              | 1       | 260960   | 6804311      | 1.4          | 1.4           | 1.5                      | 108.0         | 0.0                 | 203                        | 1.34                        | 0.85           | 172.1 |

Figure 3 : Durées d'exposition aux battements d'ombre des habitations et bureaux sélectionnés, fenêtre par fenêtre, pour le projet (Source : BE Jacquel et Chatillon)

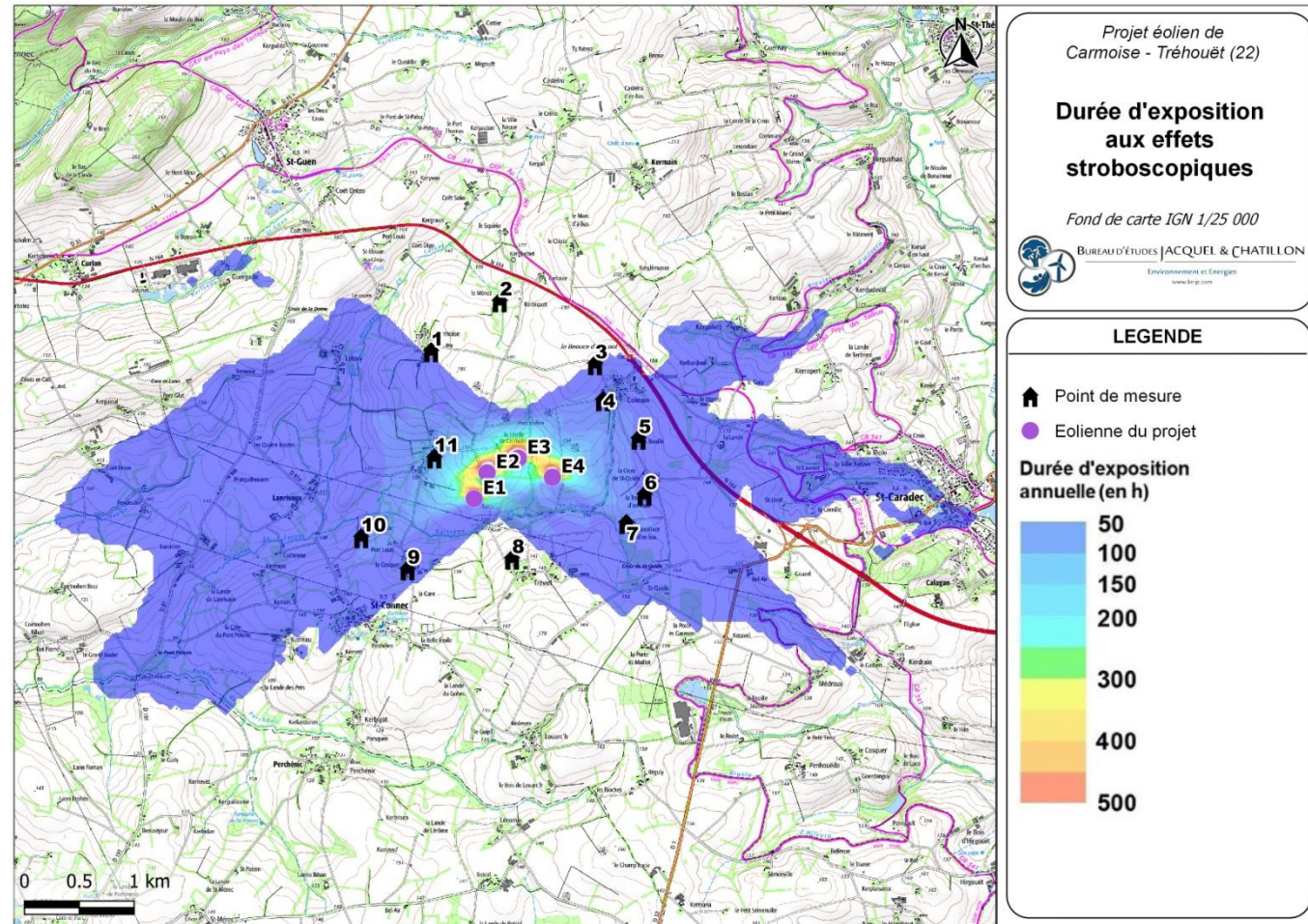
L'analyse de ces données brutes permet de mettre en évidence les périodes et heures concernées par l'exposition aux battements d'ombre. Ces informations sont présentées dans le Tableau 3.

| Point de mesure                         | Durée maximale d'exposition annuelle (en heures) | Nombre de jours possibles d'exposition par an | Durée maximale possible d'exposition par jour (en minutes) | Période d'exposition  |
|---|--|---|--|---|
| <b>H1</b> – Carmoise Fenêtre 1          | 0  | 0   | 0  | -   |
| <b>H2</b> – Le Ménez Fenêtre 1          | 0  | 0   | 0  | -   |
| <b>H3</b> – Habitation isolée Fenêtre 1 | 6H   | 4   | 3  | Décembre<br>En fin de journée                                   |
| <b>H4</b> – Colmain Fenêtre 1           | 46H42  | 99  | 39   | Janvier, février,<br>novembre,<br>décembre<br>En fin de journée |

| Point de mesure                              | Durée maximale d'exposition annuelle (en heures) | Nombre de jours possibles d'exposition par an | Durée maximale possible d'exposition par jour (en minutes) | Période d'exposition  |
|--|--|---|--|---|
| <b>H5</b> – La Bouille Fenêtre 1             | 45H18  | 92  | 47   | Février, mars,<br>septembre, octobre,<br>novembre<br>En fin de journée                                |
| <b>H6</b> – La Bouillace d'en haut Fenêtre 1 | 43H48  | 94  | 50   | Mars, avril, mai,<br>août, septembre<br>En début de soirée  |
| <b>H7</b> – La Bouillace d'en bas Fenêtre 1  | 51H24  | 132   | 37   | Avril, mai, juin,<br>juillet, août,<br>septembre<br>En soirée   |
| <b>H8</b> – Tréviel Fenêtre 1                | 0  | 0   | 0  | -   |
| <b>H9</b> – Habitation isolée Fenêtre 1      | 17H00  | 54  | 22   | Mai, juin, juillet<br>A l'aube  |
| <b>H10</b> – La Motte Fenêtre 1              | 49H24  | 125   | 36   | Avril, mai, juin,<br>juillet, août<br>Tôt le matin  |
| <b>H11</b> – Tréhouët Fenêtre 1              | 172H06   | 203   | 81   | Janvier, février,<br>mars, avril, août,<br>septembre, octobre,<br>novembre,<br>décembre<br>En matinée |

Tableau 3 : Durées brutes d'exposition aux battements d'ombre des points de mesure les plus proches pour le projet (Source : BE Jacquel et Chatillon)

Enfin, la Carte 2 permet d'appréhender la répartition spatiale des surfaces impactées par des battements d'ombre et les durées annuelles d'exposition liées aux éoliennes du projet.



Carte 2 : Résultats annuels des effets de battements d'ombre du projet éolien (Source : BE Jacquiel et Chatillon)

### II.1.3. OMBRE ASTRONOMIQUE PROBABLE DU PROJET EOLIEN

Afin d'obtenir des résultats plus réalistes, ces données brutes d'ombre astronomique maximale peuvent être pondérées en fonction des probabilités moyennes mensuelles d'ensoleillement départementales, calculées dans le Tableau 4. Il s'agit alors de l'ombre astronomique probable.

Les résultats de cette pondération sont exposés dans le Tableau 5. La valeur utilisée pour effectuer cette pondération correspond à la moyenne des coefficients des mois concernés par une exposition à des battements d'ombre pour chaque point de mesure.

| Mois        | Janv. | Fév. | Mars | Avril | Mai  | Juin | Juil. | Août | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. |
|-------------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|
| Coefficient | 0,24  | 0,33 | 0,39 | 0,46  | 0,48 | 0,47 | 0,48  | 0,50 | 0,57  | 0,52 | 0,24 | 0,18 |

Tableau 4 : Probabilités moyennes mensuelles départementales d'ensoleillement (Source : Statistiques climatiques de la France 1971-2000, Météo France)

| Point de mesure                              | Durée moyenne d'exposition annuelle aux battements d'ombre (pondérée selon les probabilités moyennes départementales d'ensoleillement) |
|--|--|
| <u>H1</u> – Carmoise Fenêtre 1               | 0H   |
| <u>H2</u> – Le Ménez Fenêtre 1               | 0H   |
| <u>H3</u> – Habitation isolée Fenêtre 1      | 0H02   |
| <u>H4</u> – Colmain Fenêtre 1                | 11H35  |
| <u>H5</u> – La Bouille Fenêtre 1             | 18H36  |
| <u>H6</u> – La Bouillace d'en haut Fenêtre 1 | 21H05  |
| <u>H7</u> – La Bouillace d'en bas Fenêtre 1  | 25H26  |
| <u>H8</u> – Tréviel Fenêtre 1                | 0H   |
| <u>H9</u> – Habitation isolée Fenêtre 1      | 8H06   |
| <u>H10</u> – La Motte Fenêtre 1              | 23H41  |
| <u>H11</u> – Tréhouët Fenêtre 1              | 65H48  |

Tableau 5 : Durées moyennes pondérées d'exposition annuelle aux battements d'ombre (Source : BE Jacquiel et Chatillon)

**Remarque :** Il est à noter, en outre, que ces simulations ont été effectuées sans tenir compte des éventuels écrans végétaux ou bâtiments qui peuvent masquer les ombres portées. De plus, un autre critère permettrait de réduire encore significativement ces résultats : il s'agit des durées annuelles de rotation des éoliennes par secteur d'orientation du vent.



## II.2. MESURES PROPOSEES

Au regard des incidences potentielles modérées à fortes des battements d'ombre sur certaines habitation de proximité, des mesures destinées à limiter l'impact des ombres portées sur ces dernières.

A ce titre, plusieurs mesures paysagères prises pour limiter l'emprise visuelle sur le projet, auront également une influence sur les incidences du projet sur les habitations les plus impactées. Ces dernières sont reprises ci-après.

### II.2.1. BOURSE AUX ARBRES

Afin de participer à l'acceptation sociale du projet pour les habitants qui désireraient masquer les éoliennes potentiellement visibles depuis leurs habitations, et donc limiter les potentiels battements d'ombre, le porteur de projet propose une bourse aux arbres, laissant ainsi aux habitants le choix des essences. Un partenariat avec une pépinière locale permettrait de proposer des essences indigènes et adaptées au milieu et à l'environnement paysager : des arbustes, des arbres ou des fruitiers. Cela pourrait être des essences de haute tige afin que les riverains obtiennent un résultat rapidement (environ 2-3 ans). Le porteur de projet propose une enveloppe de 20 000€ pour cette mesure. Ce coût peut être amené à évoluer à la hausse ou à la baisse en fonction des gênes constatées et des souhaits des riverains.

### II.2.2. MISE EN PLACE DE STORES/VOLETS AUTOMATIQUES

Le porteur de projet propose la mise en place de stores ou de volets automatiques au niveau des habitations en cas de gêne avérée créée par les ombres portées et/ou le balisage lumineux. Il propose pour cette mesure une enveloppe de 10 000€. Ce coût peut être amené à évoluer à la hausse ou à la baisse en fonction des gênes constatées et des souhaits des riverains.

### II.2.3. ENQUETE AUPRES DES RIVERAINS ET EVENTUEL BRIDAGE LIÉ AUX OMBRES PORTEES

Remarque : On rappellera ici que les calculs d'ombre portée pour chaque rotor d'éolienne sont exécutés, durant une année, sans prise en compte de la variabilité des conditions météorologiques, ni des éventuels obstacles. Ainsi, les durées d'expositions décrites sont théoriques, et la réalité est en-deçà des chiffres décrits dans cette étude.

Concernant les effets stroboscopiques, la réglementation relative à l'impact sanitaire lié aux effets stroboscopiques précise que « lorsqu'un aérogénérateur est implanté à moins de 250 m d'un bâtiment à usage de bureaux, l'exploitant réalise une étude démontrant que l'ombre projetée de l'aérogénérateur n'impacte pas plus de trente heures par an et une demi-heure par jour le bâtiment. » (Article 5 de l'arrêté du 26 Août 2011 susmentionné)

Le projet de parc éolien satisfait au cadre réglementaire, car aucun bâtiment à usage de bureaux n'est implanté dans le secteur. Toutefois, on relève un impact fort pour le point H11 (hameau de Tréhouët), dont l'impact théorique prenant en compte l'ensoleillement théorique est de 65 heures d'ombres portées par an (voir Tableau 5 page 11). En revanche, aucune autre habitation ne dépasse le seuil de 30 h par an.

### La société Parc Eolien Cotes Armor 1 prend les deux engagements suivants :

- Mettre en place une première enquête de ressenti et de perception des riverains dans les 12 mois suivant la mise en service des éoliennes. Cette enquête aura pour objet de proposer aux riverains qui le souhaitent la mise en place de haies pour masquer la vue sur les éoliennes (voir chapitre II.2.1) ; proposer aux riverains de mettre en place des volets automatiques (par rapport aux ombres portées, voir chapitre II.2.2) ; et noter le ressenti des riverains sur le plan acoustique afin d'agir si nécessaire.
- Suite à la mise en place de ces mesures, une deuxième enquête de ressenti et de perception interviendra dans l'année suivant la première enquête (entre 12 et 24 mois après la mise en service du parc éolien). Cette enquête aura pour objet, de déterminer si les mesures prises auprès de riverains afin de lutter contre les effets visuels sont satisfaisantes. Dans la négative, la société Parc Eolien Cotes Armor 1 mettra en place un bridage des éoliennes E1 et E2 afin de réduire les effets des ombres portées, à 30 h par an au maximum pour les habitations proches (c'est à dire pour le hameau de Tréhouët qui est seul à être potentiellement concerné). Cette mesure implique de mettre en place des capteurs de luminosité installés au niveau des nacelles des éoliennes dont le coût s'élève entre 10 000 et 20 000 €.



## CHAPITRE III. CONCLUSION

A partir des résultats présentés, 2 analyses peuvent être réalisées pour qualifier l'incidence des battements d'ombre liés à la mise en fonctionnement des éoliennes de ce projet sur les points de mesure les plus proches :

- En ce qui concerne les durées maximales journalières d'exposition, l'incidence pourra être caractérisée ici de nulle (H1, H2, H3 et H8), faible (H9), modérée (H4, H7 et H10) ou forte (H5, H6 et H11).
- En ce qui concerne les durées maximales annuelles d'exposition, l'incidence pourra être caractérisée ici de nulle (H1, H2, H3 et H8), faible (H4, H5 et H9), modérée (H6, H7 et H10) ou forte (H11).

Rappelons que dans l'évaluation de ces valeurs, les éventuels obstacles locaux n'ont pas été pris en compte, notamment la présence de haies particulières. De même, les fenêtres envisagées le sont systématiquement dans les orientations les plus défavorables, ce qui n'est pas toujours le cas dans la réalité.

Commentons en premier lieu les durées journalières d'exposition. Ces données ne peuvent pas être pondérées puisqu'il s'agit de durées maximales indépendantes des probabilités mensuelles locales d'ensoleillement. Elles doivent donc être interprétées telles que présentées dans le Tableau 3. La durée maximale journalière acceptable d'exposition à des battements d'ombre a été fixée à 30 minutes. Mis à part les points de mesure H1, H2, H3 et H8 qui ne sont pas exposés aux battements d'ombre, un seul point est en-dessous de la valeur maximale recommandée : H9. L'incidence est jugée faible pour ce point. Les points H4, H7, H10 sont légèrement au-dessus de la valeur maximale : on peut donc ainsi qualifier l'incidence de modérée. En revanche, les points H5, H6 et H11 présentent des valeurs nettement supérieures à la valeur maximale : l'incidence est donc jugée théoriquement forte. Néanmoins, rappelons que ces durées ne peuvent pas être pondérées et que des filtres visuels existent autour de certains points de mesure impactés. En effet, des filtres végétaux filtrent les vues des points H5 et H11 (Figure 4 et Figure 6). Pour le point H6, c'est le pignon de l'habitation qui est orienté vers les éoliennes (Figure 5), les battements d'ombre devraient donc être moins perçus depuis la position réelle des fenêtres.

Le second point d'analyse concerne les durées annuelles d'exposition aux battements d'ombre. Sur ce point, les valeurs brutes sont peu significatives et ne peuvent être interprétées telles que présentées dans le Tableau 3. En effet, il est nécessaire de tenir compte des probabilités moyennes mensuelles d'ensoleillement départementales (Tableau 4) pour déterminer des durées plus réalistes, bien que toujours théoriques. La valeur de référence pour ces durées annuelles est cette fois fixée à 30 heures. Si l'on analyse le Tableau 5, un seul point présente une durée d'exposition supérieure à 30 heures : H11. L'incidence peut donc être qualifiée de théoriquement forte pour ce point uniquement, bien qu'on rappellera qu'il existe des filtres végétaux en direction du projet (Figure 6). Pour les autres points, l'incidence est considérée nulle (H1, H2, H3 et H8), faible (H4, H5 et H9) ou modérée (H6, H7 et H10).

Afin de limiter ces incidences, le porteur du projet a choisi de mettre en place plusieurs mesures visant à limiter les incidences des ombres portées du projet : une bourse aux arbres pour les habitants qui désireraient masquer les éoliennes, et l'installation de stores ou de volets automatiques au niveau des habitations en cas de gêne avérée créée par les ombres portées et/ou le balisage lumineux. Par ailleurs, suite à la mise en service du projet, le porteur du projet s'engage à mettre en place une enquête de ressenti, qui pourra également aboutir à la mise en place d'un bridage des éoliennes E1 et E2 afin de réduire les effets des ombres portées, à 30 h par an au maximum pour les habitations proches. Cette mesure implique de mettre en place des capteurs de luminosité installés au niveau des nacelles des éoliennes.

Enfin, pour les axes de communication passant à proximité de la zone d'implantation des éoliennes (dont la N164), une exposition aux effets de battements d'ombre liés à ces éoliennes pourra être observée. Néanmoins, et bien qu'il soit nécessaire d'y recommander une vigilance accrue, la brièveté du phénomène de battement d'ombre rend peu probable la création d'une gêne pour les conducteurs en déplacement.

Considérant donc ces résultats, les directives usuellement en vigueur et le caractère indicatif de ces calculs, l'incidence globale théorique des ombres portées par les éoliennes de ce parc en fonctionnement sur les habitations les plus proches peut être qualifiée ici, après mise en place des mesures, de nulle à modérée (notamment H11) concernant les durées maximales journalières d'exposition et de nulle à modérée (H11) pour les durées maximales annuelles d'exposition.



Figure 4 : Photographie aérienne de localisation du point H5, et mise en évidence des filtres végétaux (Source : Géoportail)



Figure 5 : Photographie aérienne de localisation du point H6, et mise en évidence de l'orientation de l'habitation (Source : Géoportail)

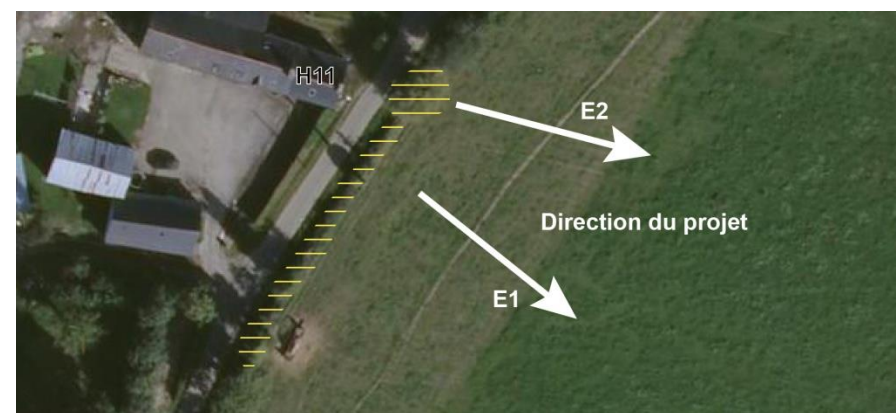


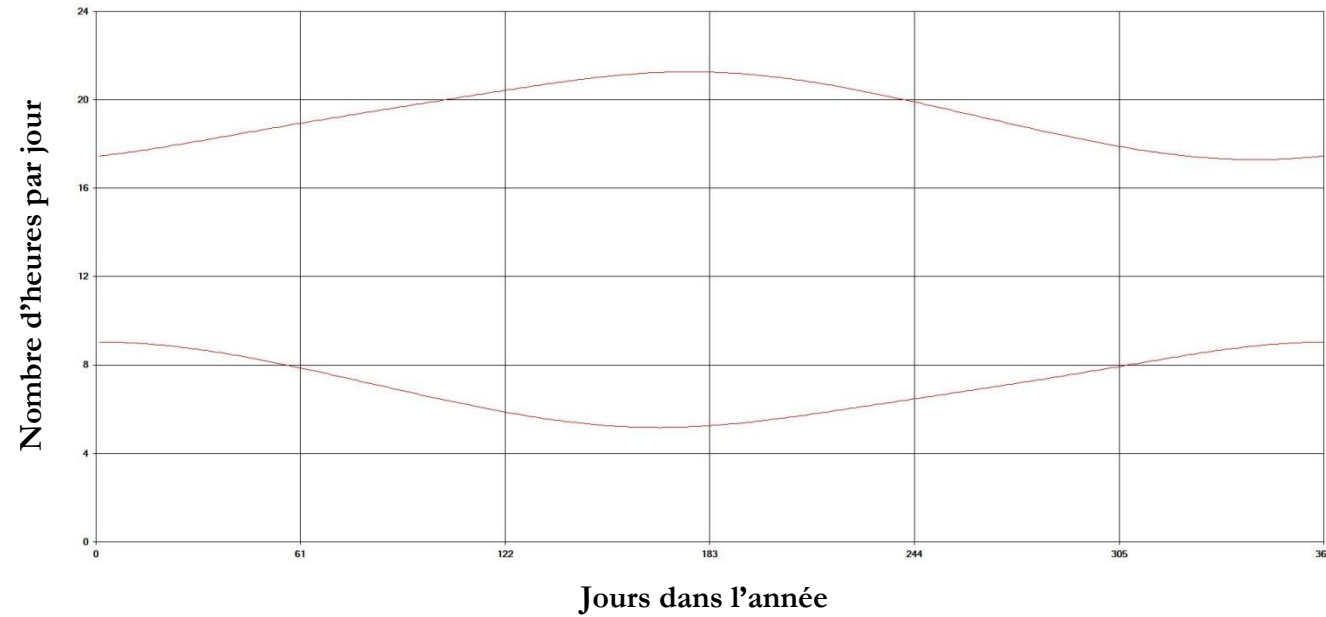
Figure 6 : Photographie aérienne de localisation du point H11, et mise en évidence des filtres végétaux (Source : Géoportail)

# ANNEXES



PERIODES ET TURBINES CONCERNEES PAR DES BATTEMENTS D'OMBRE  
AU NIVEAU DU POINT DE MESURE N°1 – FENETRE 1

Exposition de point 1 par rapport au projet  
Fenêtre 1



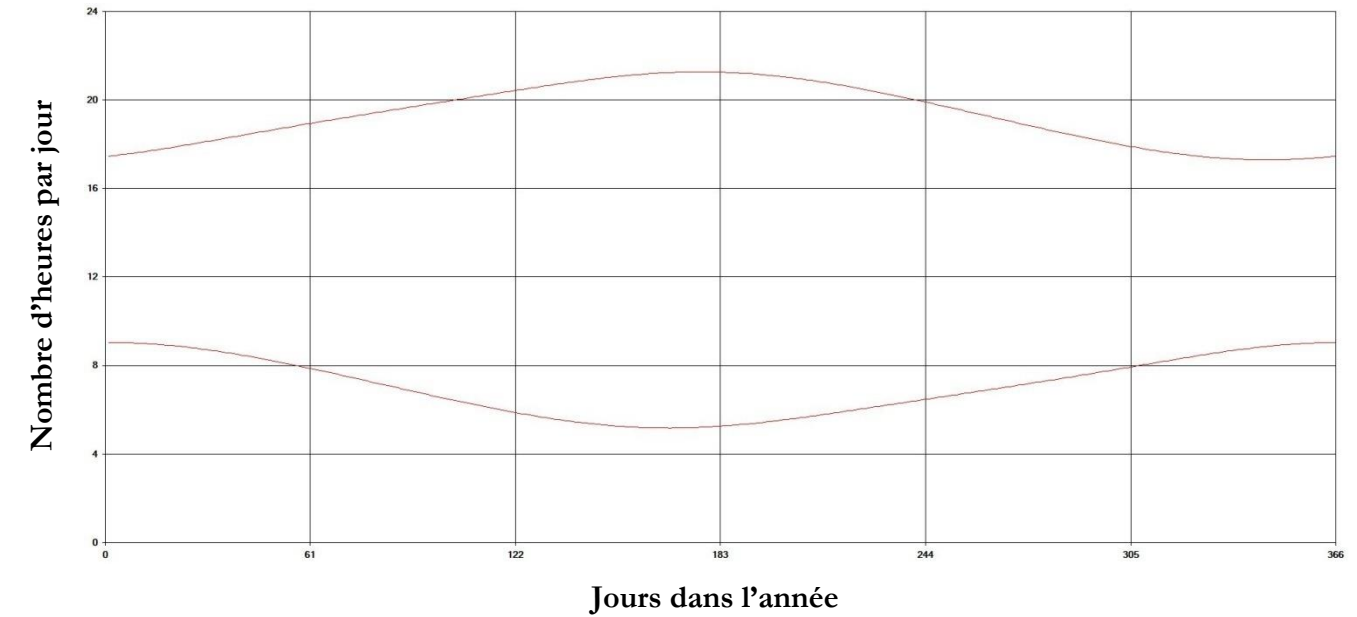
House/ Easting Northing  
Window

1/ 1 260930 6805279

| Turbine                  | Easting | Northing | Days per year | Max hours per event | Mean hours per event | Total event hours |
|--------------------------|---------|----------|---------------|---------------------|----------------------|-------------------|
| 1                        | 261322  | 6803930  | 0             | 0.00                | 0.00                 | 0.0               |
| 2                        | 261440  | 6804166  | 0             | 0.00                | 0.00                 | 0.0               |
| 3                        | 261725  | 6804299  | 0             | 0.00                | 0.00                 | 0.0               |
| 4                        | 262036  | 6804125  | 0             | 0.00                | 0.00                 | 0.0               |
| Total,mean,max of events |         |          | 0             | 0.00                | 0.00                 | 0.0               |
| Total,mean,max per day   |         |          | 0             | 0.00                | 0.00                 | 0.0               |

PERIODES ET TURBINES CONCERNEES PAR DES BATTEMENTS D'OMBRE  
AU NIVEAU DU POINT DE MESURE N°2 – FENETRE 1

Exposition du point 2 par rapport au projet  
Fenêtre 1



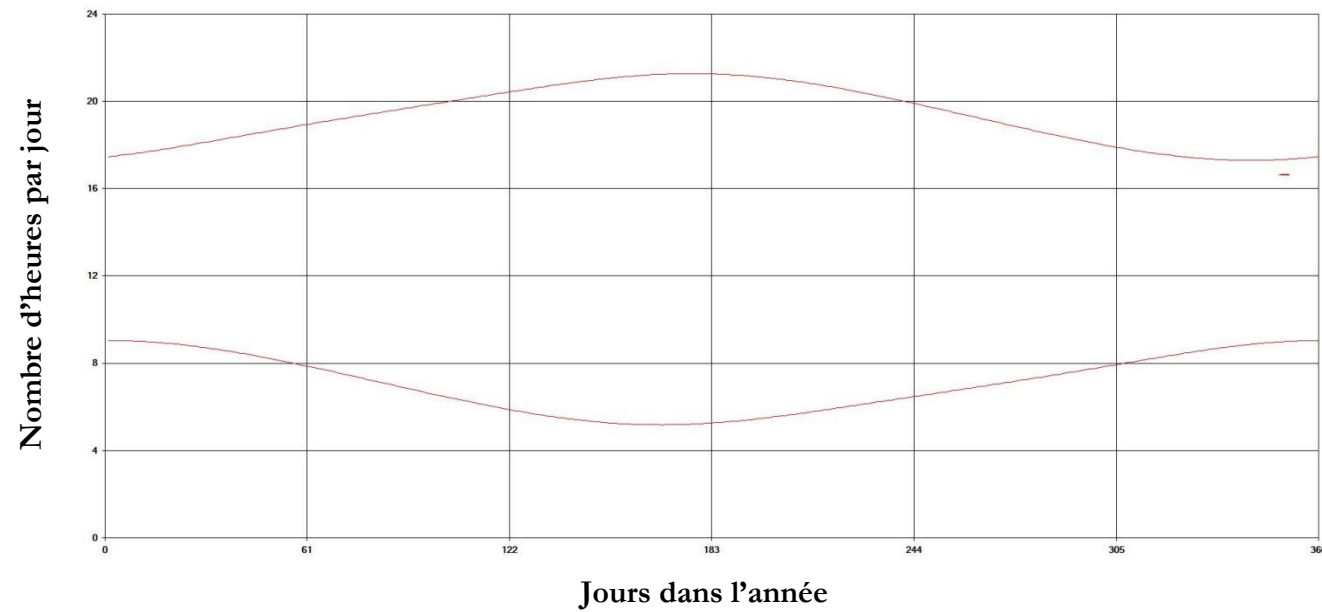
House/ Easting Northing  
Window

2/ 1 261556 6805735

| Turbine                  | Easting | Northing | Days per year | Max hours per event | Mean hours per event | Total event hours |
|--------------------------|---------|----------|---------------|---------------------|----------------------|-------------------|
| 1                        | 261322  | 6803930  | 0             | 0.00                | 0.00                 | 0.0               |
| 2                        | 261440  | 6804166  | 0             | 0.00                | 0.00                 | 0.0               |
| 3                        | 261725  | 6804299  | 0             | 0.00                | 0.00                 | 0.0               |
| 4                        | 262036  | 6804125  | 0             | 0.00                | 0.00                 | 0.0               |
| Total,mean,max of events |         |          | 0             | 0.00                | 0.00                 | 0.0               |
| Total,mean,max per day   |         |          | 0             | 0.00                | 0.00                 | 0.0               |

PERIODES ET TURBINES CONCERNEES PAR DES BATTEMENTS D'OMBRE  
AU NIVEAU DU POINT DE MESURE N°3 – FENETRE 1

Exposition du point 3 par rapport au projet  
Fenêtre 1



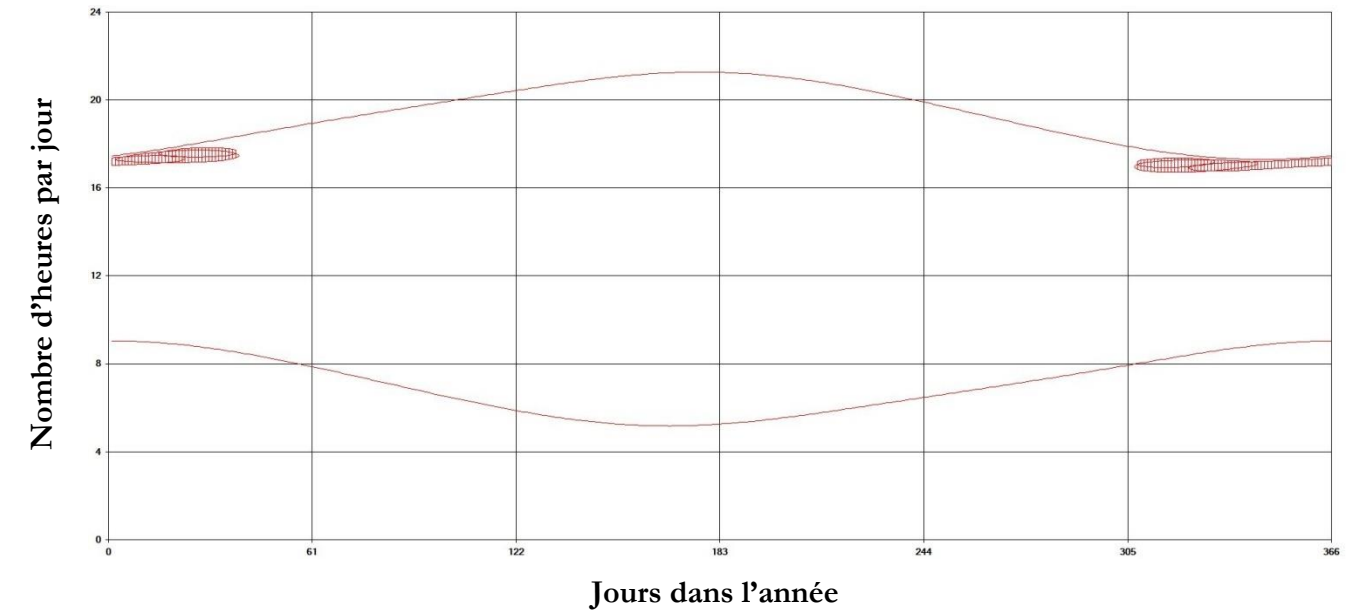
House/ Easting Northing  
Window

3/ 1 262425 6805162

| Turbine                  | Easting | Northing | Days<br>per<br>year | Max<br>hours<br>per<br>event | Mean<br>hours<br>per<br>event | Total<br>event<br>hours |
|--------------------------|---------|----------|---------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 1                        | 261322  | 6803930  | 0                   | 0.00                         | 0.00                          | 0.0                     |
| 2                        | 261440  | 6804166  | 4                   | 0.04                         | 0.03                          | 0.1                     |
| 3                        | 261725  | 6804299  | 0                   | 0.00                         | 0.00                          | 0.0                     |
| 4                        | 262036  | 6804125  | 0                   | 0.00                         | 0.00                          | 0.0                     |
| Total,mean,max of events |         |          | 4                   | 0.04                         | 0.03                          | 0.1                     |
| Total,mean,max per day   |         |          | 4                   | 0.04                         | 0.03                          | 0.1                     |

PERIODES ET TURBINES CONCERNEES PAR DES BATTEMENTS D'OMBRE  
AU NIVEAU DU POINT DE MESURE N°4 – FENETRE 1

Exposition du point 4 par rapport au projet  
Fenêtre 1



House/ Easting Northing  
Window

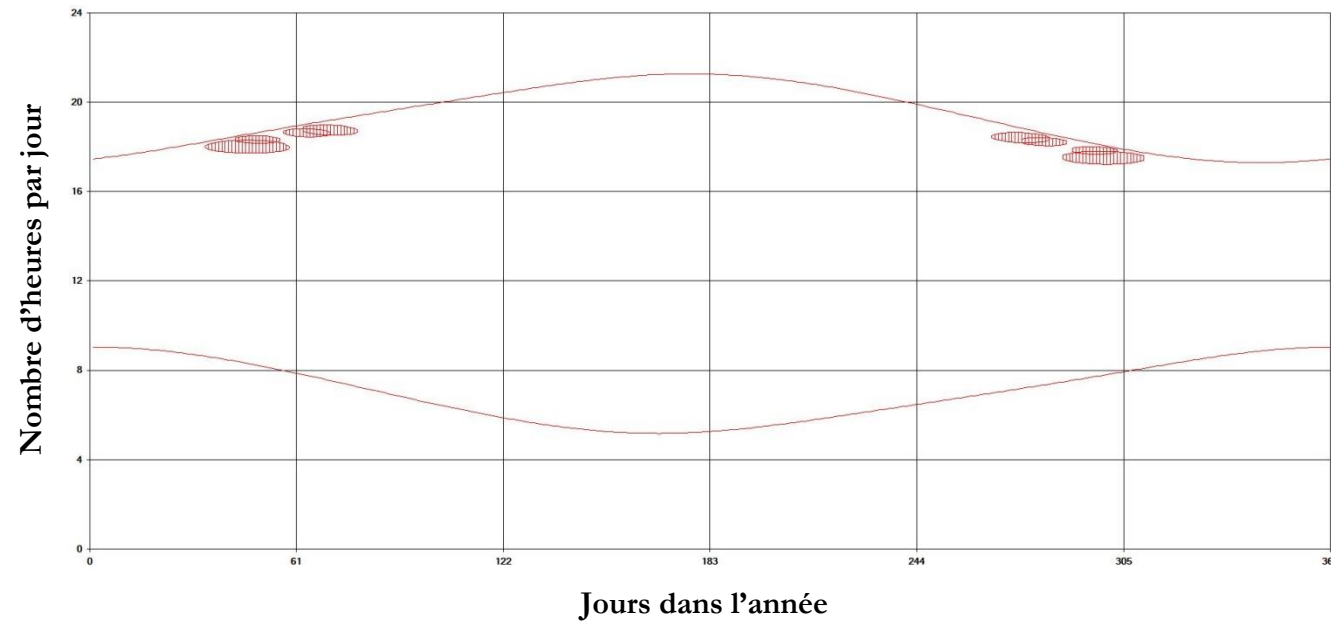
4/ 1 262497 6804834

| Turbine                  | Easting | Northing | Days<br>per<br>year | Max<br>hours<br>per<br>event | Mean<br>hours<br>per<br>event | Total<br>event<br>hours |
|--------------------------|---------|----------|---------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 1                        | 261322  | 6803930  | 67                  | 0.37                         | 0.32                          | 21.7                    |
| 2                        | 261440  | 6804166  | 48                  | 0.43                         | 0.33                          | 15.9                    |
| 3                        | 261725  | 6804299  | 76                  | 0.56                         | 0.41                          | 31.2                    |
| 4                        | 262036  | 6804125  | 0                   | 0.00                         | 0.00                          | 0.0                     |
| Total,mean,max of events |         |          | 99                  | 0.56                         | 0.36                          | 68.7                    |
| Total,mean,max per day   |         |          | 99                  | 0.65                         | 0.47                          | 46.7                    |



PERIODES ET TURBINES CONCERNEES PAR DES BATTEMENTS D'OMBRE  
AU NIVEAU DU POINT DE MESURE N°5 – FENETRE 1

Exposition du point 5 par rapport au projet  
Fenêtre 1



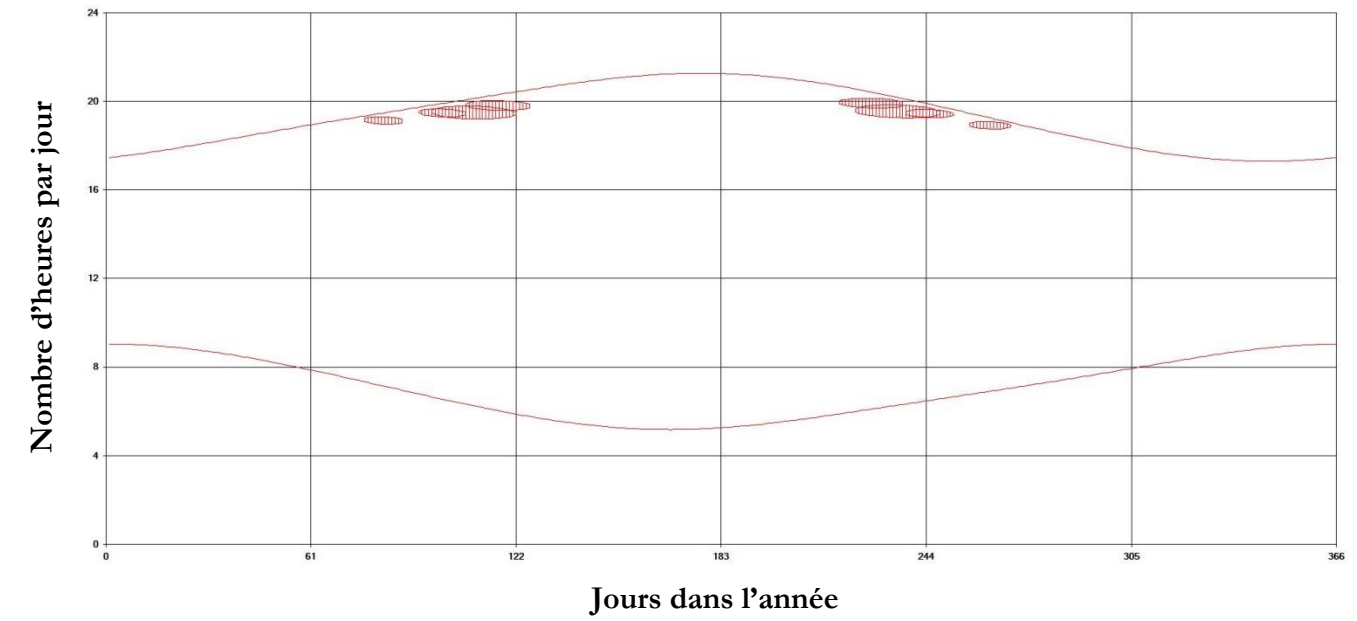
House/ Easting Northing  
Window

5/ 1 262822 6804482

| Turbine                  | Easting | Northing | Days per year | Max hours per event | Mean hours per event | Total event hours |
|--------------------------|---------|----------|---------------|---------------------|----------------------|-------------------|
| 1                        | 261322  | 6803930  | 28            | 0.33                | 0.26                 | 7.3               |
| 2                        | 261440  | 6804166  | 29            | 0.36                | 0.28                 | 8.1               |
| 3                        | 261725  | 6804299  | 35            | 0.45                | 0.35                 | 12.4              |
| 4                        | 262036  | 6804125  | 51            | 0.58                | 0.45                 | 23.0              |
| Total,mean,max of events |         |          | 92            | 0.58                | 0.35                 | 50.7              |
| Total,mean,max per day   |         |          | 92            | 0.77                | 0.49                 | 45.3              |

PERIODES ET TURBINES CONCERNEES PAR DES BATTEMENTS D'OMBRE  
AU NIVEAU DU POINT DE MESURE N°6 – FENETRE 1

Exposition du point 6 par rapport au projet  
Fenêtre 1



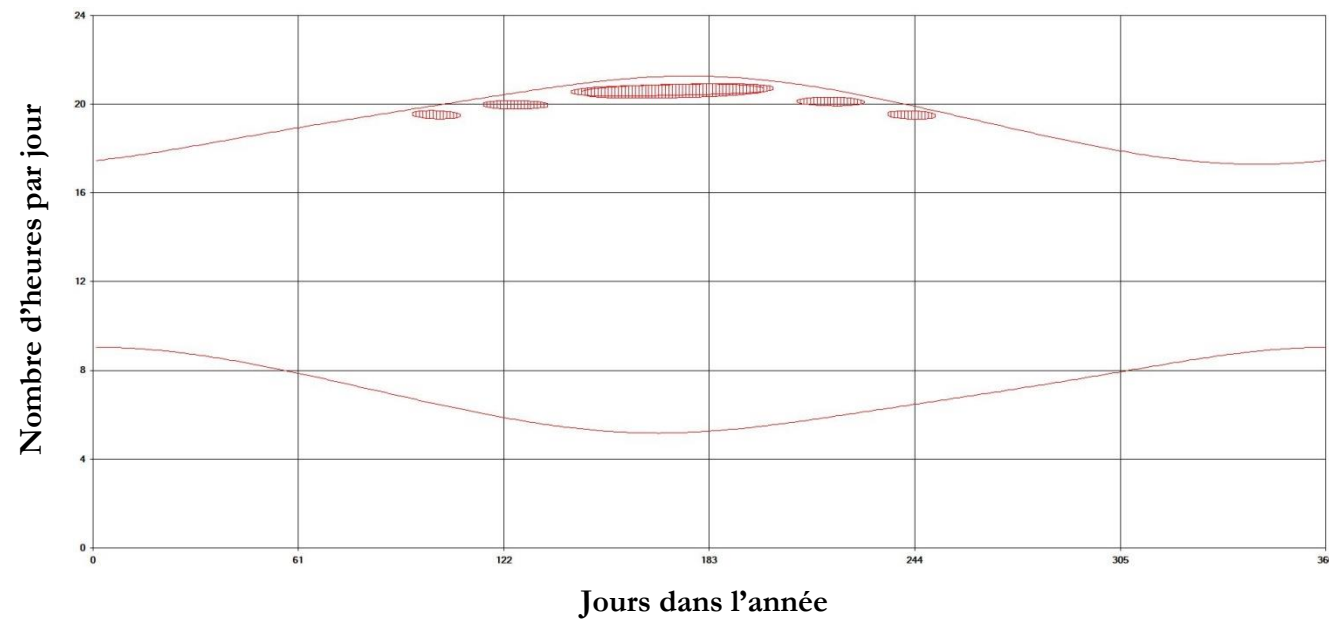
House/ Easting Northing  
Window

6/ 1 262876 6803970

| Turbine                  | Easting | Northing | Days per year | Max hours per event | Mean hours per event | Total event hours |
|--------------------------|---------|----------|---------------|---------------------|----------------------|-------------------|
| 1                        | 261322  | 6803930  | 25            | 0.33                | 0.27                 | 6.7               |
| 2                        | 261440  | 6804166  | 30            | 0.36                | 0.28                 | 8.3               |
| 3                        | 261725  | 6804299  | 40            | 0.43                | 0.34                 | 13.7              |
| 4                        | 262036  | 6804125  | 52            | 0.58                | 0.45                 | 23.4              |
| Total,mean,max of events |         |          | 94            | 0.58                | 0.35                 | 52.0              |
| Total,mean,max per day   |         |          | 94            | 0.82                | 0.47                 | 43.8              |

PERIODES ET TURBINES CONCERNEES PAR DES BATTEMENTS D'OMBRE  
AU NIVEAU DU POINT DE MESURE N°7 – FENETRE 1

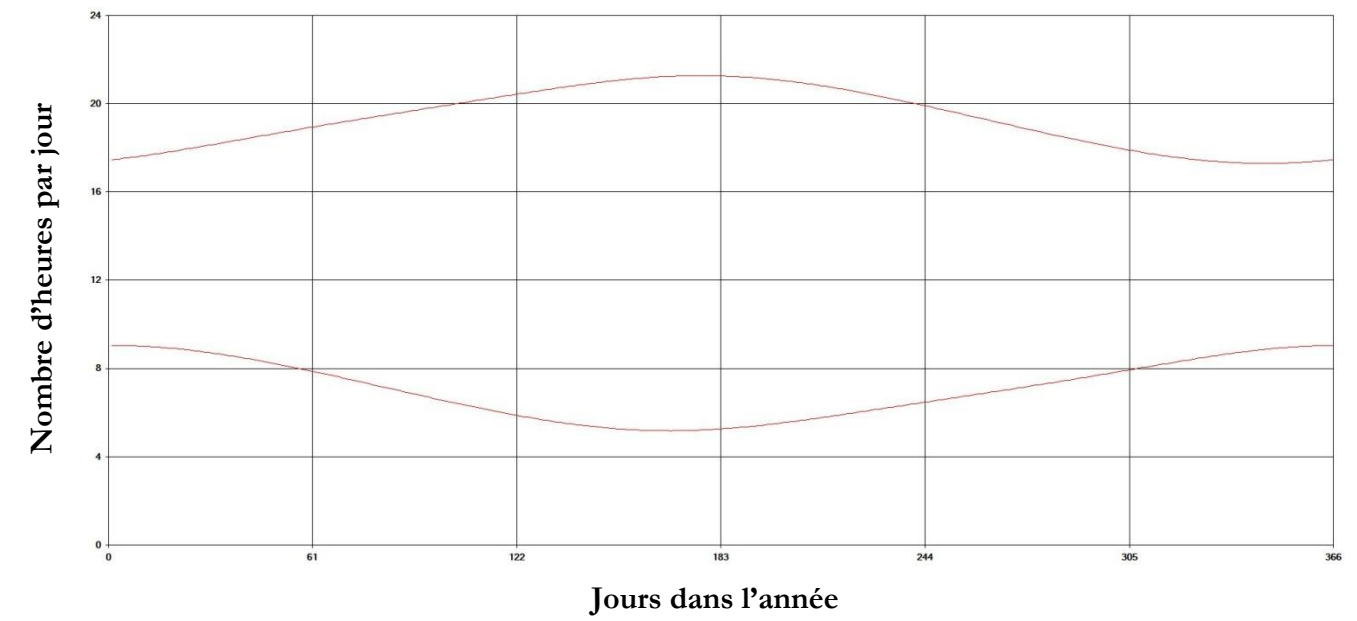
Exposition du point 7 par rapport au projet  
Fenêtre 1



| House/<br>Window         | Easting | Northing |                     |                              |                               |                         |
|--------------------------|---------|----------|---------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 7/ 1                     | 262710  | 6803714  |                     |                              |                               |                         |
| Turbine                  | Easting | Northing | Days<br>per<br>year | Max<br>hours<br>per<br>event | Mean<br>hours<br>per<br>event | Total<br>event<br>hours |
| 1                        | 261322  | 6803930  | 30                  | 0.37                         | 0.29                          | 8.8                     |
| 2                        | 261440  | 6804166  | 41                  | 0.39                         | 0.31                          | 12.6                    |
| 3                        | 261725  | 6804299  | 61                  | 0.48                         | 0.41                          | 25.1                    |
| 4                        | 262036  | 6804125  | 55                  | 0.61                         | 0.50                          | 27.4                    |
| Total,mean,max of events |         |          | 132                 | 0.61                         | 0.40                          | 73.9                    |
| Total,mean,max per day   |         |          | 132                 | 0.61                         | 0.39                          | 51.4                    |

PERIODES ET TURBINES CONCERNEES PAR DES BATTEMENTS D'OMBRE  
AU NIVEAU DU POINT DE MESURE N°8 – FENETRE 1

Exposition du point 8 par rapport au projet  
Fenêtre 1

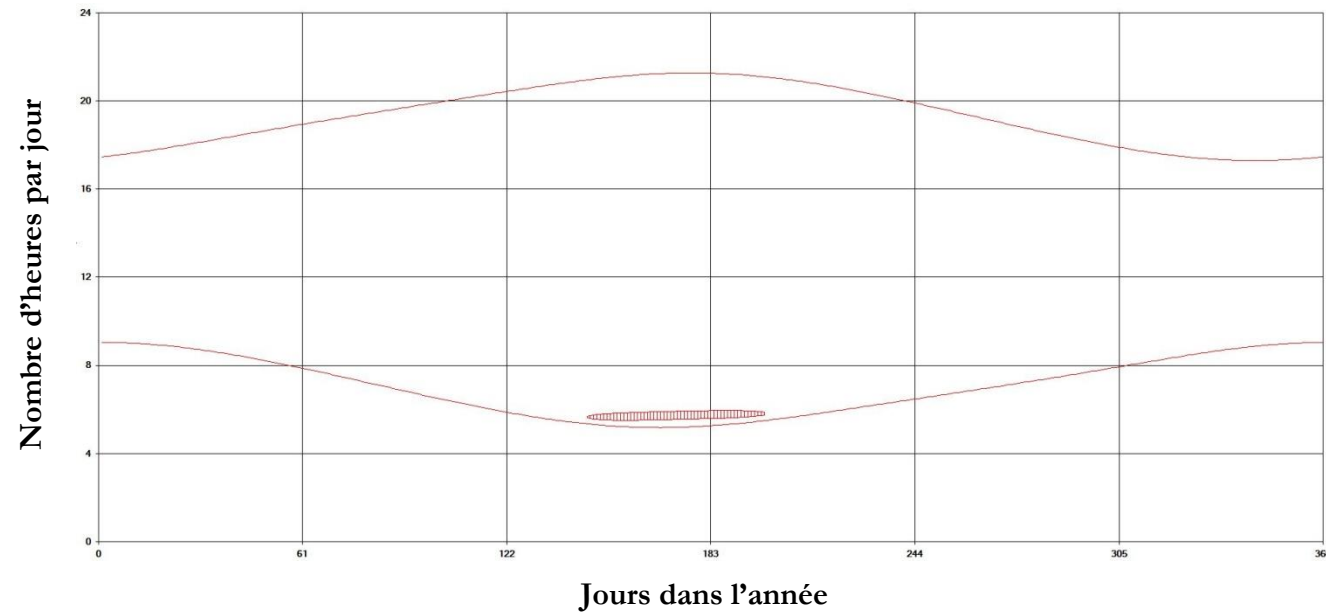


| House/<br>Window         | Easting | Northing |                     |                              |                               |                         |
|--------------------------|---------|----------|---------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 8/ 1                     | 261668  | 6803389  |                     |                              |                               |                         |
| Turbine                  | Easting | Northing | Days<br>per<br>year | Max<br>hours<br>per<br>event | Mean<br>hours<br>per<br>event | Total<br>event<br>hours |
| 1                        | 261322  | 6803930  | 0                   | 0.00                         | 0.00                          | 0.0                     |
| 2                        | 261440  | 6804166  | 0                   | 0.00                         | 0.00                          | 0.0                     |
| 3                        | 261725  | 6804299  | 0                   | 0.00                         | 0.00                          | 0.0                     |
| 4                        | 262036  | 6804125  | 0                   | 0.00                         | 0.00                          | 0.0                     |
| Total,mean,max of events |         |          | 0                   | 0.00                         | 0.00                          | 0.0                     |
| Total,mean,max per day   |         |          | 0                   | 0.00                         | 0.00                          | 0.0                     |



PERIODES ET TURBINES CONCERNEES PAR DES BATTEMENTS D'OMBRE  
AU NIVEAU DU POINT DE MESURE N°9 – FENETRE 1

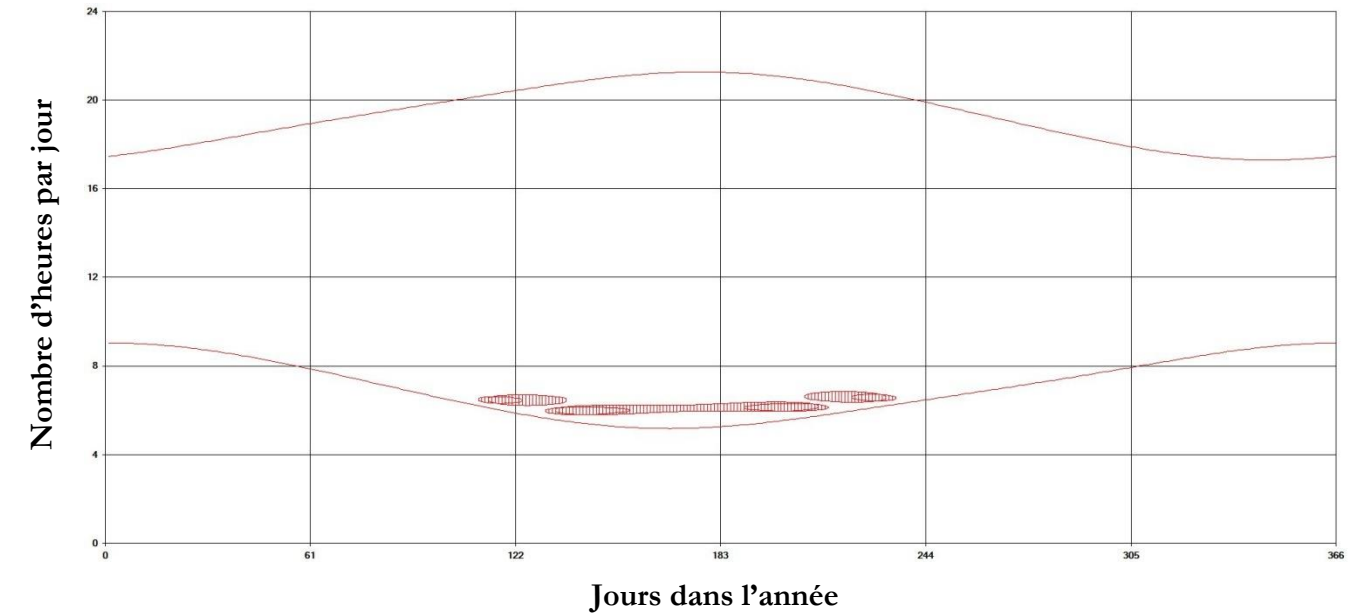
Exposition du point 9 par rapport au projet  
Fenêtre 1



| House/<br>Window         | Easting | Northing |                     |                              |                               |                         |
|--------------------------|---------|----------|---------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 9/ 1                     | 260715  | 6803292  |                     |                              |                               |                         |
| Turbine                  | Easting | Northing | Days<br>per<br>year | Max<br>hours<br>per<br>event | Mean<br>hours<br>per<br>event | Total<br>event<br>hours |
| 1                        | 261322  | 6803930  | 0                   | 0.00                         | 0.00                          | 0.0                     |
| 2                        | 261440  | 6804166  | 0                   | 0.00                         | 0.00                          | 0.0                     |
| 3                        | 261725  | 6804299  | 0                   | 0.00                         | 0.00                          | 0.0                     |
| 4                        | 262036  | 6804125  | 54                  | 0.36                         | 0.31                          | 17.0                    |
| Total,mean,max of events |         |          | 54                  | 0.36                         | 0.31                          | 17.0                    |
| Total,mean,max per day   |         |          | 54                  | 0.36                         | 0.31                          | 17.0                    |

PERIODES ET TURBINES CONCERNEES PAR DES BATTEMENTS D'OMBRE  
AU NIVEAU DU POINT DE MESURE N°10 – FENETRE 1

Exposition du point 10 par rapport au projet  
Fenêtre 1

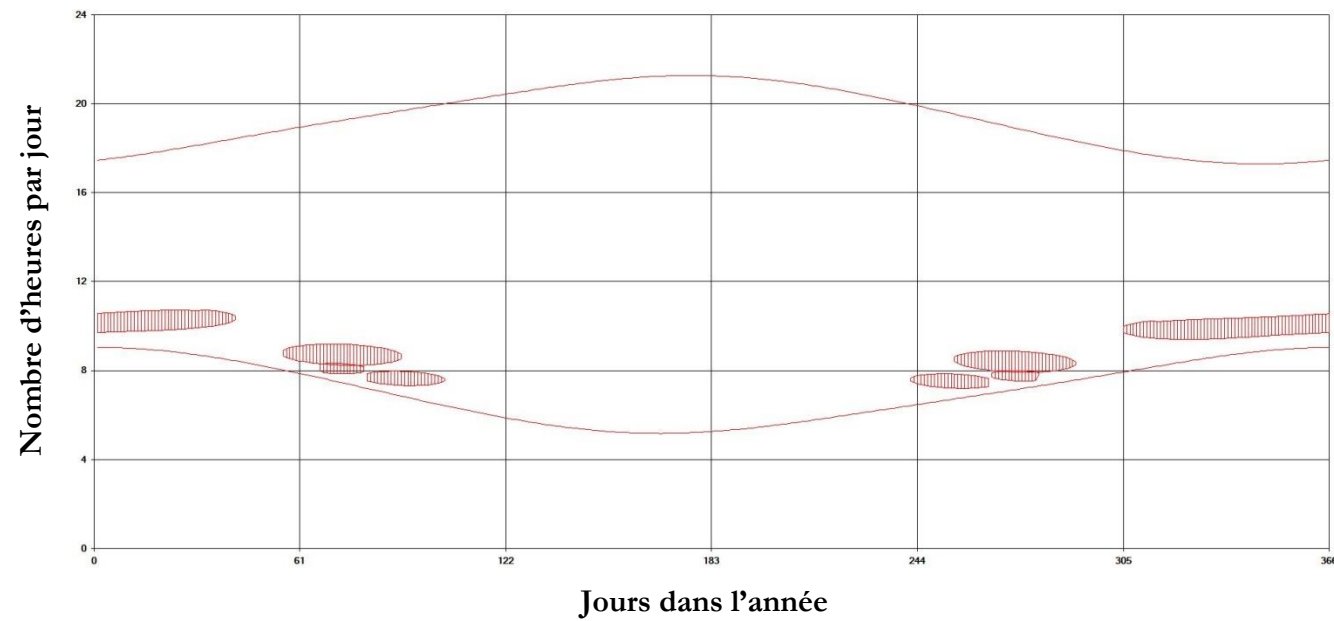


| House/<br>Window         | Easting | Northing |                     |                              |                               |                         |
|--------------------------|---------|----------|---------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 10/ 1                    | 260293  | 6803584  |                     |                              |                               |                         |
| Turbine                  | Easting | Northing | Days<br>per<br>year | Max<br>hours<br>per<br>event | Mean<br>hours<br>per<br>event | Total<br>event<br>hours |
| 1                        | 261322  | 6803930  | 49                  | 0.48                         | 0.38                          | 18.5                    |
| 2                        | 261440  | 6804166  | 79                  | 0.43                         | 0.35                          | 27.8                    |
| 3                        | 261725  | 6804299  | 52                  | 0.35                         | 0.26                          | 13.7                    |
| 4                        | 262036  | 6804125  | 28                  | 0.30                         | 0.23                          | 6.5                     |
| Total,mean,max of events |         |          | 125                 | 0.48                         | 0.32                          | 66.5                    |
| Total,mean,max per day   |         |          | 125                 | 0.59                         | 0.39                          | 49.4                    |



PERIODES ET TURBINES CONCERNEES PAR DES BATTEMENTS D'OMBRE  
AU NIVEAU DU POINT DE MESURE N°11 – FENETRE 1

Exposition du point 11 par rapport au projet  
Fenêtre 1



House/ Easting Northing  
Window

11/ 1 260960 6804311

| Turbine                  | Easting | Northing | Days<br>per<br>year | Max<br>hours<br>per<br>event | Mean<br>hours<br>per<br>event | Total<br>event<br>hours |
|--------------------------|---------|----------|---------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 1                        | 261322  | 6803930  | 104                 | 0.90                         | 0.81                          | 83.7                    |
| 2                        | 261440  | 6804166  | 73                  | 0.94                         | 0.73                          | 53.6                    |
| 3                        | 261725  | 6804299  | 48                  | 0.64                         | 0.51                          | 24.6                    |
| 4                        | 262036  | 6804125  | 29                  | 0.46                         | 0.38                          | 11.1                    |
| Total,mean,max of events |         |          | 203                 | 0.94                         | 0.68                          | 173.1                   |
| Total,mean,max per day   |         |          | 203                 | 1.34                         | 0.85                          | 172.1                   |