

Annexes de l'étude d'impact

Partie 2/5 - Etude sonore, étude d'ombre

INTERVENT
l'élan de l'énergie renouvelable

Projet de Parc Eolien Girolles

SEPE GIROLLES
C/O INTERVENT
Tour de l'Europe
68100 MULHOUSE

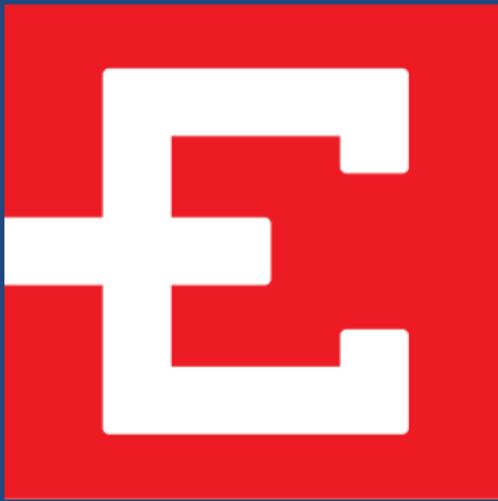


Version mise à jour - Février 2022

AU01

Contenu :

- Etude d'impact acoustique
- Etude des ombres portées



ETUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE

Développement d'un parc éolien

Dossier d'étude d'impact
acoustique

AU01

Département

Aube

Région

Grand Est

REDACTEUR :

Florent Bruneau, Ingénieur Acousticien

DOSSIER :

2017.0206_Dossier d'étude
d'impact_Intervent-AU01_V1.5.doc

DATE :

02/03/2020

Pages :

49

ECHOPSY SASu

Siège social : 19, Chemin de la Chesnaye
76960 Notre Dame de Bondeville
contact@echopsy.fr

RCS : ROUEN - SIRET : 447 725 953 00023 - APE : 7120B

SOMMAIRE

1. Avant-propos	3
1.1. Opération concernée	3
1.2. Travaux réalisés	3
1.3. Conflits d'intérêts	4
1.4. Présentation du site et du projet	4
1.5. Industries et Infrastructures de transport	5
1.6. Contexte éolien	6
2. Mesures des niveaux sonores sur site	7
2.1. Textes applicables aux mesures	7
2.2. Indicateurs et exploitation acoustique	7
2.3. Stratégie de mesure	9
2.4. Données météo mesurées sur le site	10
3. Résultats des mesures de bruits résiduels	12
3.1. Résultats des mesures de bruits résiduels, Torcy le Grand	12
3.2. Résultats des mesures de bruits résiduels, La Ferme d'Articourt	14
3.3. Résultats des mesures de bruits résiduels, La Barbuise	16
3.4. Résultats des mesures de bruits résiduels, Saint Remy	18
3.5. Résultats des mesures de bruits résiduels, La Belle Idée	20
3.6. Résultats des mesures de bruits résiduels, Ferme Bigot	22
3.7. Résultats des mesures de bruits résiduels, Voué - Rue Jean Caffet	24
3.8. Synthèse des données bruit/vent	26
4. Simulation d'impact sonore	27
4.1. Modélisation du site	27
4.2. Paramètres des calculs	27
4.3. Niveaux sonores des éoliennes	30
4.4. Résultats du calcul du bruit ambiant	31
5. Evaluations réglementaires	33
5.1. Résultats des émergences globales	33
5.2. Résultats des seuils en limite de périmètre	34
5.3. Tonalités marquées	35
5.4. Impacts cumulés des projets éoliens	35
6. Conclusions	36
Table des figures	37
Annexes	38
Annexe 1 - Lexique	38
Annexe 2 - Bibliographie	40
Annexe 3 - Fiches techniques des éoliennes abordées en calculs	41
Annexe 4 - Détails des calculs	42
Annexe 5 - Matériel de mesure	43
Annexe 6 - Généralités concernant les niveaux sonores	44
Annexe 7 - Cadre réglementaire	45
Annexe 8 - Ambiance sonore dans l'environnement	47
Annexe 9 - Niveaux sonores des éoliennes	48
Annexe 10 - Réduction des impacts d'un parc éolien	49



1. Avant-propos

1.1. Opération concernée

La société INTERVENT développe un projet de parc éolien sur la commune de Voué dans le département de l'Aube.

Les parcs éoliens comprenant au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure à 50 mètres sont soumis à autorisation au titre de la législation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, sous la rubrique 2980 « Installation terrestre de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs ».

Le parc éolien, lors de sa mise en service, sera soumis à l'arrêté ministériel du 26 août 2011. En cours d'exploitation, si un contrôle des émissions sonores est réalisé, les mesures respecteront la norme NFS31-114 dans sa version en vigueur (actuellement en projet) ou à défaut selon la version de juillet 2011, conformément à l'article 28 de l'arrêté du 26 août 2011. Cette norme de mesurage du bruit dans l'environnement est dédiée aux parcs éoliens en exploitation.

1.2. Travaux réalisés

Cette étude s'inscrit dans le cadre des études d'impacts environnementaux. Elle doit permettre d'apporter aux décideurs les informations nécessaires à une évaluation des effets potentiels ou avérés sur l'environnement.

L'objectif de l'étude acoustique consiste à présenter, à partir des mesures sur site et travaux prévisionnels, une description de l'état initial, des impacts et de la situation prévisionnelle attendue vis-à-vis de la réglementation applicable.

Ces travaux sont présentés en trois parties distinctes :

Une description de l'environnement sonore initial : Cette description est effectuée via une campagne de mesure de l'état sonore initial pour les zones à émergences¹ réglementées, c'est-à-dire les niveaux sonores existants auprès des habitations alentours.

Une description de l'impact sonore du projet : Cette description est effectuée par des modélisations prévisionnelles des émissions sonores du projet.

Une évaluation des calculs réglementaires prévisionnels : Cette évaluation se fait via le calcul des critères réglementaires définis par l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement (Annexe 7).

¹ Emergence : la différence entre les niveaux de bruit ambiant (installation en fonctionnement) et résiduel (en l'absence du bruit généré par l'installation).



1.3. Conflits d'intérêts

Echopsy intervient dans le secteur de l'acoustique environnementale pour des projets tels que l'éolien, mais également pour des installations ICPE « classiques ». En fonction des années, le nombre de clients annuels est estimé entre 30 et 45. Aucun de ces clients ne bénéficie d'une position dominante susceptible de mettre en cause le fonctionnement de notre société.

L'entreprise ne perçoit aucune rémunération liée à la réussite du dossier ou bien à son contenu et notamment des conclusions, résultats, bridages ou autres. Les lettres de mission sont définies au préalable et comportent l'objet et les montants correspondants. L'entreprise ne perçoit pas de rémunération en dehors du cadre de ses missions.

1.4. Présentation du site et du projet

Le site se trouve dans un secteur agricole. Il reçoit de manière prédominante des vents de provenance des secteurs Ouest et Sud-ouest et, de manière plus secondaire, des vents en provenance du Nord-est. Les distances entre les turbines et les habitations sont strictement supérieures à 500 mètres.

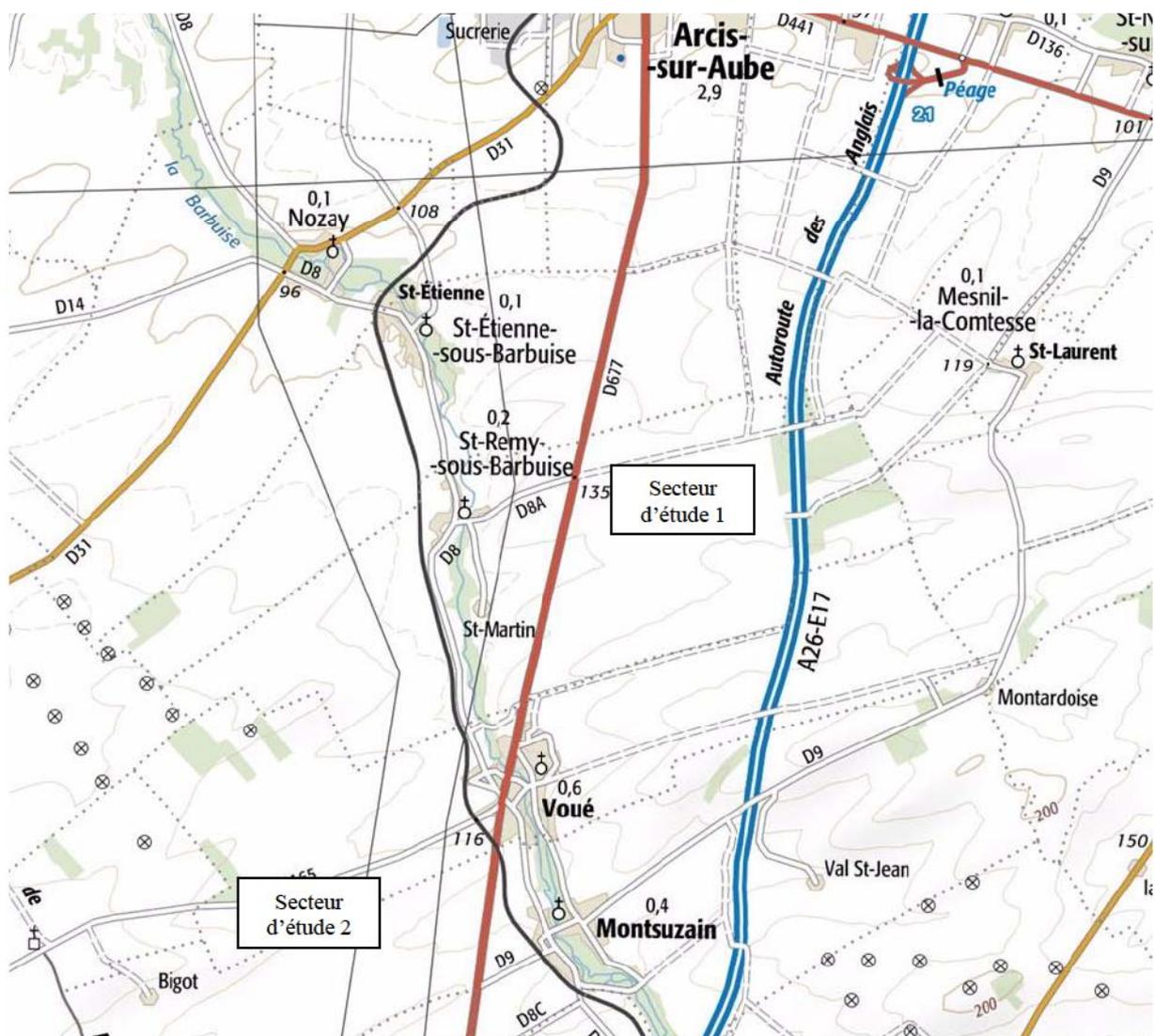


Figure 1 : Zone d'étude



1.5. Industries et Infrastructures de transport

Concernant les axes routiers : Les routes proches du site sont secondaires, elles ne présentent pas un trafic influant de manière continue sur la situation sonore.



Figure 2 : Infrastructures de transport

Il reçoit de manière prédominante des vents de provenance des secteurs sud-ouest (ouest à Sud) et, de manière plus secondaire, des vents en provenance du nord-nord-est (nord à est).



Figure 3 : Rose des vents annuelle 2019 – windfinder : station aéroport Châlons-Vatry



1.6. Contexte éolien

Les parcs en cours d’instruction ou accordés mais non construits sont à prendre en compte au titre des impacts cumulés. Concernant ce projet, il n’y a pas de parc ou projet à moins de 5 kilomètres de la zone d’étude.

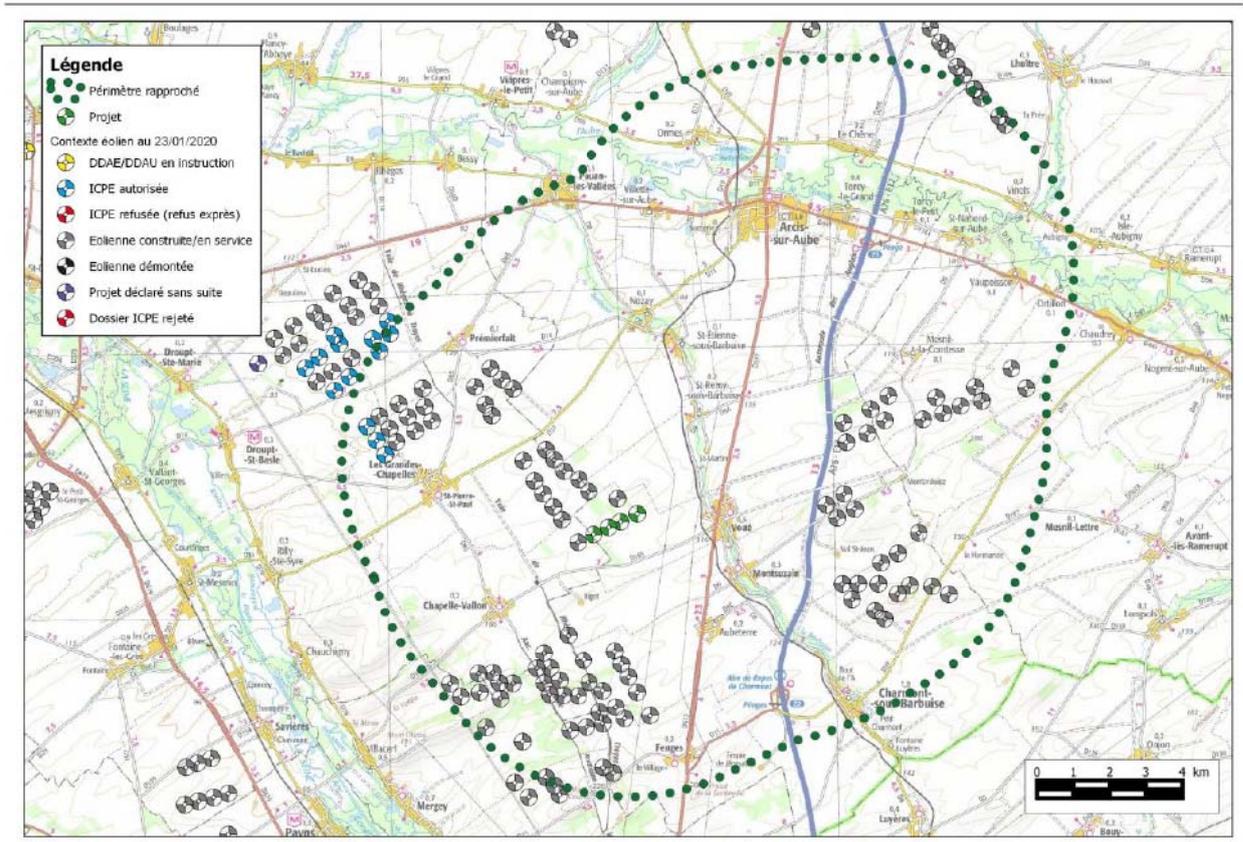


Figure 4 : Contexte éolien



2. Mesures des niveaux sonores sur site

2.1. Textes applicables aux mesures

Le matériel utilisé pour les mesures est de **classe 1**, conformément à la norme IEC 61672. La liste du matériel utilisé se trouve en annexe 5. Les textes de référence qui s'appliquent aux mesures sont les suivants :

- * Norme NF-S 31.010, décembre 2008 : relative à la caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement. Instruction de plaintes contre le bruit dans une zone habitée.
- * Projet de norme prNF31-114 : relatif à la méthode de mesurage et d'analyse des niveaux de bruit dans l'environnement d'un parc éolien.

Le projet de norme prNFS31-114 est dédié au constat de situation sonore d'un parc éolien en cours d'exploitation. Ainsi, la méthodologie, les critères et modalités d'application en sont spécifiques. Dans le cadre de l'étude d'impact, ce projet de norme est tout de même appelé à guider certaines parties de l'étude, comme la collecte et l'expression de la situation sonore en fonction d'une mesure du vent.

2.2. Indicateurs et exploitation acoustique

a) Indicateur de bruit

L'indicateur retenu pour l'analyse est normalisé (prNFS31-114). Il s'agit systématiquement de l'indice **LA50_{10min}**, **calculé à partir des LAeq 1** seconde sur les échantillons analysés.

C'est le niveau moyen équivalent obtenu sur une période de 10 minutes durant laquelle nous écartons 50% des bruits atteints ou dépassés pendant l'intervalle de mesure. Ce choix permet notamment de lisser les écarts éventuels pouvant intervenir entre les saisons ou bien d'atténuer l'effet d'événements ponctuels durant la mesure.

b) Critères d'analyse

Afin d'analyser les mesures, les critères retenus dans le but de constituer des évolutions sonores cohérentes sont les suivants :

- La période de la journée : jour (7h – 22h) ou nuit ;
- La direction du vent : un ensemble de directions va être constitué lorsque les directions qui le compose (i) comportent suffisamment de données pour être analysées (ii) et présentent une homogénéité de comportement sonore ;
- L'absence de pluie ;
- Les dates de la mesure (saison).

La constitution de ces critères est spécifique à chaque point de mesure et à chaque période de mesure.

Ce choix de critères d'analyse est pris *a priori* avant la réalisation des mesures. Il est ensuite validé *a posteriori* dans les exploitations des nuages de points présentés pour chaque point de mesure.

Tout critère variant de cette liste et présentant un caractère spécifique au point de mesure est présenté lors du développement des analyses.

c) Exploitation acoustique

Les niveaux sonores dans l'environnement, qu'ils soient naturels ou liés à des activités humaines, varient en permanence. Le vent (par sa vitesse et sa direction), la température, l'humidité et la période de la journée sont, entre autres, des paramètres influents sur la portée et la création des bruits, et donc sur les niveaux sonores mesurés en extérieur.

Les situations mesurées sont analysées en exprimant les échantillons de mesure en fonction des vitesses de vent rencontrées. Ces nuages de points traduisent la variabilité de l'environnement sonore en fonction de plusieurs paramètres définissant un ensemble de conditions homogènes. L'exploitation du nuage de points se fait via :

- Un tri effectué sur les mesures pour retirer les périodes non recherchées pour l'analyse (pluie, conditions bruyantes spécifiques, ...)
- Le calcul de la valeur médiane des échantillons LA50 pour chaque vitesse de vent (classe centrée sur la valeur unitaire entre 3 et 10 m/s)

Exemple graphique :

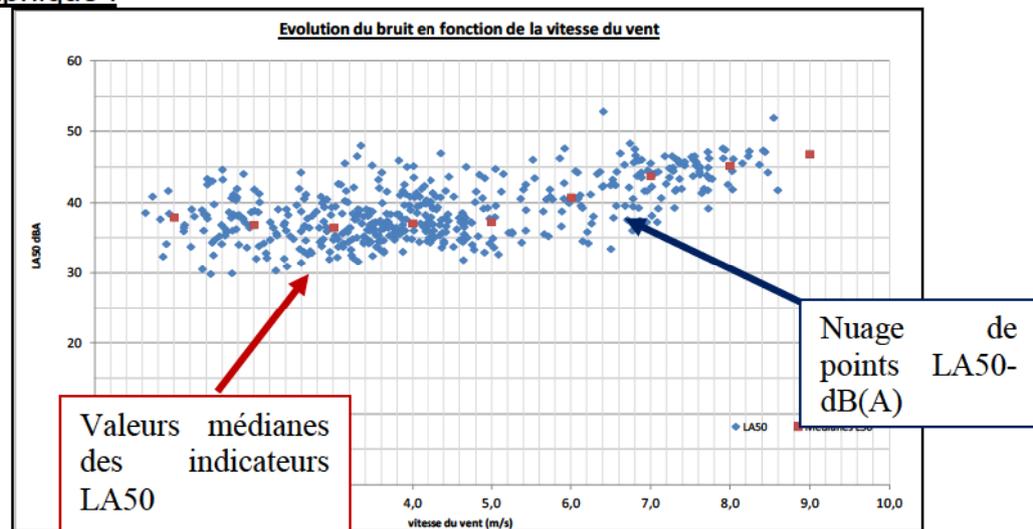


Figure 5 : Nuage de points de mesure et valeurs médianes LA50 (entre 1 et 9 m/s)

Cette répartition sous forme de nuage de points fait l'objet d'une étude particulière. Celle-ci a pour but d'établir si la répartition de l'évolution sonore apparaît cohérente avec l'évolution des conditions météorologiques autour du point de mesure.

Pour l'analyse des données, certaines périodes horaires peuvent être retirées si elles sont sources de perturbations. Par exemple, le chorus matinal ou des horaires spécifiques présentant un trafic routier non représentatif de la situation générale sont supprimés pour l'analyse.

De la même manière, les faibles vitesses de vents sont liées à de faibles niveaux sonores. Ces niveaux sont très vite influencés par des bruits perturbateurs et nuisent parfois à l'analyse. Lorsque cela est nécessaire, les données sont retirées en coupant les classes de vitesse de vent trop polluées pendant les mesures.

Des actions peuvent être menées afin de « compenser » des aléas liés à la mesure, ou bien « d'extrapoler » des conditions non rencontrées lors des mesures. Dans ce cas, les indicateurs sont dits « corrigés » et sont indiqués en vert.



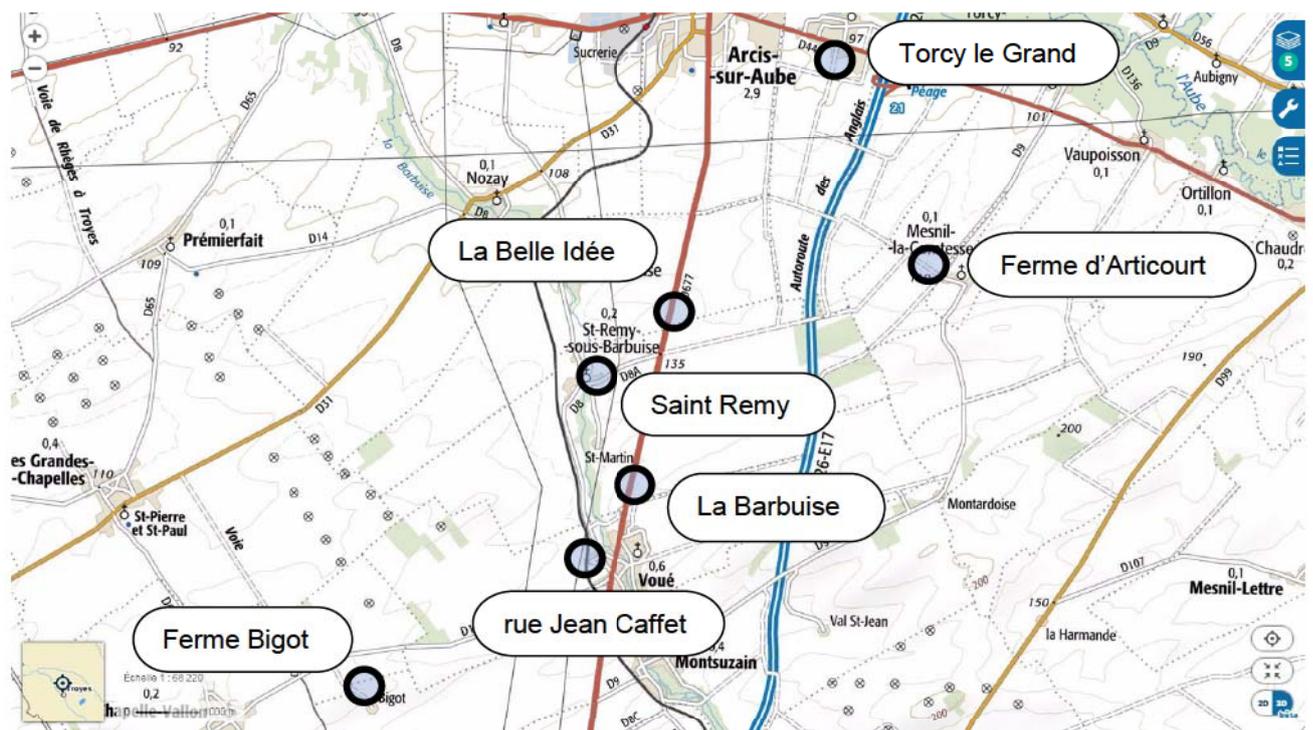
2.3. Stratégie de mesure

Les points de mesure du bruit résiduel ont été choisis parmi les ZER (Zones à émergences règlementées), en fonction de leurs expositions sonores vis-à-vis des éoliennes, des orientations de vent dominant et de la topographie de la végétation, etc.... Ils sont représentatifs de l'environnement sonore de la zone de projet et ses environs et permettent une extrapolation de leurs résiduels vers des récepteurs ayant une ambiance sonore comparable et n'ayant pas fait l'objet de mesures.

Lors de la sélection des points de mesure les implantations n'étaient pas connues, ce choix exhaustif permet de ne négliger aucune zone.

Les positions de mesures proposées entourent la zone d'étude de manière à évaluer la situation initiale dans toutes les directions. Les points de mesures sont au nombre de 7. Les zones entourant nos mesures sont en zone agricole et les zones ouvertes à la construction sont en retrait par rapport à nos points.

Le choix des points de mesurage dépend de la proximité des habitations au projet, de la topographie du site et de la végétation. Enfin il est également nécessaire d'avoir l'accord des riverains pour la mesure.



Position	Coordonnées Lambert 93	
Torcy le Grand	786326.31	6826070.02
Ferme d'Articourt	787855.97	6822707.95
La Barbuise	783338.89	6819120.78
Saint Remy	782837.77	6821009.96
La Belle Idée	784007.91	6822235.89
Ferme Bigot	779335.87	6815743.78
Voué ; Rue Jean Caffet	782618.89	6818242.63

Figure 6 : coordonnées et positions des points de mesure



2.4. Données météo mesurées sur le site

Afin de pouvoir comparer nos mesures avec les données des simulations nous avons utilisé une référence de vent mesurée sur le site d'implantation.

Les vitesses et directions de vent ont été mesurées sur site avec le mât de mesures de 10 mètres (localisation en page suivante). Il était situé en champ, libre de tout obstacle, ce qui a permis d'obtenir des données météorologiques représentatives du site. Il était équipé d'un anémomètre et d'une girouette pour mesurer les vitesses et directions du vent à 10 m. Les données ont été collectées par une centrale d'acquisition. Ces informations ont été dépouillées et analysées puis corrélées aux mesures des sonomètres.

La campagne de mesure a été réalisée en continu sur l'ensemble des points du [24 mars au 12 avril 2017](#).

Les périodes de pluies ont été identifiées par un pluviomètre. Elles ont été retirées de l'analyse.

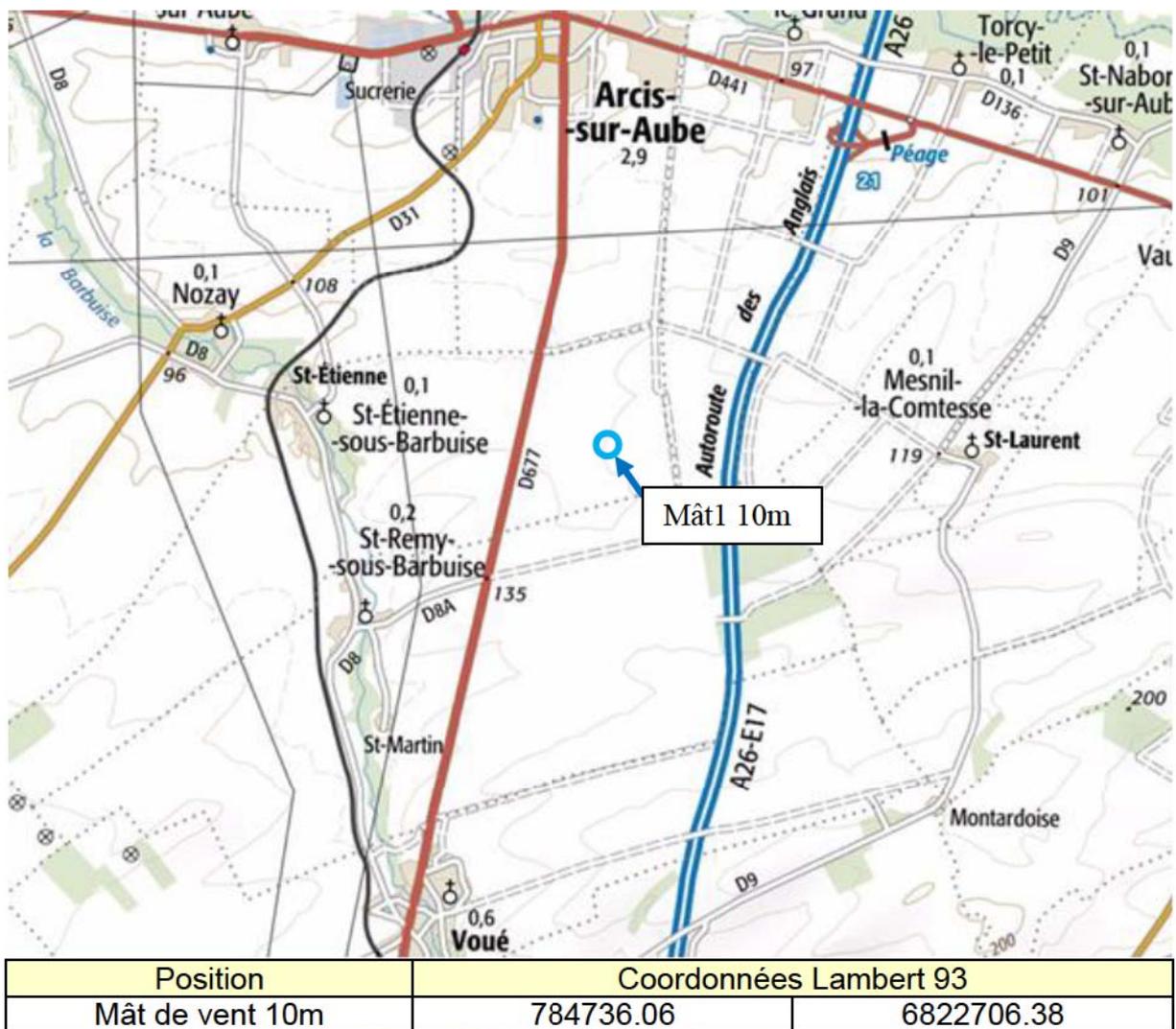


Figure 7 : Mesure de vent et analyse



Les vitesses du vent mesurées sont standardisées. Cette standardisation a pour but de définir le même référentiel de vitesse que les puissances acoustiques fournies par le fabricant des machines pour les simulations. Elles sont exprimées à hauteur des machines à partir d'un profil logarithmique et de la rugosité du site lors des mesures (rugosité = 0.2), puis ramenées à 10 mètres du sol avec un coefficient de rugosité de 0,05 mètres.

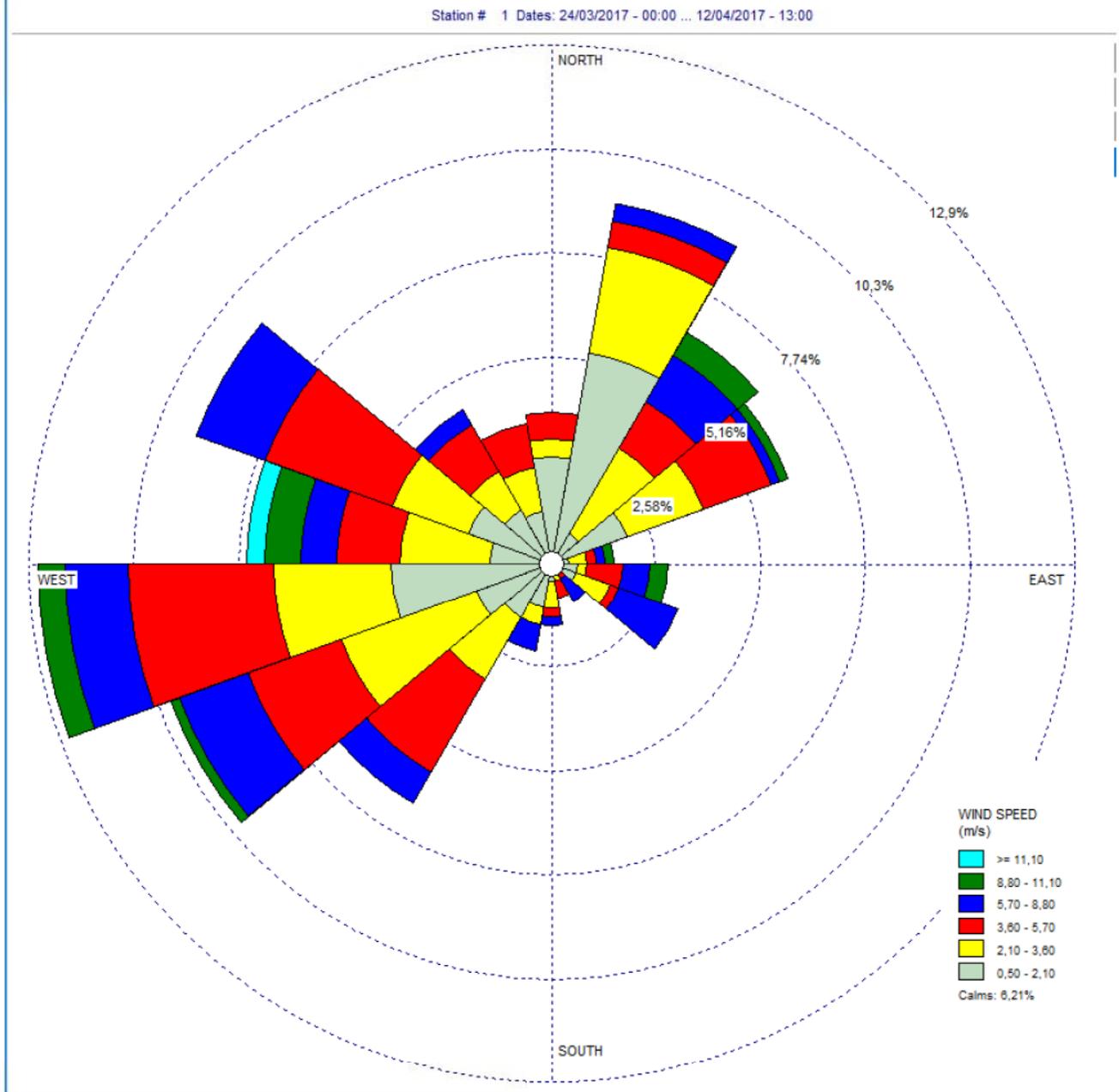


Figure 8 : Rose horaire des vents - mesure à 10 mètres du sol



3. Résultats des mesures de bruits résiduels

3.1. Résultats des mesures de bruits résiduels, Torcy le Grand

a) Présentation de la mesure

Il s'agit d'une commune au Nord de la zone d'étude 1. La mesure est placée dans le jardin d'une maison récente, vers le projet.



Position topographique :

La maison se trouve au niveau de la zone de projet.

Végétation :

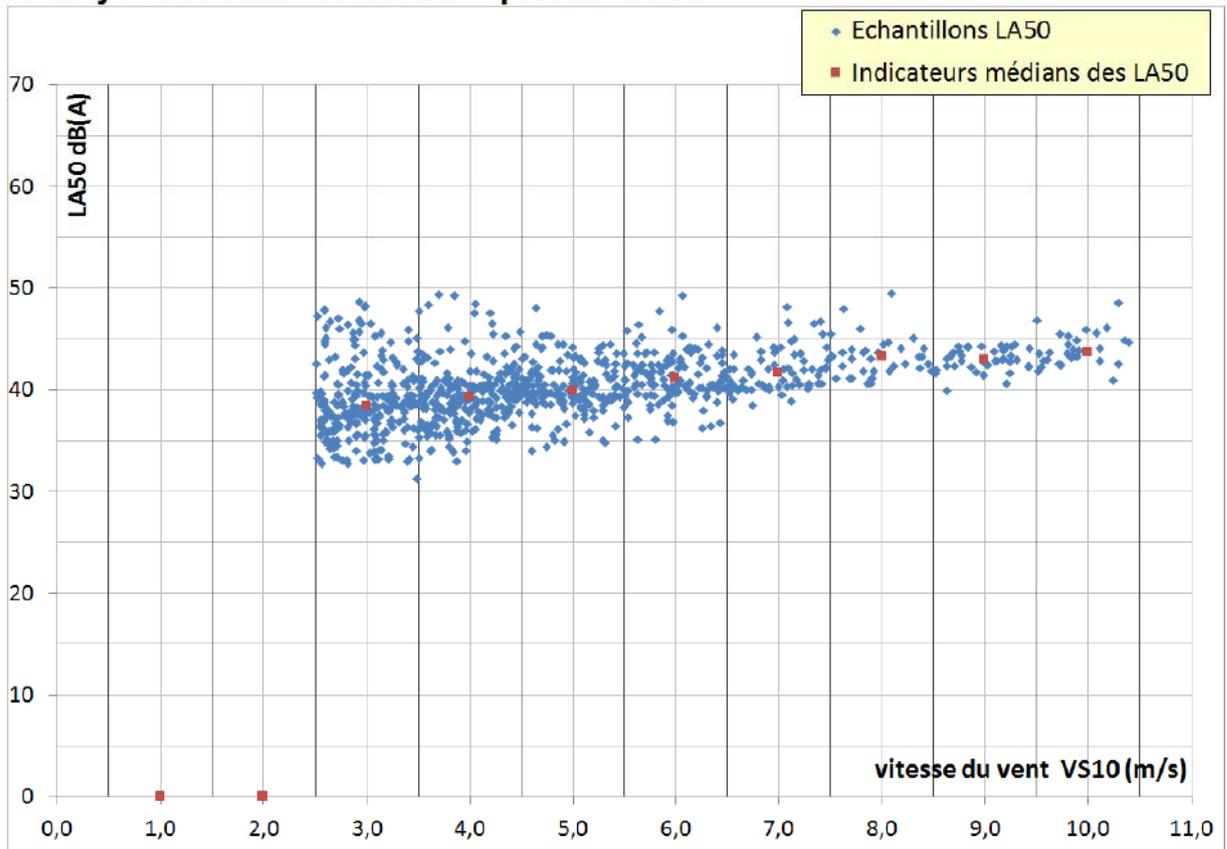
La végétation à proximité immédiate du point de mesure est faible.

Composition du bruit résiduel :

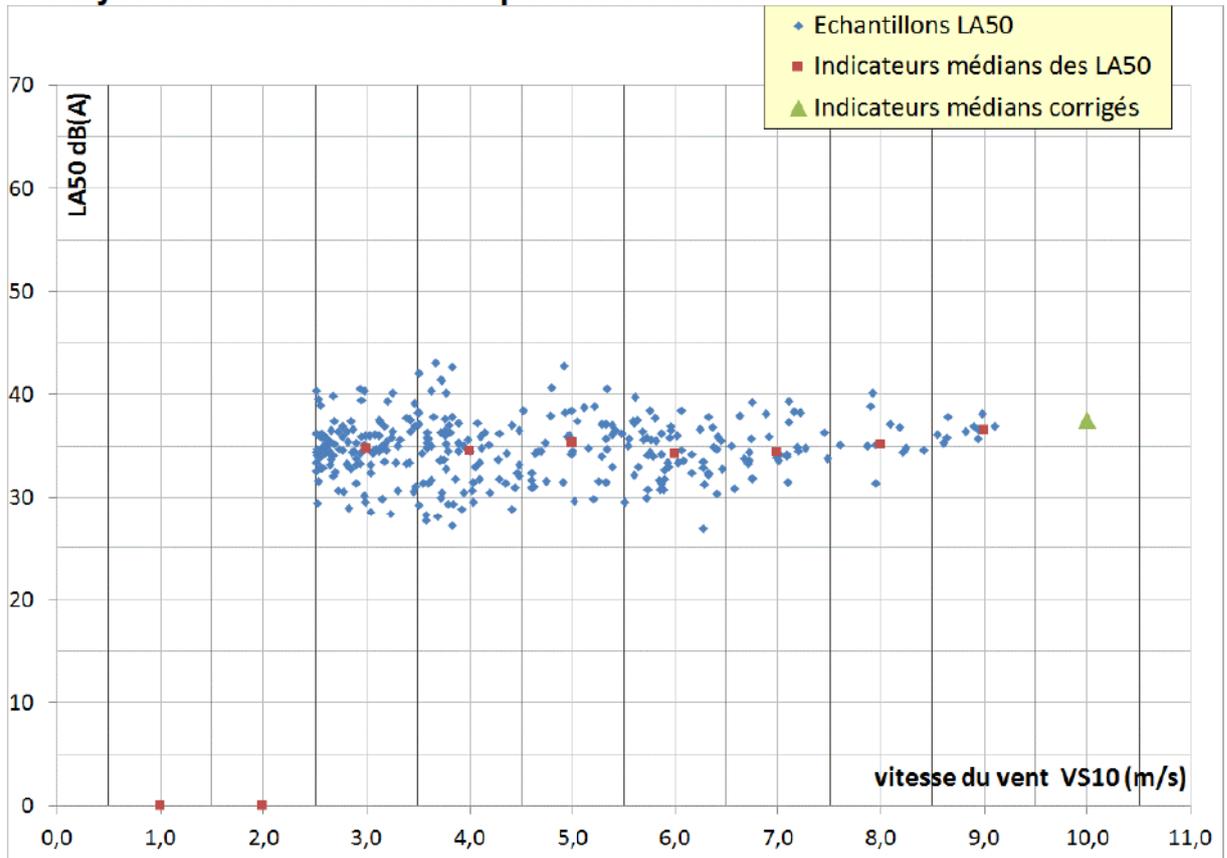
- * Des bruits de circulation locale et des activités agricoles menées dans le secteur ;
- * Des bruits « naturels » liés au vent et à la végétation



b) Analyse des bruits résiduels – période diurne



c) Analyse des bruits résiduels – période nocturne



3.2. Résultats des mesures de bruits résiduels, La Ferme d'Articourt

a) Présentation de la mesure

Il s'agit d'une habitation à l'est de la zone d'étude 1. La mesure est placée dans le jardin, vers la zone d'étude. Le point est en recul par rapport à la ferme la plus proche du projet. Il s'agit de protéger la mesure des bruits assez présent de la ferme.



Position topographique :

La maison se trouve au niveau de la zone de projet.

Végétation :

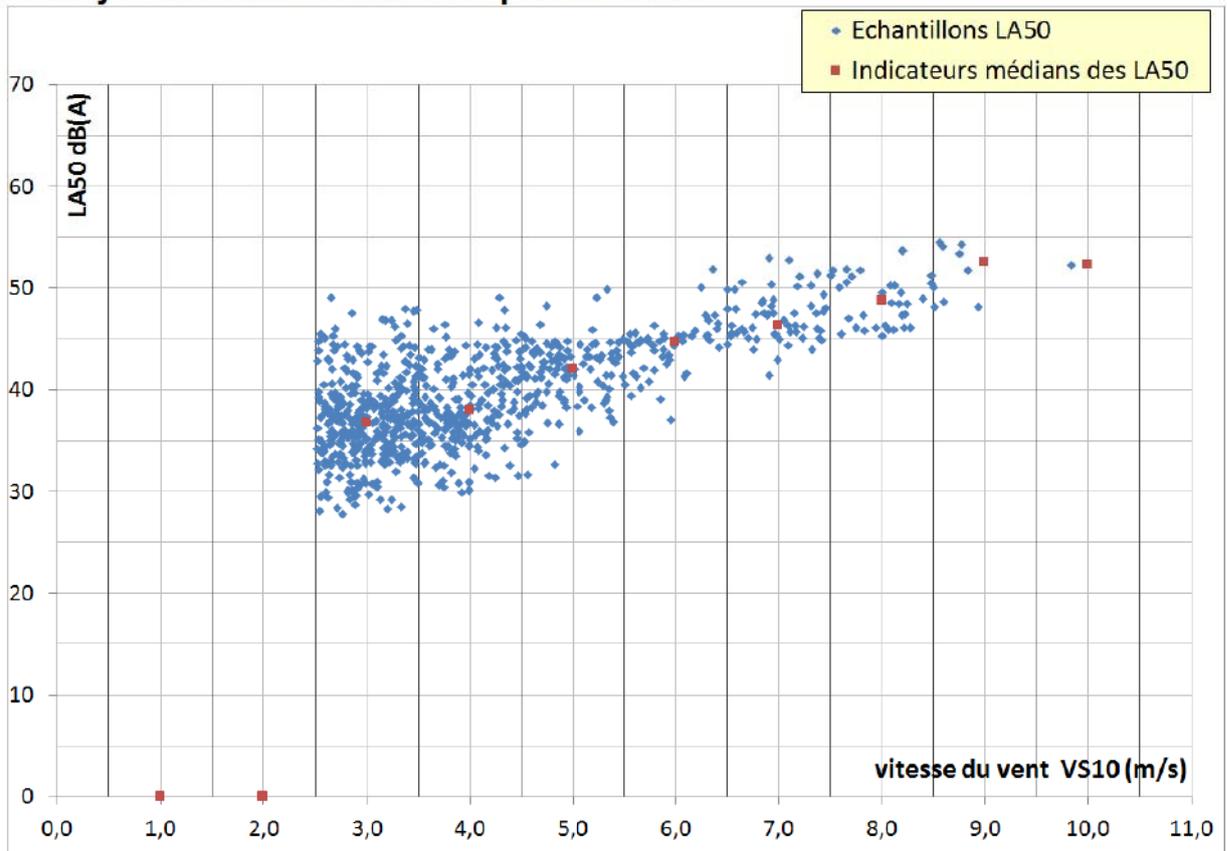
La végétation autour du lieu est dense. Des arbres sont présents directement autour de la mesure. Selon les essences, le feuillage est naissant en fin de mesure.

Composition du bruit résiduel :

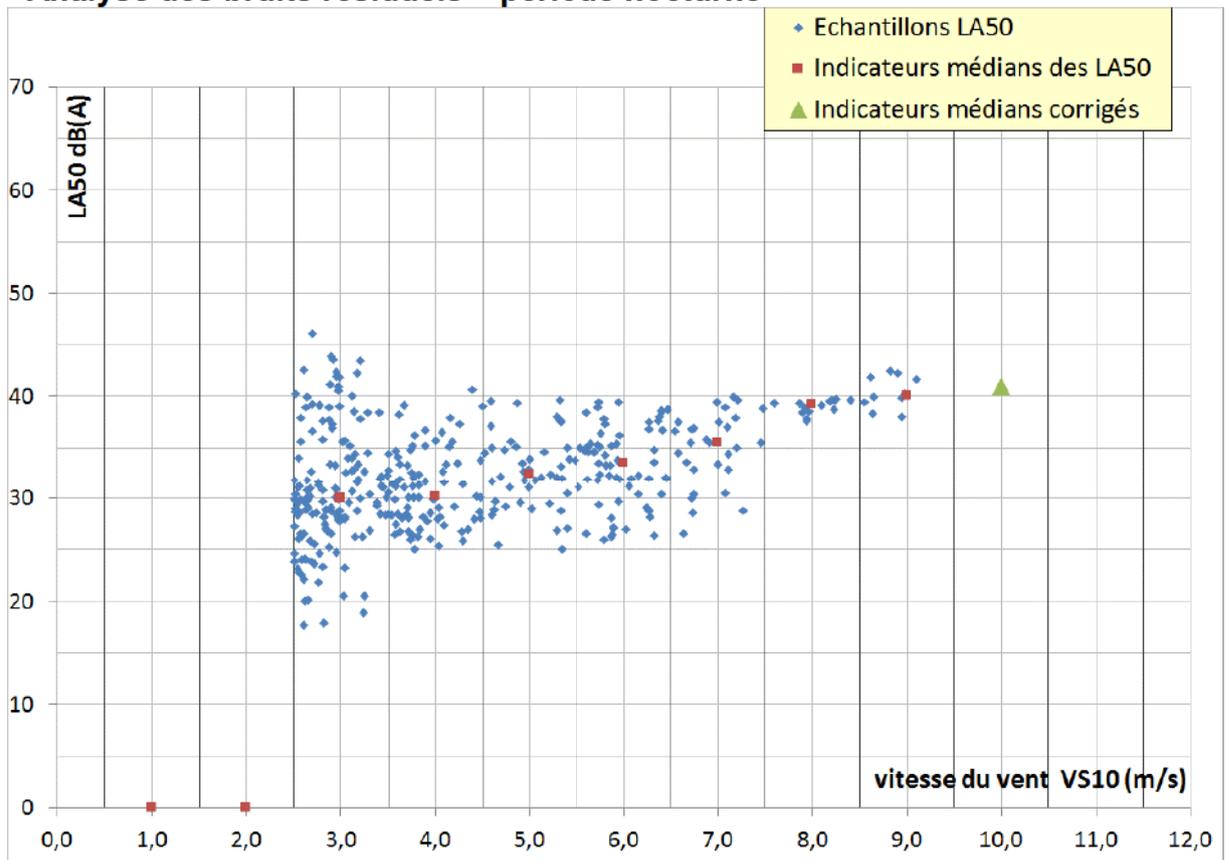
- * Des bruits de circulation locale et des activités agricoles menées dans le secteur ;
- * Des bruits d'activités sur la ferme ;
- * Des bruits « naturels » liés au vent et à la végétation.



b) Analyse des bruits résiduels – période diurne



c) Analyse des bruits résiduels – période nocturne



3.3. Résultats des mesures de bruits résiduels, La Barbuise

a) Présentation de la mesure

Il s'agit d'une habitation et d'un camping situé au sud-est de la zone d'étude 1 et au nord-ouest de la zone d'étude 2. La mesure est placée en recul par rapport à la route.



Position topographique :

La maison se trouve au niveau de la zone de projet.

Végétation :

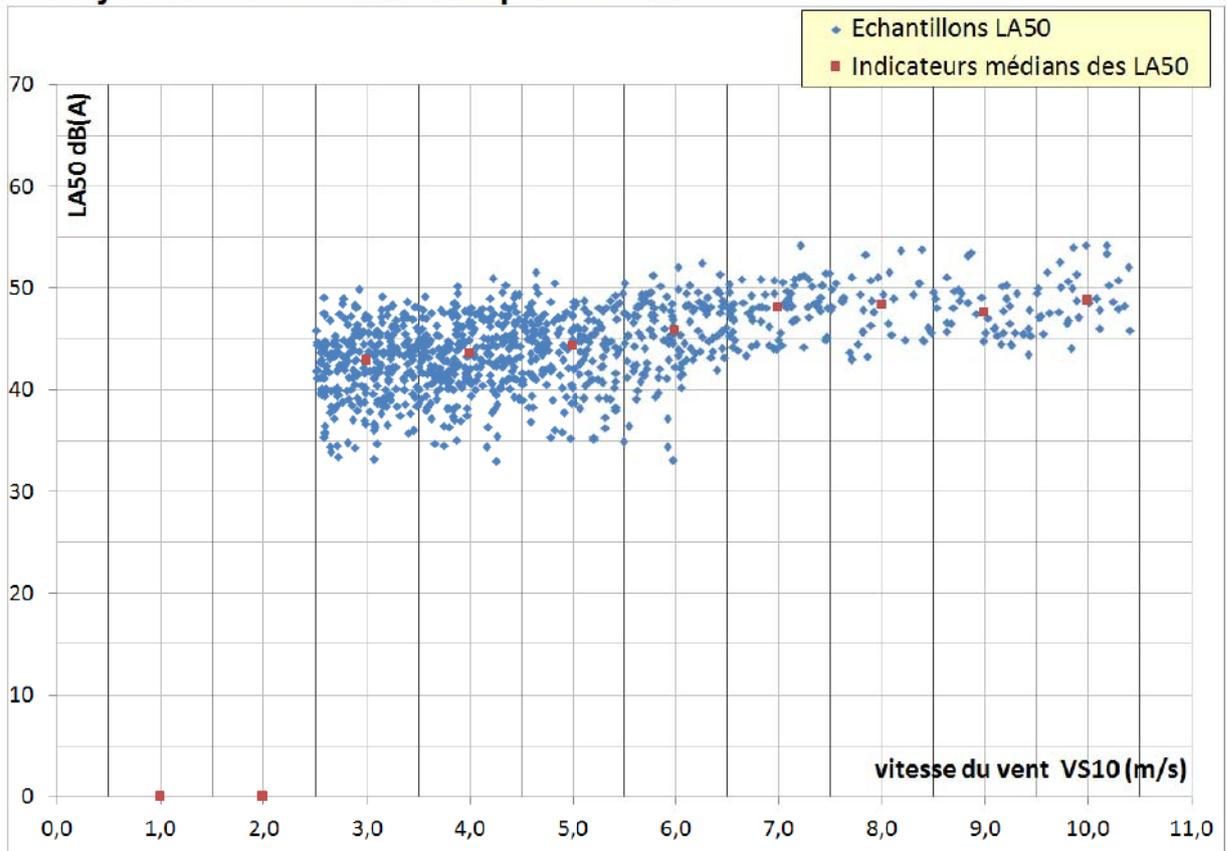
La végétation autour du lieu est faible. Quelques fruitiers sont présents à proximité mais leur feuillage est naissant au moment de la mesure.

Composition du bruit résiduel :

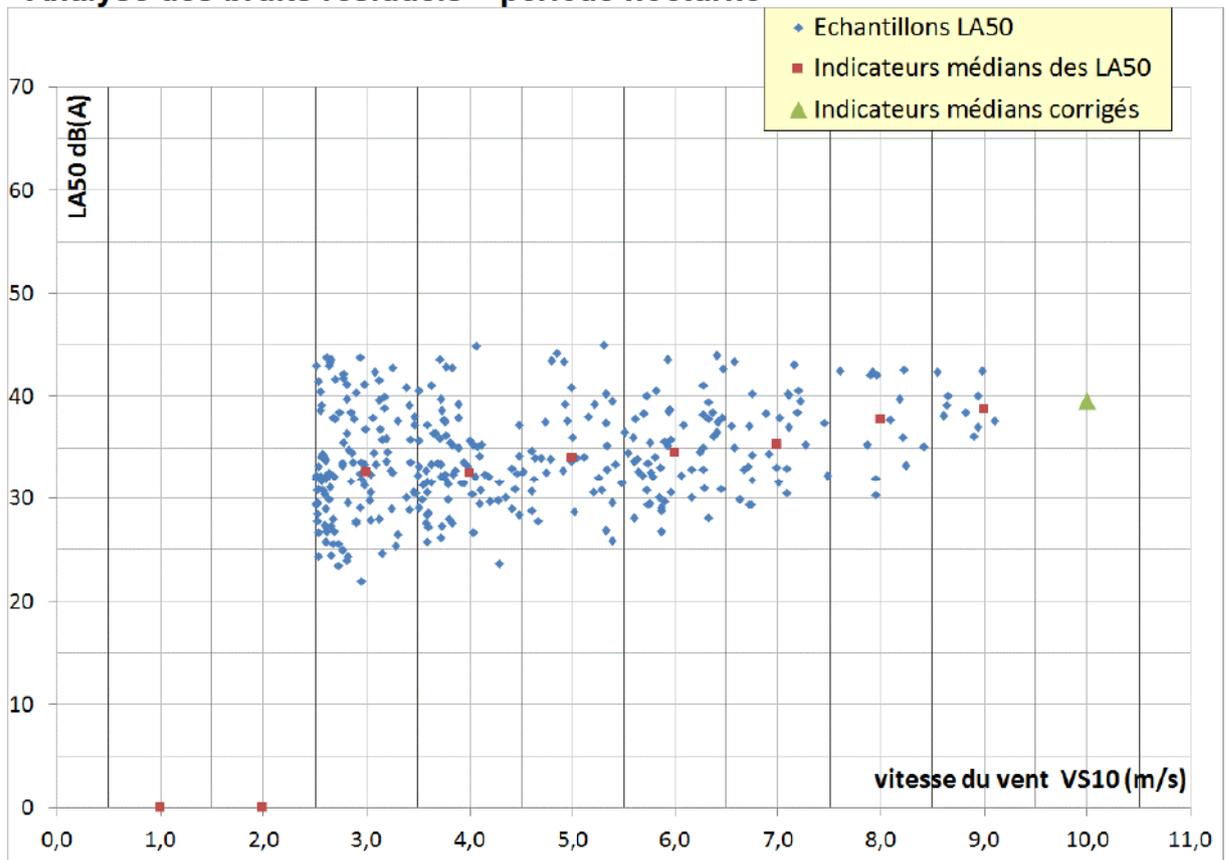
- * Des bruits de circulation locale et des activités agricoles menées dans le secteur ;
- * Des bruits « naturels » liés au vent et à la végétation.



b) Analyse des bruits résiduels – période diurne



c) Analyse des bruits résiduels – période nocturne



3.4. Résultats des mesures de bruits résiduels, Saint Remy

a) Présentation de la mesure

La commune se situe au sud-ouest de la zone d'étude 1 et au nord-ouest de la zone d'étude 2. La mesure est placée dans le jardin d'une habitation, vers le projet.



Position topographique :

La maison se trouve au niveau de la zone de projet.

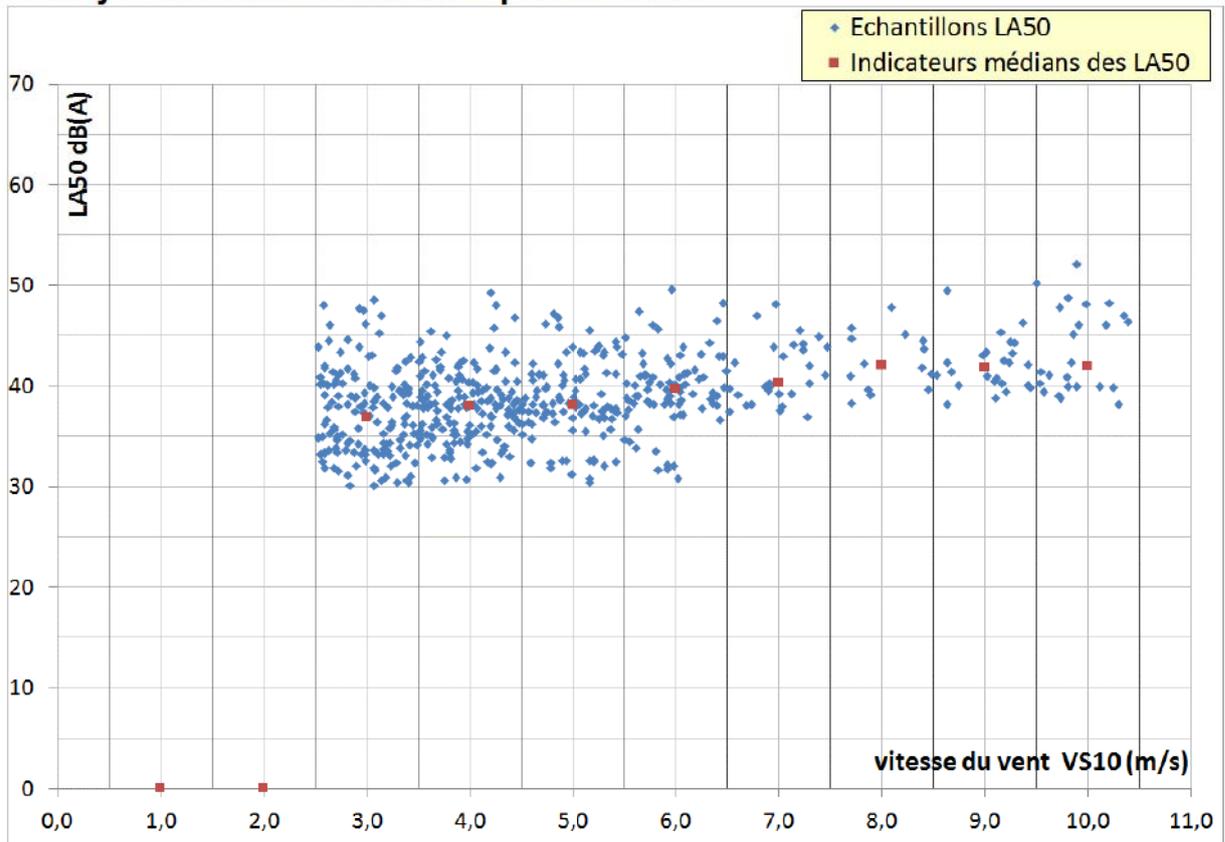
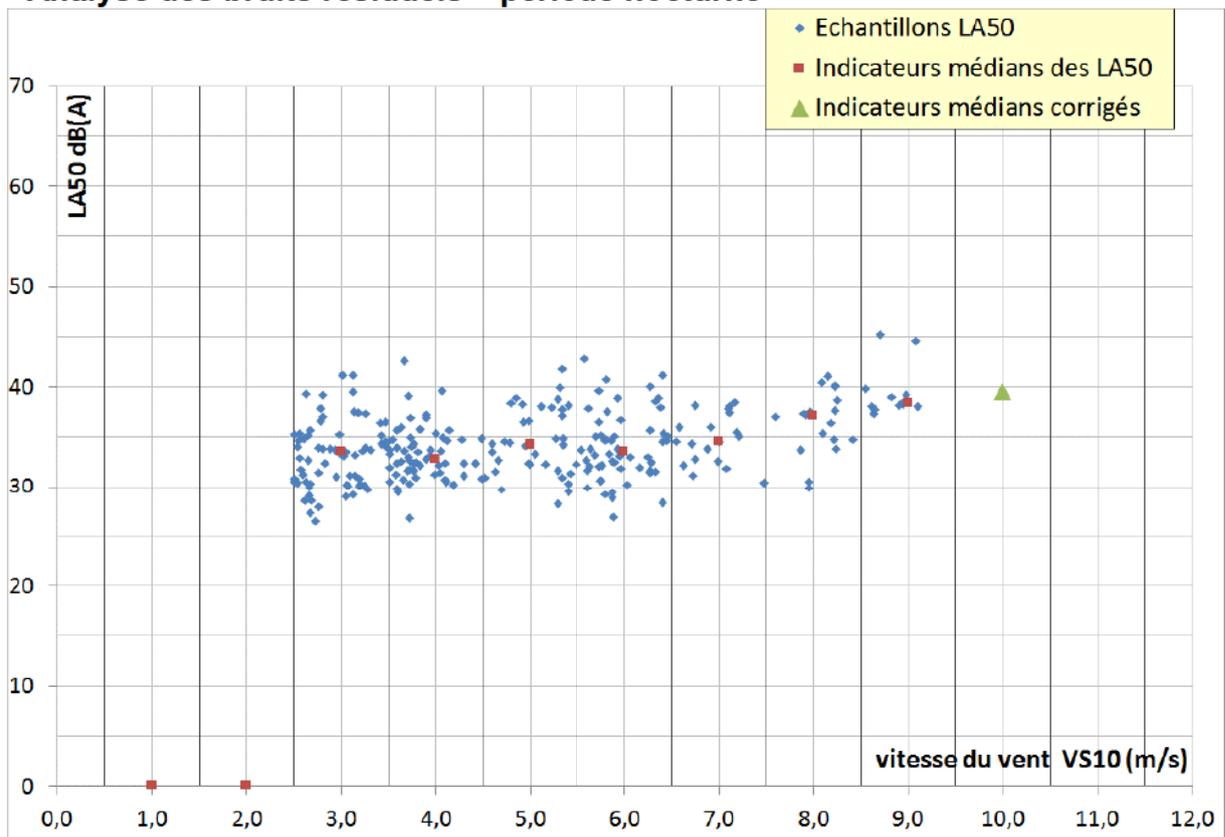
Végétation :

La végétation autour du lieu est faible.

Composition du bruit résiduel :

- * Des bruits de circulation locale et des activités agricoles menées dans le secteur ;
- * Des bruits « naturels » liés au vent et à la végétation.



b) Analyse des bruits résiduels – période diurne**c) Analyse des bruits résiduels – période nocturne**

3.5. Résultats des mesures de bruits résiduels, La Belle Idée

a) Présentation de la mesure

Le hameau se situe à l'ouest de la zone d'étude 1 et au nord-ouest de la zone d'étude 2. La mesure est placée dans un herbage mitoyen à l'habitation, vers le projet.



Position topographique :

La maison se trouve au niveau de la zone de projet.

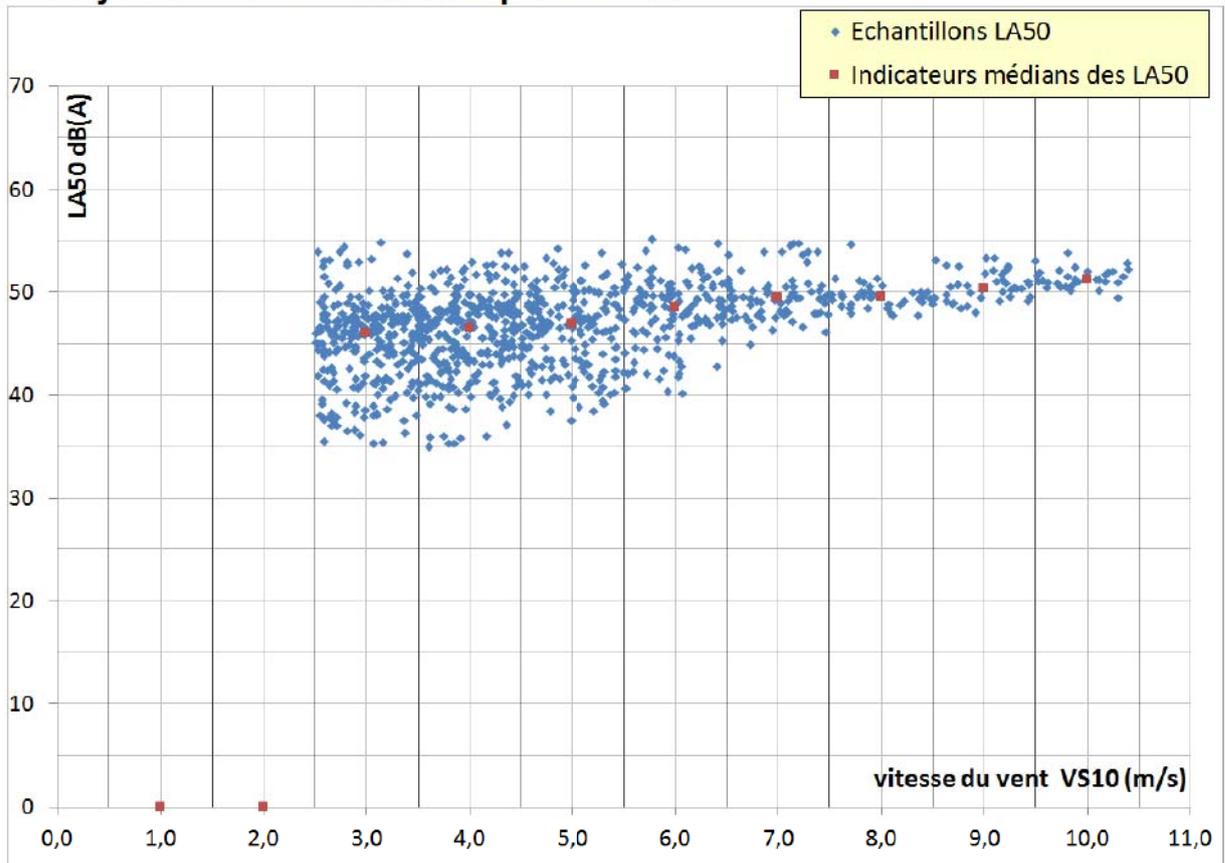
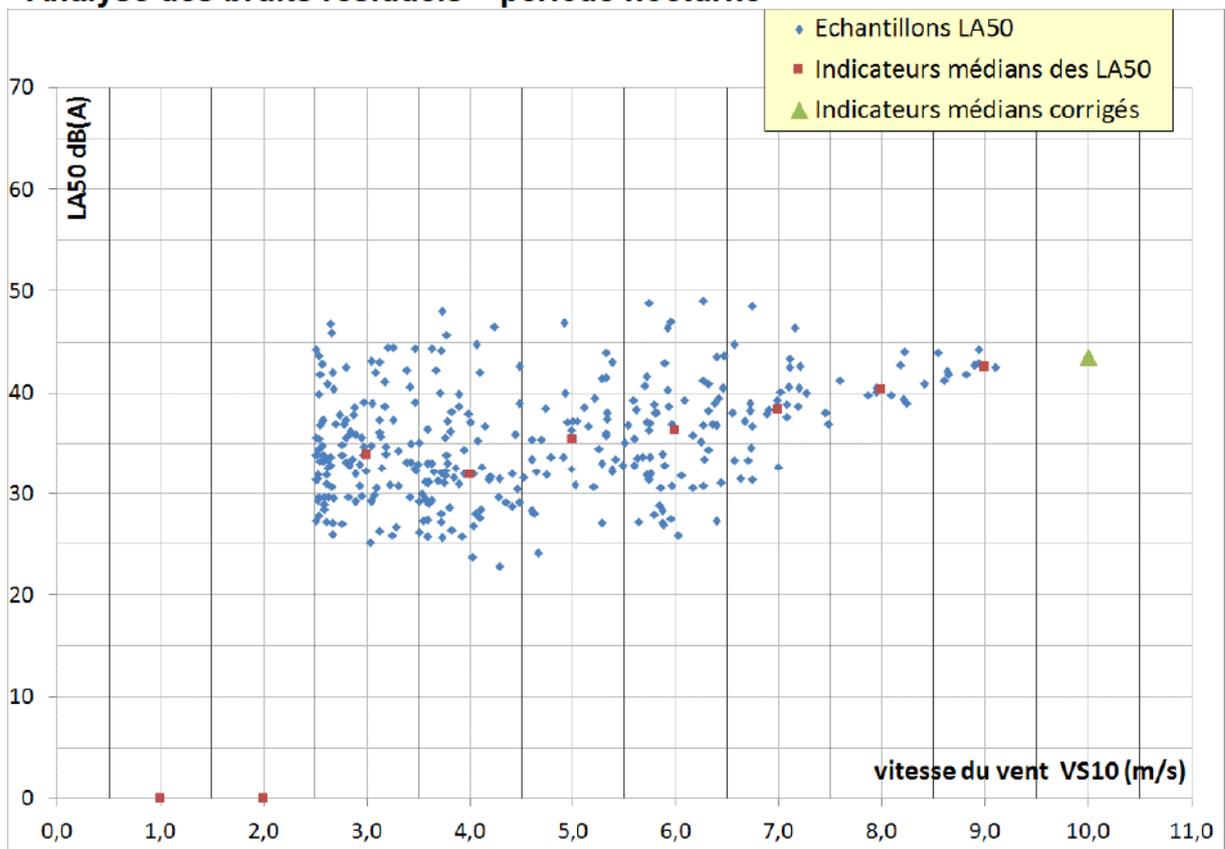
Végétation :

La végétation autour du lieu est moyenne. Des arbres sont présents dans la parcelle, et en limite avec les parcelles voisines.

Composition du bruit résiduel :

- * Des bruits de circulation locale et des activités agricoles menées dans le secteur ;
- * Des bruits « naturels » liés au vent et à la végétation.



b) Analyse des bruits résiduels – période diurne**c) Analyse des bruits résiduels – période nocturne**

3.6. Résultats des mesures de bruits résiduels, Ferme Bigot

a) Présentation de la mesure

Il s'agit d'une ferme isolée en plaine. Elle se situe au sud-ouest de la zone d'étude 2. La mesure est placée dans le jardin vers la plaine à proximité d'un hangar et d'une des maisons.



Position topographique :

La maison se trouve au niveau de la zone de projet.

Végétation :

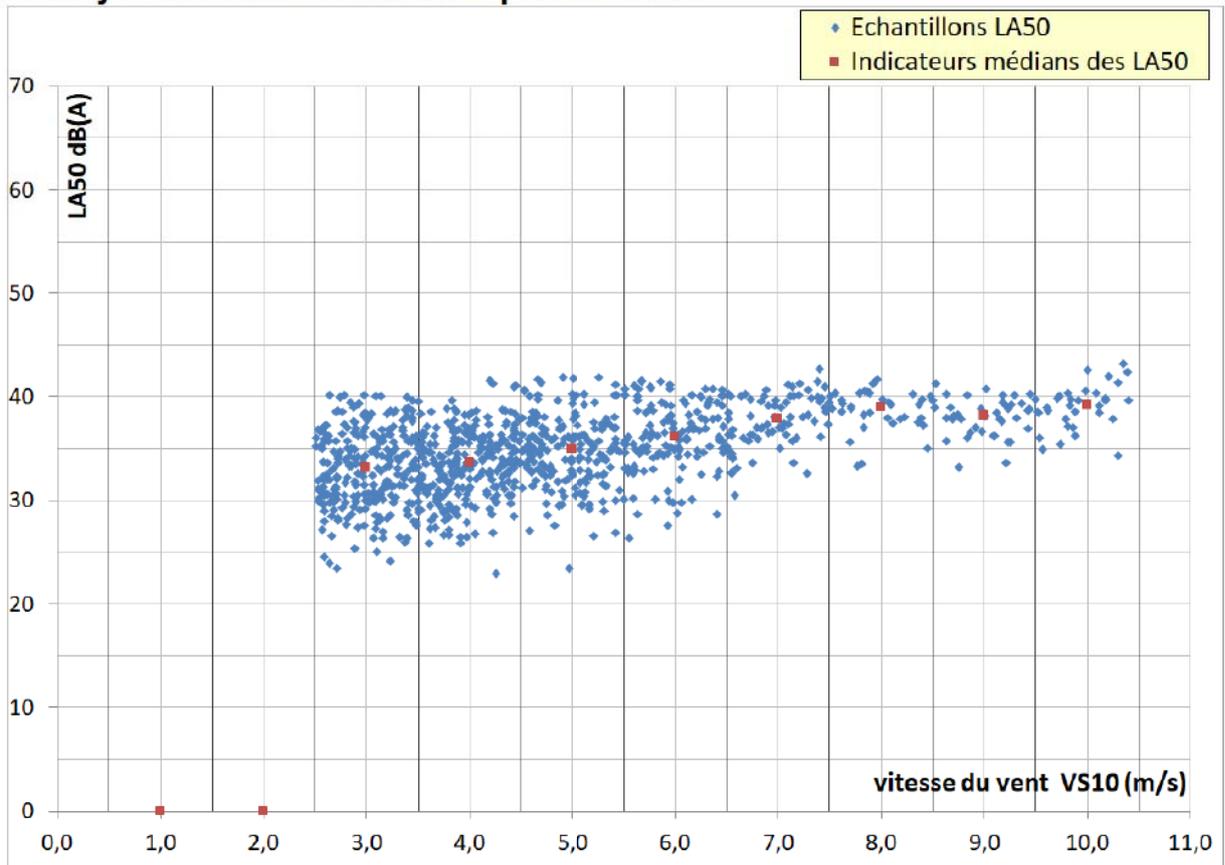
La végétation autour du lieu est moyenne. Des arbres sont présents dans la parcelle, et en limite avec les parcelles voisines.

Composition du bruit résiduel :

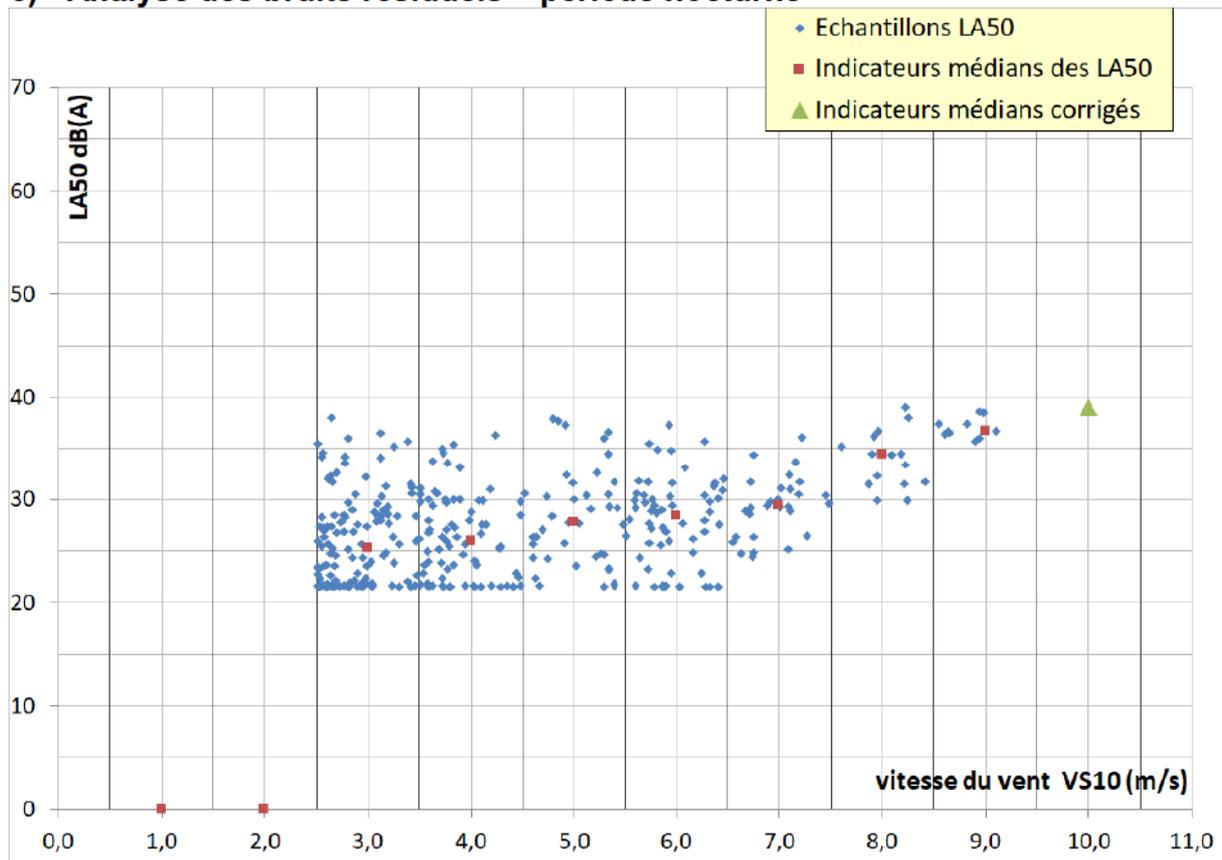
- * Des bruits de circulation locale et des activités agricoles menées dans le secteur ;
- * Des bruits « naturels » liés au vent et à la végétation.



b) Analyse des bruits résiduels – période diurne



c) Analyse des bruits résiduels – période nocturne



3.7. Résultats des mesures de bruits résiduels, Voué - Rue Jean Caffet

a) Présentation de la mesure

La commune se situe à l'Est de la zone d'étude 2. La mesure est placée dans le jardin d'une habitation, vers le projet.



Position topographique :

La maison se trouve au niveau de la zone de projet.

Végétation :

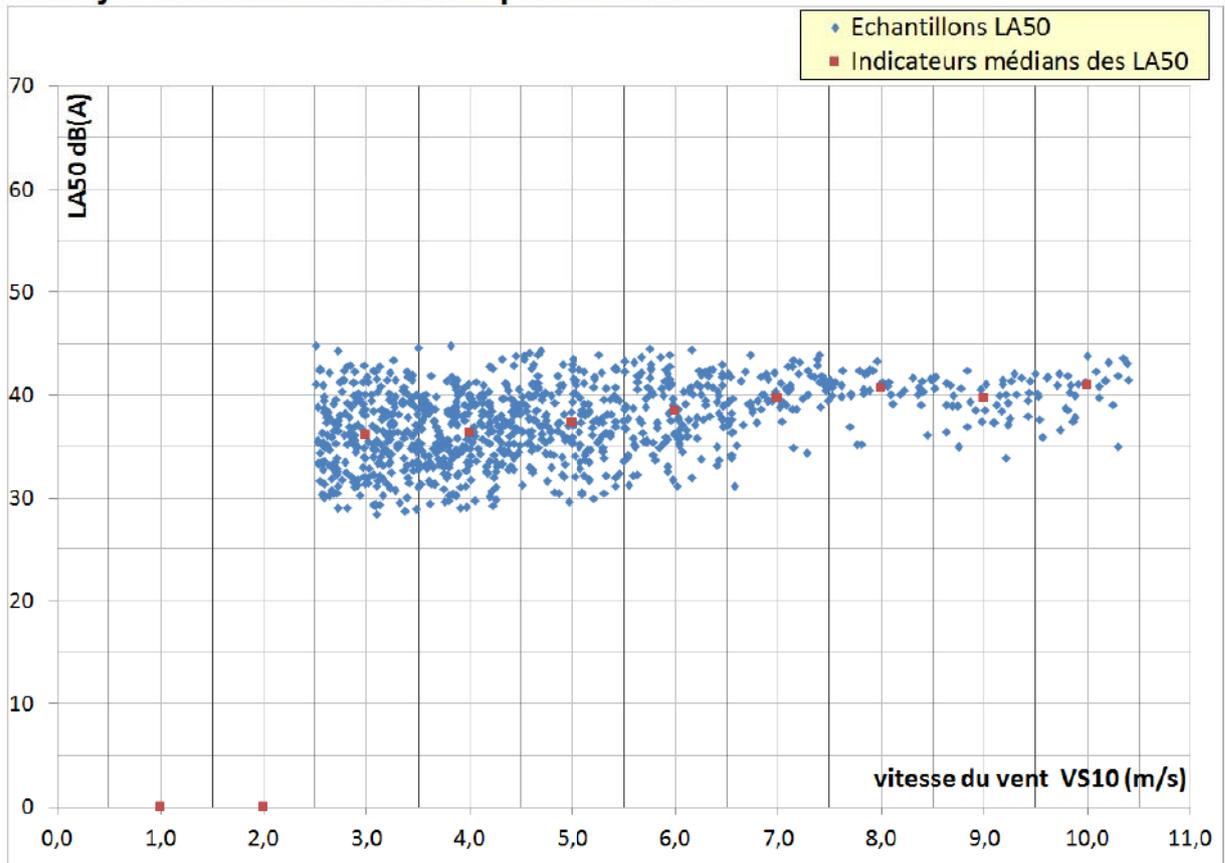
La végétation autour du lieu est faible.

Composition du bruit résiduel :

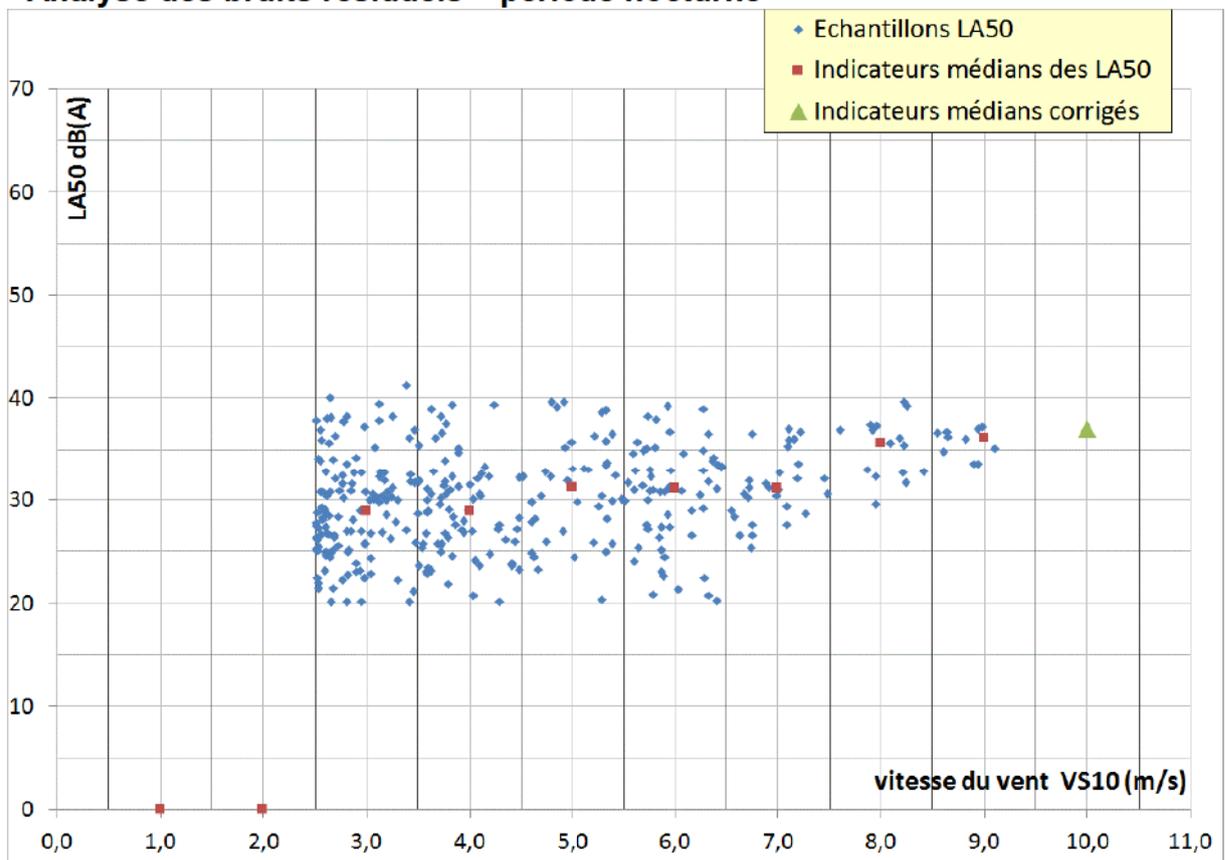
- * Des bruits de circulation locale et des activités agricoles menées dans le secteur ;
- * Des bruits « naturels » liés au vent et à la végétation.



b) Analyse des bruits résiduels – période diurne



c) Analyse des bruits résiduels – période nocturne



3.8. Synthèse des données bruit/vent

a) Tableau récapitulatif des bruits résiduels

Les tableaux suivants donnent la synthèse des valeurs de bruit résiduel selon leurs différents intervalles de vitesse et les emplacements de mesurages, pour chaque classe homogène.

Position d'étude	Bruits résiduels mesurés - période DIURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
Torcy le Grand	38,3	39,3	39,9	41,1	41,7	43,2	42,9	43,6
Ferme d'Articourt	36,7	38,0	42,0	44,7	46,3	48,7	52,6	52,3
La Barbuise	42,8	43,5	44,3	45,8	48,1	48,4	47,6	48,7
Saint Remy	36,8	37,9	38,0	39,6	40,2	42,0	41,8	41,9
La Belle Idée	46,0	46,5	46,9	48,5	49,4	49,5	50,4	51,2
Ferme Bigot	33,1	33,6	34,9	36,1	37,8	38,9	38,2	39,1
Voué ; Rue Jean Caffet	36,1	36,3	37,3	38,4	39,6	40,7	39,7	41,0
Position d'étude	Bruits résiduels mesurés - période NOCTURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
Torcy le Grand	34,8	34,5	35,3	34,2	34,5	35,1	36,5	37,5
Ferme d'Articourt	30,0	30,2	32,4	33,5	35,5	39,2	40,1	41,0
La Barbuise	32,6	32,5	34,0	34,6	35,3	37,7	38,8	39,5
Saint Remy	33,5	32,8	34,3	33,5	34,5	37,1	38,4	39,5
La Belle Idée	33,9	31,8	35,4	36,3	38,3	40,3	42,6	43,5
Ferme Bigot	25,2	25,9	27,8	28,4	29,4	34,4	36,7	39,0
Voué ; Rue Jean Caffet	28,9	28,9	31,2	31,1	31,1	36,6	36,1	37,0

Figure 9 : Synthèse des bruits résiduels mesurés

b) Appréciation

Les panels de mesures comportent des conditions représentatives d'une gamme assez large d'évolution de la situation sonore en fonction de l'évolution du vent.

Ces mesures traduisent l'élévation de l'ambiance sonore avec l'élévation des vitesses de vent, les niveaux obtenus correspondent à des situations **calmes à modérées**.

- De jour, en fonction des positions et des vitesses, les niveaux estimés sont compris entre **36,1 dB(A)** à **52,6 dB(A)**.
- De nuit, en fonction des positions et des vitesses, les niveaux estimés sont compris entre **28,9 dB(A)** à **43,5 dB(A)**.

L'ambiance sonore mesurée est principalement liée aux vents et à la présence d'obstacles et de végétation à proximité des points de mesures. Elle est complétée en journée par les bruits routiers et les activités agricoles dans le secteur.

Les parcs éoliens présents autour des zones d'études sont faiblement présent dans l'environnement sonore.



4. Simulation d'impact sonore

4.1. Modélisation du site

Le logiciel *Inoise*, développé par la société DGMR. Il s'agit d'un calculateur 3D qui permet de modéliser la propagation acoustique en espace extérieur, en prenant en compte l'ensemble des paramètres influents exploitables, en l'état des connaissances.

Afin de quantifier l'influence des émissions sonores des éoliennes du projet, une modélisation informatique a été réalisée. Celle-ci va prendre en compte un ensemble de paramètres influents sur la propagation du son :

- La zone d'étude (topographie, carte IGN 1/25000^{ème}, ...)
- L'implantation des éoliennes du projet.
- Les sources de bruits et leurs caractéristiques techniques ;
- Les effets de propagation et d'atténuation du son dans l'air ;
- Les effets d'atténuation ou de réflexion autour des récepteurs de calculs ;

4.2. Paramètres des calculs

Terrain :

La topographie du site a été saisie à partir d'un fichier informatique IGN 1/25000^{ème}.

Méthode de calcul :

La méthode de calcul utilisée est la méthode ISO9613-2.

Conditions de calcul :

Les variables retenues pour les différents calculs sont résumées dans le tableau suivant :

Paramètres	Conditions 1	Conditions 2
Période	Diurne	Nocturne
Température	5°C	5°C
Hygrométrie	75%	75%
Provenance du vent	225°	225°
Coefficient de sol	0,5	0,5
Classe de vitesse de vent	3 à 10 m/s	3 à 10 m/s
Distance de propagation	5000 mètres	5000 mètres

Figure 10 : Conditions des calculs

Les conditions de calculs retenues sont volontairement « fortes », avec un coefficient de sol de 0,5m de manière à ne pas sous-estimer l'impact sonore.

Caractéristiques des éoliennes :

- EOL51 : Enercon E-82 E4, 2,35 MW, hauteur de moyeu 68,91 m, hauteur totale 109,91 m
- EOL52 : Enercon E-82 E4, 2,35 MW, hauteur de moyeu 68,91 m, hauteur totale 109,91 m
- EOL53 : Enercon E-82 E4, 2,35 MW, hauteur de moyeu 58,91 m, hauteur totale 99,91 m
- EOL54 : Enercon E-82 E4, 2,35 MW, hauteur de moyeu 58,91 m, hauteur totale 99,91 m





Figure 11 : Implantation retenue – variante finale

La distance minimum entre les zones habitées et les éoliennes est de l'ordre de 1700 mètres. Cette distance respecte l'exigence réglementaire de 500 mètres d'éloignement.

Récepteurs des calculs :

Les points de mesures sont repris pour les calculs, ainsi que 6 points ajoutés afin de compléter notre évaluation du site.

Ces points sont situés sur des secteurs complémentaires, venant renforcer l'exhaustivité de l'évaluation des impacts sonores, ou bien sur des zones où l'accord n'a pas été obtenu pour la mesure.

Nous prenons pour hypothèses les bruits des points de mesures proches et dans un contexte similaire. Les bruits retenus sont les suivants :



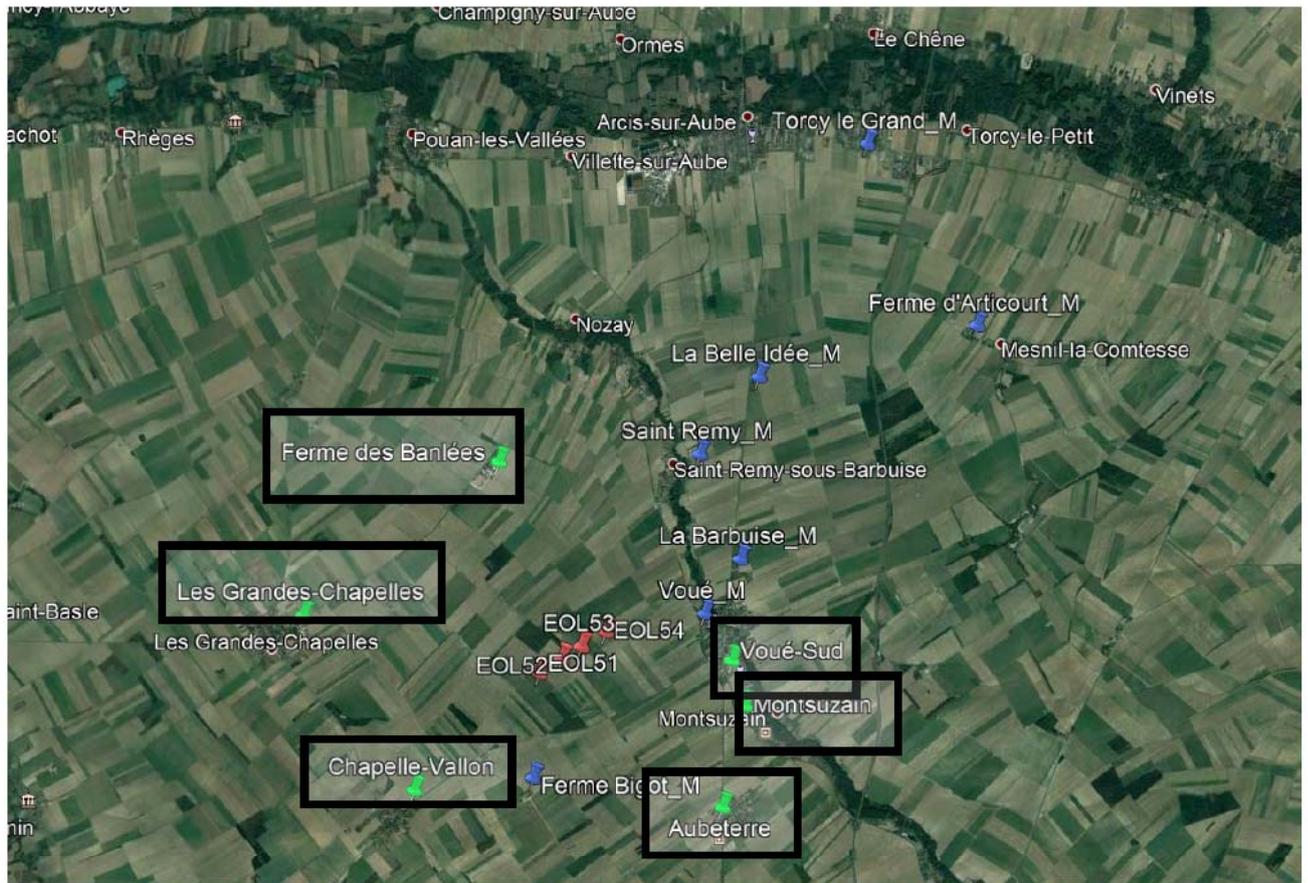


Figure 12 : Récepteurs des calculs : points complémentaires (cadres) et mesures

Les bruits résiduels pour l'ensemble des points :

Position	Mesure	Référence	motif
Torcy le Grand_M	oui	//	
Ferme d'Articourt_M	oui	//	
La Barbuise_M	oui	//	
Saint Remy_M	oui	//	
La Belle Idée_M	oui	//	
Ferme Bigot_M	oui	//	
Voué_M	oui	//	
Voué-Sud	non	Saint Remy_M	Contexte acoustique proche
Montsuzain	non	Saint Remy_M	Contexte acoustique proche
Aubeterre	non	Ferme Bigot_M	Contexte acoustique proche
Chapelle-Vallon	non	Ferme Bigot_M	Contexte acoustique proche
Les Grandes-Chapelles	non	Ferme Bigot_M	Contexte acoustique proche
Ferme des Banliées	non	Saint Remy_M	Contexte acoustique proche

Position d'étude	Bruits résiduels mesurés - période DIURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
Torcy le Grand_M	38,3	39,3	39,9	41,1	41,7	43,2	42,9	43,6
Ferme d'Articourt_M	36,7	38,0	42,0	44,7	46,3	48,7	52,6	52,3
La Barbuise_M	42,8	43,5	44,3	45,8	48,1	48,4	47,6	48,7
Saint Remy_M	36,8	37,9	38,0	39,6	40,2	42,0	41,8	41,9
La Belle Idée_M	46,0	46,5	46,9	48,5	49,4	49,5	50,4	51,2
Ferme Bigot_M	33,1	33,6	34,9	36,1	37,8	38,9	38,2	39,1
Voué_M	36,1	36,3	37,3	38,4	39,6	40,7	39,7	41,0
Voué-Sud	36,1	36,3	37,3	38,4	39,6	40,7	39,7	41,0
Montsuzain	36,1	36,3	37,3	38,4	39,6	40,7	39,7	41,0
Aubeterre	33,1	33,6	34,9	36,1	37,8	38,9	38,2	39,1
Chapelle-Vallon	33,1	33,6	34,9	36,1	37,8	38,9	38,2	39,1
Les Grandes-Chapelles	33,1	33,6	34,9	36,1	37,8	38,9	38,2	39,1
Ferme des Banlées	36,8	37,9	38,0	39,6	40,2	42,0	41,8	41,9
Position d'étude	Bruits résiduels mesurés - période NOCTURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
Torcy le Grand_M	34,8	34,5	35,3	34,2	34,5	35,1	36,5	37,5
Ferme d'Articourt_M	30,0	30,2	32,4	33,5	35,5	39,2	40,1	41,0
La Barbuise_M	32,6	32,5	34,0	34,6	35,3	37,7	38,8	39,5
Saint Remy_M	33,5	32,8	34,3	33,5	34,5	37,1	38,4	39,5
La Belle Idée_M	33,9	31,8	35,4	36,3	38,3	40,3	42,6	43,5
Ferme Bigot_M	25,2	25,9	27,8	28,4	29,4	34,4	36,7	39,0
Voué_M	28,9	28,9	31,2	31,1	31,1	35,6	36,1	37,0
Voué-Sud	28,9	28,9	31,2	31,1	31,1	35,6	36,1	37,0
Montsuzain	28,9	28,9	31,2	31,1	31,1	35,6	36,1	37,0
Aubeterre	25,2	25,9	27,8	28,4	29,4	34,4	36,7	39,0
Chapelle-Vallon	25,2	25,9	27,8	28,4	29,4	34,4	36,7	39,0
Les Grandes-Chapelles	25,2	25,9	27,8	28,4	29,4	34,4	36,7	39,0
Ferme des Banlées	33,5	32,8	34,3	33,5	34,5	37,1	38,4	39,5

4.3. Niveaux sonores des éoliennes

Caractéristiques des éoliennes :

Niveau de puissance sonore (SPL) – global dB(A)								
Vs – 10m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
E82_2.35MW_59m	86,6	92,2	96,0	99,9	102,6	103,8	104,0	104,0
OM 2000	86,6	92,2	96,0	99,9	102,4	103,2	103,3	103,4
OM 1500	86,6	92,2	96,0	99,1	100,6	101,4	101,6	101,6
OM 1000	86,6	92,2	96,0	99,0	100,0	100,4	100,4	100,4
Niveau de puissance sonore (SPL) – global dB(A)								
Vs – 10m	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
E82_2.35MW_69m	87,0	92,5	96,4	100,3	102,9	104,0	104,0	104,0
OM 2000	87,0	92,5	96,4	100,3	102,5	103,3	103,3	103,4
OM 1500	87,0	92,5	96,4	99,3	100,8	101,5	101,6	101,6
OM 1000	87,0	92,5	96,4	99,2	100,1	100,4	100,4	100,4

Pertinence de la gamme d'étude : l'éolienne atteint son maximum acoustique à 9 m/s, pour une vitesse standardisée à 10m. Le choix de l'intervalle d'étude de 3 à 10m/s peut être conservé.



4.4. Résultats du calcul du bruit ambiant

Les calculs que nous réalisons présentent pour chaque position d'étude l'apport sonore de l'ensemble des éoliennes du projet. Ces résultats sont nommés « **Bruits Particuliers** » et ils sont détaillés en annexe 4.

Ils sont additionnés aux mesures d'état initial pour évaluer les « **Bruits Ambiants** » qui représentent la situation sonore prévisionnelle correspondant à l'insertion des émissions sonores des éoliennes dans l'environnement sonore mesurés.

Ces bruits ambiants sont utilisés pour calculer les « **Emergences prévisionnelles** » du projet. Elles représentent l'augmentation sonore lié à l'insertion des émissions sonores des éoliennes dans l'environnement sonore mesurés. La réglementation définie une limite à respecter pour cette augmentation sur la base de ce critère d'émergence.

Bruits ambiants calculés :

Position d'étude	Bruits ambiants calculés - période DIURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
Torcy le Grand_M	38,3	39,3	39,9	41,1	41,7	43,2	42,9	43,6
Ferme d'Articourt_M	36,7	38,0	42,0	44,7	46,3	48,7	52,6	52,3
La Barbuise_M	42,8	43,5	44,3	45,8	48,1	48,4	47,6	48,7
Saint Remy_M	36,8	37,9	38,0	39,6	40,2	42,0	41,8	41,9
La Belle Idée_M	46,0	46,5	46,9	48,5	49,4	49,5	50,4	51,2
Ferme Bigot_M	33,1	33,6	34,9	36,2	37,9	39,0	38,3	39,2
Voué_M	36,1	36,3	37,3	38,5	39,7	40,8	39,8	41,1
Voué-Sud	36,1	36,3	37,3	38,5	39,7	40,8	39,8	41,1
Montsuzain	36,1	36,3	37,3	38,4	39,7	40,8	39,7	41,1
Aubeterre	33,1	33,6	34,9	36,1	37,8	38,9	38,2	39,1
Chapelle-Vallon	33,1	33,6	34,9	36,1	37,8	38,9	38,2	39,1
Les Grandes-Chapelles	33,1	33,6	34,9	36,1	37,8	38,9	38,2	39,1
Ferme des Banlées	36,8	37,9	38,0	39,6	40,2	42,0	41,8	41,9
Position d'étude	Bruits ambiants calculés - période NOCTURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
Torcy le Grand_M	34,8	34,5	35,3	34,2	34,5	35,1	36,5	37,5
Ferme d'Articourt_M	30,0	30,2	32,4	33,5	35,5	39,2	40,1	41,0
La Barbuise_M	32,6	32,5	34,0	34,6	35,4	37,8	38,8	39,6
Saint Remy_M	33,5	32,8	34,3	33,6	34,6	37,2	38,4	39,5
La Belle Idée_M	33,9	31,8	35,4	36,3	38,3	40,3	42,6	43,5
Ferme Bigot_M	25,3	26,1	28,0	28,9	30,1	34,7	36,9	39,1
Voué_M	28,9	29,0	31,3	31,5	31,9	36,0	36,5	37,3
Voué-Sud	28,9	29,0	31,3	31,3	31,6	35,8	36,3	37,2
Montsuzain	28,9	29,0	31,2	31,3	31,5	35,8	36,3	37,1
Aubeterre	25,2	26,0	27,9	28,6	29,7	34,5	36,8	39,0
Chapelle-Vallon	25,2	26,0	27,9	28,6	29,7	34,5	36,8	39,0
Les Grandes-Chapelles	25,2	25,9	27,8	28,5	29,5	34,5	36,7	39,0
Ferme des Banlées	33,5	32,8	34,3	33,6	34,6	37,2	38,5	39,5

En bleu : bruits ambiants inférieurs à 35 dB(A).



Calculs des émergences :

Position d'étude	Émergences calculées - période DIURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
Torcy le Grand_M	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ferme d'Articourt_M	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
La Barbuise_M	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Saint Remy_M	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
La Belle Idée_M	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ferme Bigot_M	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Voué_M	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
Voué-Sud	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Montsuzain	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
Aubeterre	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Chapelle-Vallon	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Les Grandes-Chapelles	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ferme des Banlées	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Position d'étude	Émergences calculées - période NOCTURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
Torcy le Grand_M	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ferme d'Articourt_M	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
La Barbuise_M	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Saint Remy_M	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
La Belle Idée_M	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ferme Bigot_M	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,3	0,2	0,1
Voué_M	0,0	0,1	0,2	0,5	0,8	0,4	0,4	0,3
Voué-Sud	0,0	0,1	0,1	0,3	0,5	0,2	0,2	0,2
Montsuzain	0,0	0,1	0,1	0,2	0,4	0,2	0,2	0,1
Aubeterre	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,1	0,0
Chapelle-Vallon	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,1	0,0
Les Grandes-Chapelles	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0
Ferme des Banlées	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0

5. Evaluations réglementaires

5.1. Résultats des émergences globales

L'émergence maximale tolérée en ZER en période diurne est de 5 dB(A), et de 3 dB(A) en période nocturne. Le fonctionnement considéré des éoliennes est continu.

En complément, la réglementation fixe un seuil limite de bruit ambiant en dessous duquel elle n'applique pas de limitation en termes d'émergence. Ce seuil est fixé à **35 dB(A)**. S'il n'est pas dépassé, il n'y pas d'évaluation de l'émergence.

Selon les mesures sur site et via les outils méthodologiques disponibles, les résultats réglementaires obtenus sont indiqués ci-après :

Position d'étude	Émergences calculées - période DIURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
Torcy le Grand_M	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ferme d'Articourt_M	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
La Barbuise_M	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Saint Remy_M	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
La Belle Idée_M	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ferme Bigot_M	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Voué_M	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
Voué-Sud	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Montsuzain	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
Aubeterre	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Chapelle-Vallon	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Les Grandes-Chapelles	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ferme des Banléés	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Position d'étude	Émergences calculées - période NOCTURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
Torcy le Grand_M	Lamb<35	Lamb<35	0,0	Lamb<35	Lamb<35	0,0	0,0	0,0
Ferme d'Articourt_M	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	0,0	0,0	0,0	0,0
La Barbuise_M	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	0,1	0,1	0,1	0,1
Saint Remy_M	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	0,1	0,0	0,0
La Belle Idée_M	Lamb<35	Lamb<35	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ferme Bigot_M	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	0,2	0,1
Voué_M	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	0,4	0,4	0,3
Voué-Sud	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	0,2	0,2	0,2
Montsuzain	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	0,2	0,2	0,1
Aubeterre	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	0,1	0,0
Chapelle-Vallon	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	0,1	0,0
Les Grandes-Chapelles	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	0,0	0,0
Ferme des Banléés	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	Lamb<35	0,1	0,1	0,0

« Lamb<35 » : Suivant l'arrêté du 26 août 2011, l'émergence n'est pas réglementée pour les situations présentant un bruit ambiant inférieur à 35 dB(A).



Pour la période diurne, avec un fonctionnement « normal » :

- Il n'y a pas de dépassements prévisionnels des émergences réglementaires, l'émergence la plus élevée étant de 0,2 dB(A).

Pour la période nocturne, avec un fonctionnement « normal » :

- Il n'y a pas de dépassements prévisionnels des émergences réglementaires, l'émergence la plus élevée étant de 0,4 dB(A).

5.2 Résultats des seuils en limite de périmètre

L'arrêté du 26 août 2011 spécifie un périmètre de contrôle autour des éoliennes au sein duquel le bruit est réglementé. Ce périmètre correspond au plus petit polygone dans lequel sont inscrits les disques de centre chaque aérogénérateur et de rayon $1,2 \times$ hauteur totale de l'éolienne.

Pour chaque période (diurne et nocturne), le bruit résiduel en limite de périmètre de contrôle est estimé grâce à des extrapolations faites à partir des niveaux mesurés aux différents points d'écoute. Grâce aux données fournies par le constructeur, le bruit particulier émis par les éoliennes est connu dans ce périmètre, il est alors possible de calculer le bruit ambiant attendu une fois les éoliennes construites et de le comparer au seuil réglementaire.

Le périmètre de contrôle se situe à 131,9 et 119,9 mètres

Les résultats pour ce modèle d'éolienne sont les suivants :

Période	Secteur de vent	Bruit résiduel estimé [dB(A)]	Bruit particulier des éoliennes [dB(A)]	Bruit ambiant attendu [dB(A)]	Seuil réglementaire [dB(A)]
Diurne (E51&E52)	Tous (52,6	49,0	54,2	70,0
Nocturne (E51&E52)	Tous	43,5	49,0	50,1	60,0
Diurne (E53&E54)	Tous	52,6	50,0	54,5	70,0
Nocturne (E53&E54)	Tous	43,5	50,0	50,9	60,0

L'analyse des impacts est conforme avec les seuils limites fixés par l'arrêté du 26 août 2011 pour les deux modèles d'éoliennes envisagés.

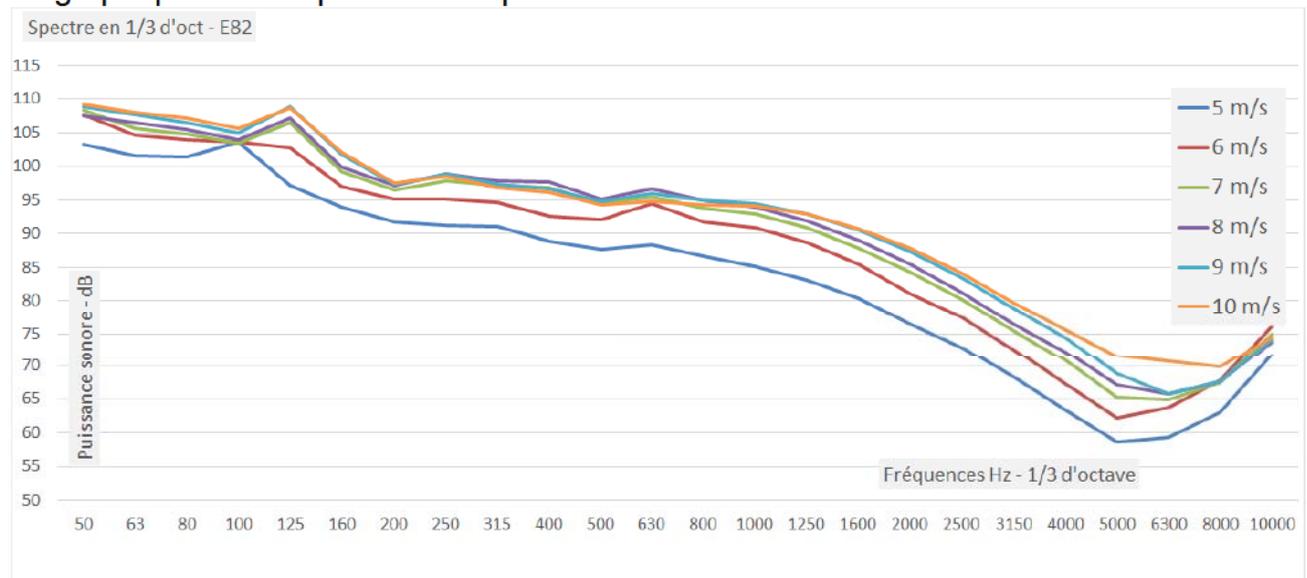
5.3 Tonalités marquées

La tonalité marquée est détectée dans un spectre non pondéré de tiers d'octave quand la différence de niveaux entre la bande de tiers d'octave et les quatre bandes de tiers d'octave les plus proches (immédiatement inférieures et immédiatement supérieures) atteint ou dépasse les niveaux indiqués dans le tableau suivant.

Fréquences	63 à 315 Hz	400 à 1250 Hz	1600 à 6300 Hz
Différences de niveau	10 dB	5 dB	5 dB

L'installation ne doit pas être à l'origine de tonalités marquées durant plus de 30% de son temps de fonctionnement. Les puissances sonores par bandes de tiers d'octave (en dB) fournies par le constructeur font l'objet d'une recherche de tonalités marquées.

Le graphique suivant présente le spectre sonore en tiers d'octave :



L'analyse des tonalités marquées est conforme avec les seuils limites fixés par l'arrêté du 26 août 2011 pour le modèle d'éolienne envisagé.

5.4. Impacts cumulés des projets éoliens

Les distances avec les projets en instruction ou les parcs accordés mais non construits sont supérieures à 5 kilomètres. Il n'y a pas, pour l'acoustique, de situations d'impacts cumulés à évaluer.



6. Conclusions

Suivant les mesures sur site, ainsi que les outils et hypothèses prises en compte pour le dossier, les différents aspects comportant des limites fixées par l'arrêté du 26 août 2011 présentent les résultats suivants :

- Les émergences sonores sont respectées en fonctionnement normal la journée ;
- Les émergences sonores sont respectées en fonctionnement normal la nuit ;
- Les seuils maximums en limite de périmètre de contrôle sont respectés, pour la période diurne et pour la période nocturne ;
- Les éoliennes ne présentent pas de tonalités marquées.

Ainsi, compte tenu de ces résultats, l'étude des impacts acoustiques montre un projet capable de respecter les émergences réglementaires qui lui seront fixées.

Enfin, notre analyse se base sur une situation dite « sensible » avec une mesure de l'état initial en conditions hivernales. Il est probable que la situation soit plus favorable en période estivale avec l'apparition d'une végétation plus fournie et une ambiance sonore relevée par l'activité de la faune autour des zones habitées. Le pétitionnaire devra veiller à adapter ses conditions de fonctionnement aux besoins effectifs au cours de l'année afin de maîtriser sa production tout en maintenant une conformité à la réglementation.



Table des figures

Figure 1 : Zone d'étude	4
Figure 2 : Infrastructures de transport	5
Figure 3 : Rose des vents annuelle 2019 – windfinder : station aéroport Châlons-Vatry	5
Figure 4 : Contexte éolien	6
Figure 5 : Nuage de points de mesure et valeurs médianes LA50 (entre 1 et 9 m/s)	8
Figure 6 : coordonnées et positions des points de mesure	9
Figure 7 : Mesure de vent et analyse	10
Figure 8 : Rose horaire des vents - mesure à 10 mètres du sol	11
Figure 9 : Synthèse des bruits résiduels mesurés	26
Figure 10 : Conditions des calculs	27
Figure 11 : Implantation retenue – variante finale	28
Figure 12 : Récepteurs des calculs : points complémentaires (cadres) et mesures	29

Annexes

Annexe 1 - Lexique

Afin de préciser quelque peu la signification des termes utilisés dans le rapport de mesures, en voici les principales définitions :

Expression du niveau sonore, L_p :

On exprime un niveau sonore (L_p) en décibel (dB). Il se caractérise par le rapport logarithmique entre la pression acoustique P et une pression acoustique de référence P_0 ($2 \cdot 10^{-5}$ Pascals), sa valeur est égale à :

$$L_p = 20 * LOG\left(\frac{P}{P_0}\right)$$

Pondération(A) :

Lorsque l'on désire caractériser un bruit par un seul nombre dans lequel toutes les fréquences perçues par l'oreille sont présentes, on peut appliquer dans les calculs une correction appelée pondération A. Cette pondération correspond à la sensibilité de l'oreille aux différentes fréquences. Toutes les fréquences composant le niveau de bruit global sont alors évaluées sensiblement de la même manière qu'elles le seraient par l'oreille humaine.

Puissance acoustique :

La puissance acoustique représente l'énergie émise par un équipement. Elle s'exprime indépendamment des conditions extérieures. La perception de cette puissance acoustique en un point donné (récepteur) est appelée pression acoustique.

Pression acoustique :

La pression acoustique est la grandeur mesurée par le microphone. Elle correspond à la perception de la puissance acoustique émise par une source de bruit à un emplacement précis. La pression acoustique dépend de la distance entre la source et le récepteur, mais aussi de tous les paramètres entrant en compte dans la propagation ou l'absorption des sons.

Bruit résiduel :

Bruit ambiant, en l'absence du (des) bruit(s) particulier(s), objet(s) de la requête considérée.

Bruit ambiant :

Bruit total existant dans une situation donnée pendant un intervalle de temps donné. Il est composé de l'ensemble des bruits émis par toutes les sources sonores proches et éloignées.

Bruit particulier :

Composante du bruit ambiant qui peut être identifiée spécifiquement et que l'on désire distinguer du bruit ambiant notamment parce qu'il fait l'objet d'une requête.

Emergence :

Modification temporelle du niveau du bruit ambiant induite par l'apparition ou la disparition d'un bruit particulier. Cette modification porte sur le niveau global.

Addition des niveaux sonores :

Les niveaux sonores s'additionnent de manières logarithmiques (symbole : \oplus).

Addition des niveaux en décibels				
30	\oplus	30	=	33,0
30		29		32,5
30		28		32,1
30		25		31,2
30		20		30,4
30		14		30,1

Vent :

Il s'agit du mouvement de l'air par rapport à la surface de la Terre. Seule la composante horizontale est prise en considération (sauf indication contraire)

Direction du vent :

La direction du vent est l'une des deux grandeurs numériques qui, avec la vitesse du vent, caractérisent le vent au sens courant, c'est-à-dire, d'un point de vue physique, la composante horizontale de la vitesse de l'air . En météorologie, cette "direction" du vent désigne toujours, en fait, la direction d'où vient le vent.

Anémomètre :

Il s'agit d'un instrument qui permet de mesurer la vitesse du vent horizontal.

Vitesse de vent normalisée à 10 mètres :

Il s'agit du procédé de standardisation définie dans la norme IEC61400-11 ed2.1. Elle se base sur une hauteur de référence, 10 mètres, une rugosité de référence, 0,05 mètres et l'utilisation d'un profil logarithmique de vent. La vitesse de vent exprimée suivant ces paramètres est dite « Vitesse standardisée à 10 mètres » : VS10.



Annexe 2 - Bibliographie

Gestion des projets éoliens :

- * « Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parc éoliens »
Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable
Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie.
Parution 2016.
- * IEC 61400-11 Wind turbine generator systems – Part 11: Acoustic noise measurement techniques, edition 2.1.
- * Bruit en milieu de travail - Notions de base - Cchsst Canada
- * Norme NF-S 31.010, décembre 2008 : Relative à la caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement. Instruction de plaintes contre le bruit dans une zone habitée.
- * Projet de norme prNF31-114 : Relatif à la méthode de mesurage et d'analyse des niveaux de bruit dans l'environnement d'un parc éolien.
- * Glossaire météoFrance : www.meteofrance.fr



Annexe 3 - Fiches techniques des éoliennes abordées en calculs



Annexe 4 - Détails des calculs

Bruits particuliers :

Il s'agit des bruits émis par les éoliennes du projet obtenus lors des calculs, pour chaque point d'écoute.

Diurne et nocturne en fonctionnement normal :

Position d'étude	Bruits particuliers calculés - période DIURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
Torcy le Grand_M	3,0	3,3	6,7	3,0	5,3	6,3	6,7	6,7
Ferme d'Articourt_M	3,0	3,3	6,7	1,3	3,7	4,7	5,1	5,1
La Barbuise_M	4,9	10,2	13,7	17,4	20,1	21,2	21,3	21,3
Saint Remy_M	2,3	7,6	11,0	14,7	17,3	18,5	18,6	18,6
La Belle Idée_M	3,0	3,3	6,7	10,3	12,8	13,9	14,1	14,1
Ferme Bigot_M	6,7	12,0	15,5	19,3	22,0	23,2	23,1	23,1
Voué_M	8,8	14,2	17,8	21,6	24,4	25,5	25,6	25,6
Voué-Sud	6,8	12,2	15,7	19,5	22,2	23,3	23,4	23,4
Montsuzain	5,3	10,6	14,1	17,8	20,5	21,6	21,7	21,7
Aubeterre	3,0	8,3	11,8	15,5	18,1	19,2	19,3	19,3
Chapelle-Vallon	3,2	8,4	12,0	15,7	18,3	19,4	19,4	19,4
Les Grandes-Chapelles	3,0	5,8	9,3	13,0	15,5	16,6	16,7	16,7
Ferme des Banléés	3,7	9,0	12,4	16,2	18,8	19,9	20,0	20,0

Position d'étude	Bruits particuliers calculés - période NOCTURNE - dB(A)							
	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s
Torcy le Grand_M	3,0	3,3	6,7	3,0	5,3	6,3	6,7	6,7
Ferme d'Articourt_M	3,0	3,3	6,7	1,3	3,7	4,7	5,1	5,1
La Barbuise_M	4,9	10,2	13,7	17,4	20,1	21,2	21,3	21,3
Saint Remy_M	3,0	7,6	11,0	14,7	17,3	18,5	18,6	18,6
La Belle Idée_M	3,0	3,3	6,7	10,3	12,8	13,9	14,1	14,1
Ferme Bigot_M	6,7	12,0	15,5	19,3	22,0	23,2	23,1	23,1
Voué_M	8,8	14,2	17,8	21,6	24,4	25,5	25,6	25,6
Voué-Sud	6,8	12,2	15,7	19,5	22,2	23,3	23,4	23,4
Montsuzain	5,3	10,6	14,1	17,8	20,5	21,6	21,7	21,7
Aubeterre	3,0	8,3	11,8	15,5	18,1	19,2	19,3	19,3
Chapelle-Vallon	3,2	8,4	12,0	15,7	18,3	19,4	19,4	19,4
Les Grandes-Chapelles	3,0	5,8	9,3	13,0	15,5	16,6	16,7	16,7
Ferme des Banléés	3,7	9,0	12,4	16,2	18,8	19,9	20,0	20,0



Annexe 5 - Matériel de mesure

Instrumentation pour l'acoustique :

type	Fonction	n°	fabricant	préampli	microphone	classe	Hauteur (m)	rapport étalonnage	suivi interne	prochaine vérification externe
SVAN 957	Sonomètre	27594	SVANTEK	30227	61358	1	1,5	04-2017	10-2018	04-2019
SVAN 957	Sonomètre	28054	SVANTEK	31221	61364	1	1,5	04-2017	10-2018	04-2019
Black Solo	Sonomètre	65787	01dB	16372	166484	1	1,5	04-2017	10-2018	04-2019

Instrumentation du mât de mesure :

Marque	Type / n°	mesure	hauteur	Calibration
NRG #40C	1795	Vitesse du vent	10m	Measnet - 179500232119
NRG #200P	01	Direction du vent	10m	
Rain collector sensor	01	Pluviométrie	2m	
LEnet	308042603552	Acquisition	2m	



Annexe 6 - Généralités concernant les niveaux sonores

La caractéristique sonore principale d'un équipement est sa **puissance acoustique**. C'est l'expression de *l'énergie émise* sous forme de variation de pression traduite dans l'échelle des décibels (dB) utilisée pour exprimer les bruits.

L'illustration suivante fait apparaître les niveaux de puissance acoustique en dB et en Watt (W) ainsi que les équipements correspondant à certains seuils.

COMPARISON DU NIVEAU DE PUISSANCE ACOUSTIQUE ET DE LA PUISSANCE ACOUSTIQUE	
Niveau de puissance acoustique (dB)	Puissance acoustique (W)
	170 — 100,000
Turboéacteur	160 — 10,000
	150 — 1000
	140 — 100
	130 — 10
	120 — 1
Compresseur	110 — 10 ⁻¹
	100 — 10 ⁻²
	90 — 10 ⁻³
	80 — 10 ⁻⁴
	70 — 10 ⁻⁵
Conversation	60 — 10 ⁻⁶
	50 — 10 ⁻⁷
	40 — 10 ⁻⁸
	30 — 10 ⁻⁹
	20 — 10 ⁻¹⁰
	10 — 10 ⁻¹¹
	0 — 10 ⁻¹²

Comparaison des niveaux en puissance (Source : Cchsst Canada)

Cette puissance ne représente pas la sensation perçue par les individus. C'est la **pression acoustique** qui définit la quantité *d'énergie perçue*. Elle se calcule à partir de la puissance en prenant en compte l'ensemble des facteurs agissant sur sa propagation depuis son émission vers un point de réception.

Parmi ces facteurs, la distance, la topographie, les obstacles et les conditions climatiques sont des éléments très importants et influents sur la propagation du son. Il est donc essentiel de se référer à une pression sonore lorsque l'on veut se rendre compte d'une situation ou en évaluer un aspect réglementaire.

Source de bruit	dB(A)
marteau-burineur pneumatique, à 1 mètre	115
scie circulaire à main, à 1 mètre	115
métier à tisser	103
rotative à journaux	95
tondeuse à gazon motorisée, à 1 mètre	92
camion diesel roulant à 50 km/h, à 20 mètres	85
voiture à voyageurs roulant à 60 km/h, à 20 mètres	65
conversation, à 1 mètre	55
salle de détente	40

Niveaux types de bruits

Annexe 7 - Cadre réglementaire

Conformément à l'annexe 1 à l'article R.511-9 du Code de l'environnement, les parcs éoliens comprenant au moins un aérogénérateur dont le mât a une hauteur supérieure à 50 mètres sont soumis à autorisation au titre de la législation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, sous la rubrique 2980 « Installation terrestre de production d'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent et regroupant un ou plusieurs aérogénérateurs ».

Le parc éolien, lors de sa mise en service, sera soumis à l'arrêté ministériel du 26 août 2011. En cours d'exploitation, si un contrôle des émissions sonores est réalisé, les mesures respecteront la norme NFS31-114 dans sa version en vigueur (actuellement en projet) ou à défaut selon la version de juillet 2011, conformément à l'article 28 de l'arrêté du 26 août 2011. Cette norme de mesurage du bruit dans l'environnement est dédiée aux parcs éoliens en exploitation.

Dans le cadre de ce dossier d'évaluation des impacts, les préconisations de la norme en vigueur NFS31-010, ainsi que des indications d'instrumentation et de collecte du vent actuellement présentées dans le projet de norme NFS31-114 ont été suivies (Cf. *paragraphe 2.2*). Les seuils réglementaires visés dans le dossier sont ceux fixés par l'arrêté du 26 août 2011 dont voici les extraits concernant l'acoustique :

Zones à Emergence Réglementée (ZER) :

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

Périmètre de mesure du bruit de l'installation :

Périmètre correspondant au plus petit polygone dans lequel sont inscrits les disques de centre chaque aérogénérateur et de rayon R défini comme suit : $R = 1,2 \times (\text{hauteur de moyeu} + \text{longueur d'un demi-rotor})$

Section 6 : Bruit

Article 26

L'installation est construite, équipée et exploitée de façon telle que son fonctionnement ne puisse être à l'origine de bruits transmis par voie aérienne ou solidienne susceptibles de compromettre la santé ou la sécurité du voisinage. Les émissions sonores émises par l'installation ne sont pas à l'origine, dans les zones à émergence réglementée, d'une émergence supérieure aux valeurs admissibles définies dans le tableau suivant :

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

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

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

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

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

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

Article 27

Les véhicules de transport, les matériels de manutention et les engins de chantier utilisés à l'intérieur de l'installation sont conformes aux dispositions en vigueur en matière de limitation de leurs émissions sonores. En particulier, les engins de chantier sont conformes à un type homologué. L'usage de tous appareils de communication par voie acoustique (par exemple sirènes, avertisseurs, haut-parleurs), gênant pour le voisinage, est interdit, sauf si leur emploi est exceptionnel et réservé à la prévention et au signalement d'incidents graves ou d'accidents.

Article 28

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

Annexe 8 - Ambiance sonore dans l'environnement

Les niveaux sonores lorsqu'ils sont mesurés à l'extérieur sont composés d'un ensemble variable de sources sonores.

- L'activité animale aura tendance à varier en fonction des saisons, des périodes de la journée et des régions.
- L'activité naturelle est principalement liée à la présence de vent. Le vent crée du bruit lorsqu'il s'écoule dans les obstacles et lorsqu'il met en mouvement des éléments rencontrés sur son passage.
- L'activité humaine aura tendance à varier en fonction des lieux, des saisons et des périodes de la journée. La circulation peut ainsi être continue sur un axe majeur avec fort passage mais elle sera plus généralement discontinue et plus marquée sur des horaires correspondant à des déplacements du type domicile vers lieu de travail par exemple.



Le bruit dans l'environnement dépend d'un ensemble de facteurs qui ne vont pas tous évoluer de la même manière pour un même lieu, une même saison. Ainsi, il est trop restrictif de concevoir le niveau sonore dans l'environnement comme strictement lié à un élément de la composition de l'environnement de la zone de mesure.

La saisonnalité comporte ainsi un grand nombre de variables, cela concernera jusqu'à l'exposition des personnes, qui varie elle aussi en fonction de l'année et des conditions météo.

Par exemple, la présence ou non d'un feuillage impacte la situation sonore mais le type de vent varie aussi selon les saisons et produit également des variations qui sont indépendantes.

L'ambiance sonore est constituée principalement des bruits et interactions créés dans un rayon de 10 à 40 mètres autour du point de mesure. Viennent ensuite s'ajouter selon leurs niveaux les autres bruits : ceux lointains portés par le vent, ou bien ceux liés à des obstacles hors des 40 mètres. Cependant leur contribution pour être significative doit être importante.

La présente analyse des mesures va rejeter **50%** des bruits atteints ou dépassés pendant l'intervalle de mesure. Ce choix va tenter notamment de lisser les écarts éventuels pouvant intervenir entre les saisons, entre des comportements météorologiques différents ou des activités humaines sur site.

Annexe 9 - Niveaux sonores des éoliennes

Fonctionnement des éoliennes

Les éoliennes sont des aérogénérateurs, ils produisent de l'énergie lorsque le vent entraîne leurs pales. L'origine des bruits émis est de trois ordres :

- Le bruit mécanique provenant de la nacelle ;
- Les sifflements émis en bout de pales par les turbulences ;
- Un bruit périodique au passage des pales devant le mât de l'éolienne.

Ces bruits se confondent et portent plus ou moins en fonction de différents paramètres liés à la distance et aux conditions météorologiques.

Les niveaux sonores des éoliennes évoluent en fonction des vitesses des vents :

- Pour des vents inférieurs au seuil de déclenchement (environ 3 m/s pour les éoliennes modernes), les éoliennes ne fonctionnant pas, il n'y a pas d'émissions sonores ;
- Entre le seuil de démarrage et 8 à 12 m/s, l'éolienne monte en puissance et le niveau sonore évolue jusqu'à un niveau maximum atteint en même temps que le seuil de puissance maximal ;
- Au-delà de ce seuil, les niveaux sonores des éoliennes sont globalement constants (en fonction des modèles).

Afin de caractériser ces émissions acoustiques, les niveaux sonores des éoliennes sont calculés théoriquement ou mesurés sur site par le constructeur, selon un protocole fourni par la norme « IEC 61400-11 ».

Les puissances sonores annoncées par les fabricants sont définies pour différentes vitesses de vent, exprimées en fonction d'une hauteur de mesure de vent. Généralement, cette vitesse est exprimée en fonction d'une vitesse de vent au niveau de la nacelle et standardisée à 10 mètres du sol.

Les résultats de ces mesures caractérisent les émissions sonores des éoliennes en fonction des vitesses de vents et toujours dans le sens d'un vent dominant vers l'équipement de mesure.

Spécificité des niveaux sonores autour des éoliennes

L'éolienne a besoin de vent pour assurer sa rotation et plus le vent est fort plus elle tourne vite, jusqu'à sa puissance nominale. Cette interaction conditionne le niveau de bruit émis par l'éolienne mais également l'ensemble des niveaux existants autour de celle-ci et dans un champ élargi contenant les habitations les plus proches.

Plus le vent est fort en un point donné, plus le bruit résiduel existant au sol aura tendance à s'élever.

D'autre part, la participation sonore de l'éolienne par rapport au bruit global est maximale lorsque le vent est en provenance de celle-ci vers le lieu d'écoute. Elle est a priori plus faible dans des secteurs de vents dits de travers et atténuée lorsque le vent est contraire au sens de l'éolienne vers l'habitation.



Annexe 10 - Réduction des impacts d'un parc éolien

Pour mettre le parc en conformité, il est nécessaire d'appliquer des mesures de réduction consistant en des restrictions de fonctionnement. Le Plan de Gestion Acoustique (PGA), ou plan de bridage acoustique, est établi par machine et par vitesse de vent. Ces PGA sont le plus détaillés possibles de manière à permettre de réduire autant que faire se peut l'impact sur la production du parc. Ils sont automatisés et programmés dans les éoliennes.

On parle de « fonctionnement adapté » ou « plan de bridage » lorsque le fonctionnement « normal » ou « par défaut » des éoliennes est modifié pour s'adapter à une contrainte donnée, ici pour réduire leurs émissions sonores. Le niveau de bruit d'une éolienne varie avec la vitesse de rotation des pales et donc avec la vitesse du vent. Un « fonctionnement adapté » consiste principalement, pour une vitesse de vent donnée, à réduire la vitesse de rotation des pales pour réduire le niveau des émissions sonores. Une réduction du niveau de bruit d'une éolienne à une vitesse de vent donnée se traduit ainsi presque toujours par une réduction de sa production à cette vitesse de vent. Les fabricants proposent une adaptation de ses machines pour fonctionner à plusieurs vitesses de rotations différentes. Ceci est appelé « mode de fonctionnement ». Le Mode Standard ou Mode 0 sont par exemple les noms communément donnés au mode de fonctionnement normal : aucune réduction de la vitesse de rotation des pales n'est appliquée.

Ainsi le « plan de bridage » est une programmation paramétrique et temporelle des modes de fonctionnement : pour chaque éolienne, on détermine le mode de fonctionnement adapté selon la vitesse du vent, l'heure, ... Par exemple, une éolienne pourra fonctionner en Mode acoustique lorsque le vent est entre 6 et 8 m/s tous les jours de la semaine, de 22h00 à 7h00 ; puis en dehors de ces conditions, fonctionner en Mode Standard ou Mode 0. Si la contribution sonore des éoliennes est trop élevée et crée des émergences trop élevées, les éoliennes peuvent être arrêtées pour respecter la réglementation. Chaque modèle d'éolienne dispose de caractéristiques propres (courbes de puissance électrique et acoustique, définition des modes de fonctionnement, possibilités de paramétrage). Les noms et nombres de modes de fonctionnement varient selon les modèles. Le « plan de bridage » doit être conçu individuellement pour chaque éolienne et en fonction de l'environnement acoustique du secteur du projet

Des mesures complémentaires à celles menées dans le cadre de la conception du projet peuvent également permettre d'affiner les conditions dans lesquelles tel ou tel mode doit être appliqué. Les outils de simulation du bruit évoluent également.

Ainsi, dans un but de recherche d'optimisation de la production, tout en assurant la conformité à la réglementation acoustique, les « plans de bridage » ne sont pas figés et évoluent régulièrement dans la vie du projet (il s'écoule plusieurs années entre la conception du projet, le dépôt des demandes d'autorisation et la mise en service des installations puis au cours des 20 à 30 années d'exploitation).

SHADOW - Principaux résultats

Calcul: AU01 ombre

Hypothèses de calcul

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

Hauteur min. du soleil au-dessus de l'horizon 3 °
Résolution du calcul en jours 1 jours
Résolution du calcul en minutes 1 minute(s)
Les durées ont été calculées dans le cas le "Pire des cas" en faisant les hypothèses suivantes :
Le soleil brille toute la journée
Le plan du rotor est toujours perpendiculaire aux rayons du soleil
L'éolienne fonctionne en permanence

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

Données altimétriques: CDN1
Aucun obstacle utilisé dans le calcul
Receptor grid resolution: 1,0 m

Toutes les coordonnées sont
Geo [deg]-WGS84

Eoliennes

	Longitude	Latitude	Z	Description	Type d'éolienne			Puiss. nominale [kW]	Diamètre rotor [m]	Hauteur [m]	Données d'ombre	
					Valide	Fabricant	Modèle				Portée de l'ombre [m]	t/mn [t/mn]
1	4,077000° E	48,453600° N	133,8	EOL1	Oui	ENERCON	E-82 E4-2 350	2 350	82,0	68,9	1 603	18,0
2	4,082700° E	48,455400° N	130,0	EOL2	Oui	ENERCON	E-82 E4-2 350	2 350	82,0	68,9	1 603	18,0
3	4,089048° E	48,457300° N	130,0	EOL3 déplacée	Oui	ENERCON	E-82 E4-2 350	2 350	82,0	58,9	1 604	18,0

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

N°	Nom	Longitude	Latitude	Z	Côté L	Côté H	Hauteur	Inclinaison récepteur	Mode	Hauteur du regard pour ZVI
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
A	A	4,117041° E	48,457754° N	111,5	1,0	1,0	1,5	90,0	Omnidirectionnel	2,5
B	B	4,072838° E	48,437002° N	149,3	1,0	1,0	1,5	90,0	Omnidirectionnel	2,5
C	C	4,116933° E	48,432190° N	126,1	1,0	1,0	1,5	90,0	Omnidirectionnel	2,5
D	D	4,111655° E	48,478882° N	101,5	1,0	1,0	1,0	90,0	Omnidirectionnel	2,0
E	E	4,026489° E	48,467771° N	112,1	1,0	1,0	1,0	90,0	Omnidirectionnel	2,0

Résultats des calculs

Récepteur-d'ombres

Pire des cas

N°	Nom	Heures de papillotement par an [h/an]	Jours d'ombre par an [jours/an]	Nb max d'heures de papillotement par jour [h/jour]
A	A	0:00	0	0:00
B	B	0:00	0	0:00
C	C	0:00	0	0:00
D	D	0:00	0	0:00
E	E	0:00	0	0:00

Contribution de chaque éolienne aux durées totales

N°	Nom	Pire des cas [h/an]
1	EOL1	0:00
2	EOL2	0:00
3	EOL3 déplacée	0:00

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



Echelle 1:100 000
▲ Nouvelle-éolienne ● Récepteur-d'ombres

SHADOW - Calendrier par récepteur

Calcul: AU01 ombre Récepteur-d'ombres: A - A
Hypothèses de calcul

Les durées ont été calculées dans le cas le "Pire des cas" en faisant les hypothèses suivantes :
Le soleil brille toute la journée
Le plan du rotor est toujours perpendiculaire aux rayons du soleil
L'éolienne fonctionne en permanence

	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
1	08:36	08:14	07:27	07:24	06:26	05:47	05:46	06:17	07:00	07:42	07:29	08:13
	16:59	17:41	18:27	20:13	20:57	21:37	21:49	21:23	20:28	19:25	17:26	16:52
2	08:36	08:13	07:25	07:22	06:25	05:47	05:46	06:19	07:01	07:43	07:30	08:15
	17:00	17:43	18:28	20:15	20:59	21:38	21:49	21:21	20:26	19:23	17:25	16:51
3	08:36	08:12	07:24	07:20	06:23	05:46	05:47	06:20	07:03	07:45	07:32	08:16
	17:01	17:45	18:30	20:16	21:00	21:38	21:49	21:20	20:24	19:21	17:23	16:51
4	08:36	08:10	07:22	07:18	06:21	05:46	05:48	06:21	07:04	07:46	07:33	08:17
	17:02	17:46	18:31	20:18	21:01	21:39	21:48	21:18	20:22	19:19	17:21	16:50
5	08:36	08:09	07:20	07:16	06:20	05:45	05:48	06:23	07:06	07:48	07:35	08:18
	17:03	17:48	18:33	20:19	21:03	21:40	21:48	21:17	20:20	19:17	17:20	16:50
6	08:35	08:07	07:18	07:14	06:18	05:44	05:49	06:24	07:07	07:49	07:36	08:20
	17:04	17:50	18:34	20:21	21:04	21:41	21:48	21:15	20:17	19:15	17:18	16:50
7	08:35	08:06	07:16	07:12	06:17	05:44	05:50	06:25	07:08	07:51	07:38	08:21
	17:05	17:51	18:36	20:22	21:06	21:42	21:47	21:14	20:15	19:13	17:17	16:50
8	08:35	08:04	07:14	07:10	06:15	05:44	05:51	06:27	07:10	07:52	07:40	08:22
	17:06	17:53	18:37	20:24	21:07	21:43	21:47	21:12	20:13	19:11	17:15	16:49
9	08:35	08:03	07:12	07:08	06:14	05:43	05:52	06:28	07:11	07:54	07:41	08:23
	17:08	17:54	18:39	20:25	21:08	21:43	21:46	21:10	20:11	19:09	17:14	16:49
10	08:34	08:01	07:10	07:06	06:12	05:43	05:53	06:29	07:13	07:55	07:43	08:24
	17:09	17:56	18:40	20:27	21:10	21:44	21:46	21:09	20:09	19:07	17:13	16:49
11	08:34	08:00	07:08	07:04	06:11	05:43	05:53	06:31	07:14	07:57	07:44	08:25
	17:10	17:58	18:42	20:28	21:11	21:45	21:45	21:07	20:07	19:05	17:11	16:49
12	08:33	07:58	07:05	07:02	06:09	05:42	05:54	06:32	07:15	07:58	07:46	08:26
	17:12	17:59	18:44	20:29	21:13	21:45	21:44	21:05	20:05	19:03	17:10	16:49
13	08:33	07:56	07:03	07:00	06:08	05:42	05:55	06:34	07:17	08:00	07:47	08:27
	17:13	18:01	18:45	20:31	21:14	21:46	21:44	21:04	20:03	19:01	17:09	16:49
14	08:32	07:55	07:01	06:58	06:06	05:42	05:56	06:35	07:18	08:01	07:49	08:28
	17:14	18:03	18:47	20:32	21:15	21:47	21:43	21:02	20:01	18:59	17:07	16:49
15	08:31	07:53	06:59	06:56	06:05	05:42	05:57	06:36	07:19	08:02	07:50	08:28
	17:16	18:04	18:48	20:34	21:17	21:47	21:42	21:00	19:59	18:57	17:06	16:49
16	08:31	07:51	06:57	06:54	06:04	05:42	05:58	06:38	07:21	08:04	07:52	08:29
	17:17	18:06	18:50	20:35	21:18	21:48	21:41	20:58	19:57	18:55	17:05	16:49
17	08:30	07:50	06:55	06:52	06:02	05:42	05:59	06:39	07:22	08:05	07:53	08:30
	17:18	18:07	18:51	20:37	21:19	21:48	21:40	20:56	19:54	18:53	17:04	16:50
18	08:29	07:48	06:53	06:50	06:01	05:42	06:00	06:40	07:24	08:07	07:55	08:31
	17:20	18:09	18:53	20:38	21:21	21:48	21:39	20:55	19:52	18:51	17:03	16:50
19	08:28	07:46	06:51	06:48	06:00	05:42	06:02	06:42	07:25	08:09	07:57	08:31
	17:21	18:11	18:54	20:40	21:22	21:49	21:38	20:53	19:50	18:49	17:02	16:50
20	08:28	07:44	06:49	06:46	05:59	05:42	06:03	06:43	07:26	08:10	07:58	08:32
	17:23	18:12	18:56	20:41	21:23	21:49	21:37	20:51	19:48	18:47	17:01	16:50
21	08:27	07:42	06:47	06:44	05:58	05:42	06:04	06:45	07:28	08:12	07:59	08:33
	17:24	18:14	18:57	20:43	21:24	21:49	21:36	20:49	19:46	18:45	17:00	16:51
22	08:26	07:41	06:45	06:42	05:56	05:42	06:05	06:46	07:29	08:13	08:01	08:33
	17:26	18:16	18:59	20:44	21:26	21:49	21:35	20:47	19:44	18:44	16:59	16:51
23	08:25	07:39	06:43	06:41	05:55	05:42	06:06	06:47	07:31	08:15	08:02	08:34
	17:27	18:17	19:00	20:46	21:27	21:50	21:34	20:45	19:42	18:42	16:58	16:52
24	08:24	07:37	06:41	06:39	05:54	05:43	06:07	06:49	07:32	08:16	08:04	08:34
	17:29	18:19	19:01	20:47	21:28	21:50	21:33	20:43	19:40	18:40	16:57	16:52
25	08:23	07:35	06:39	06:37	05:53	05:43	06:09	06:50	07:33	07:18	08:05	08:34
	17:30	18:20	19:03	20:48	21:29	21:50	21:32	20:41	19:38	17:38	16:56	16:53
26	08:22	07:33	06:37	06:35	05:52	05:43	06:10	06:52	07:35	07:19	08:07	08:35
	17:32	18:22	19:04	20:50	21:30	21:50	21:31	20:40	19:36	17:36	16:55	16:54
27	08:21	07:31	06:34	06:33	05:51	05:44	06:11	06:53	07:36	07:21	08:08	08:35
	17:33	18:23	19:06	20:51	21:31	21:50	21:29	20:38	19:33	17:35	16:54	16:54
28	08:19	07:29	06:32	06:32	05:51	05:44	06:12	06:54	07:38	07:22	08:09	08:35
	17:35	18:25	19:07	20:53	21:32	21:50	21:28	20:36	19:31	17:33	16:54	16:55
29	08:18		07:30	06:30	05:50	05:45	06:14	06:56	07:39	07:24	08:11	08:36
	17:37		20:09	20:54	21:34	21:50	21:27	20:34	19:29	17:31	16:53	16:56
30	08:17		07:28	06:28	05:49	05:45	06:15	06:57	07:41	07:25	08:12	08:36
	17:38		20:10	20:56	21:35	21:50	21:25	20:32	19:27	17:29	16:52	16:57
31	08:16		07:26		05:48		06:16	06:59		07:27		08:36
	17:40		20:12		21:36		21:24	20:30		17:28		16:58
Heures de jour	273	285	368	410	471	481	486	444	379	336	278	260
Somme mn papillotement possible												

Explication sur la disposition et la signification des données présentées dans le tableau ci-dessus

Jour du mois hh:mm lever du soleil hh:mm début de l'ombre (Eolienne projetant la première ombre)
 hh:mm coucher du soleil mm d'ombre possible hh:mm fin de l'ombre (Eolienne projetant la dernière ombre)

SHADOW - Calendrier par récepteur

Calcul: AU01 ombre Récepteur-d'ombres: B - B
Hypothèses de calcul

Les durées ont été calculées dans le cas le "Pire des cas" en faisant les hypothèses suivantes :
Le soleil brille toute la journée
Le plan du rotor est toujours perpendiculaire aux rayons du soleil
L'éolienne fonctionne en permanence

	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
1	08:36	08:14	07:28	07:24	06:27	05:48	05:46	06:18	07:00	07:42	07:29	08:14
	16:59	17:42	18:27	20:13	20:57	21:37	21:49	21:23	20:28	19:25	17:26	16:52
2	08:36	08:13	07:26	07:22	06:25	05:47	05:47	06:19	07:02	07:44	07:30	08:15
	17:00	17:43	18:28	20:15	20:59	21:38	21:49	21:21	20:26	19:23	17:25	16:52
3	08:36	08:12	07:24	07:20	06:23	05:46	05:47	06:20	07:03	07:45	07:32	08:16
	17:01	17:45	18:30	20:16	21:00	21:39	21:49	21:20	20:24	19:21	17:23	16:51
4	08:36	08:10	07:22	07:18	06:22	05:46	05:48	06:22	07:04	07:46	07:33	08:17
	17:02	17:47	18:31	20:18	21:02	21:39	21:49	21:18	20:22	19:19	17:22	16:51
5	08:36	08:09	07:20	07:16	06:20	05:45	05:49	06:23	07:06	07:48	07:35	08:18
	17:03	17:48	18:33	20:19	21:03	21:40	21:48	21:17	20:20	19:17	17:20	16:50
6	08:36	08:07	07:18	07:14	06:18	05:45	05:49	06:24	07:07	07:49	07:37	08:20
	17:04	17:50	18:35	20:21	21:04	21:41	21:48	21:15	20:18	19:15	17:19	16:50
7	08:35	08:06	07:16	07:12	06:17	05:44	05:50	06:26	07:09	07:51	07:38	08:21
	17:06	17:51	18:36	20:22	21:06	21:42	21:47	21:14	20:16	19:13	17:17	16:50
8	08:35	08:04	07:14	07:10	06:15	05:44	05:51	06:27	07:10	07:52	07:40	08:22
	17:07	17:53	18:38	20:24	21:07	21:43	21:47	21:12	20:13	19:11	17:16	16:50
9	08:35	08:03	07:12	07:08	06:14	05:43	05:52	06:28	07:11	07:54	07:41	08:23
	17:08	17:55	18:39	20:25	21:09	21:44	21:46	21:10	20:11	19:09	17:14	16:49
10	08:34	08:01	07:10	07:06	06:12	05:43	05:53	06:30	07:13	07:55	07:43	08:24
	17:09	17:56	18:41	20:27	21:10	21:44	21:46	21:09	20:09	19:07	17:13	16:49
11	08:34	08:00	07:08	07:04	06:11	05:43	05:54	06:31	07:14	07:57	07:44	08:25
	17:10	17:58	18:42	20:28	21:11	21:45	21:45	21:07	20:07	19:05	17:11	16:49
12	08:33	07:58	07:06	07:02	06:09	05:43	05:55	06:32	07:15	07:58	07:46	08:26
	17:12	18:00	18:44	20:30	21:13	21:46	21:44	21:05	20:05	19:03	17:10	16:49
13	08:33	07:57	07:04	07:00	06:08	05:42	05:56	06:34	07:17	08:00	07:47	08:27
	17:13	18:01	18:45	20:31	21:14	21:46	21:44	21:04	20:03	19:01	17:09	16:49
14	08:32	07:55	07:02	06:58	06:07	05:42	05:57	06:35	07:18	08:01	07:49	08:28
	17:14	18:03	18:47	20:33	21:15	21:47	21:43	21:02	20:01	18:59	17:08	16:49
15	08:32	07:53	07:00	06:56	06:05	05:42	05:58	06:37	07:20	08:03	07:51	08:29
	17:16	18:04	18:48	20:34	21:17	21:47	21:42	21:00	19:59	18:57	17:06	16:49
16	08:31	07:51	06:57	06:54	06:04	05:42	05:59	06:38	07:21	08:04	07:52	08:29
	17:17	18:06	18:50	20:35	21:18	21:48	21:41	20:58	19:57	18:55	17:05	16:50
17	08:30	07:50	06:55	06:52	06:03	05:42	06:00	06:39	07:22	08:06	07:54	08:30
	17:19	18:08	18:51	20:37	21:19	21:48	21:40	20:57	19:55	18:53	17:04	16:50
18	08:29	07:48	06:53	06:50	06:01	05:42	06:01	06:41	07:24	08:07	07:55	08:31
	17:20	18:09	18:53	20:38	21:21	21:48	21:39	20:55	19:53	18:51	17:03	16:50
19	08:29	07:46	06:51	06:48	06:00	05:42	06:02	06:42	07:25	08:09	07:57	08:31
	17:22	18:11	18:54	20:40	21:22	21:49	21:38	20:53	19:50	18:49	17:02	16:50
20	08:28	07:44	06:49	06:46	05:59	05:42	06:03	06:43	07:27	08:10	07:58	08:32
	17:23	18:13	18:56	20:41	21:23	21:49	21:37	20:51	19:48	18:47	17:01	16:51
21	08:27	07:43	06:47	06:44	05:58	05:42	06:04	06:45	07:28	08:12	08:00	08:33
	17:24	18:14	18:57	20:43	21:24	21:49	21:36	20:49	19:46	18:46	17:00	16:51
22	08:26	07:41	06:45	06:43	05:57	05:43	06:05	06:46	07:29	08:13	08:01	08:33
	17:26	18:16	18:59	20:44	21:26	21:50	21:35	20:47	19:44	18:44	16:59	16:52
23	08:25	07:39	06:43	06:41	05:56	05:43	06:06	06:48	07:31	08:15	08:03	08:34
	17:28	18:17	19:00	20:46	21:27	21:50	21:34	20:45	19:42	18:42	16:58	16:52
24	08:24	07:37	06:41	06:39	05:55	05:43	06:08	06:49	07:32	08:16	08:04	08:34
	17:29	18:19	19:02	20:47	21:28	21:50	21:33	20:44	19:40	18:40	16:57	16:53
25	08:23	07:35	06:39	06:37	05:54	05:43	06:09	06:50	07:34	08:18	08:05	08:35
	17:31	18:20	19:03	20:49	21:29	21:50	21:32	20:42	19:38	18:38	16:56	16:53
26	08:22	07:33	06:37	06:35	05:53	05:44	06:10	06:52	07:35	08:19	08:07	08:35
	17:32	18:22	19:05	20:50	21:30	21:50	21:31	20:40	19:36	18:37	16:55	16:54
27	08:21	07:31	06:35	06:34	05:52	05:44	06:11	06:53	07:36	08:20	08:08	08:35
	17:34	18:24	19:06	20:51	21:31	21:50	21:29	20:38	19:34	18:35	16:55	16:55
28	08:19	07:30	06:33	06:32	05:51	05:45	06:12	06:55	07:38	08:22	08:10	08:35
	17:35	18:25	19:08	20:53	21:33	21:50	21:28	20:36	19:32	18:33	16:54	16:55
29	08:18		07:30	06:30	05:50	05:45	06:14	06:56	07:39	08:23	08:11	08:36
	17:37		20:09	20:54	21:34	21:50	21:27	20:34	19:29	18:31	16:53	16:56
30	08:17		07:28	06:28	05:49	05:46	06:15	06:57	07:41	08:26	08:12	08:36
	17:38		20:10	20:56	21:35	21:50	21:25	20:32	19:27	18:30	16:53	16:57
31	08:16		07:26		05:48		06:16	06:59		07:27		08:36
	17:40		20:12		21:36		21:24	20:30		17:28		16:58
Heures de jour	273	285	368	410	471	481	486	444	379	336	278	260
Somme mn papillotement possible												

Explication sur la disposition et la signification des données présentées dans le tableau ci-dessus

Jour du mois hh:mm lever du soleil hh:mm début de l'ombre (Eolienne projetant la première ombre)
 hh:mm coucher du soleil mm d'ombre possible hh:mm fin de l'ombre (Eolienne projetant la dernière ombre)

SHADOW - Calendrier par récepteur

Calcul: AU01 ombre Récepteur-d'ombres: C - C
Hypothèses de calcul

Les durées ont été calculées dans le cas le "Pire des cas" en faisant les hypothèses suivantes :
Le soleil brille toute la journée
Le plan du rotor est toujours perpendiculaire aux rayons du soleil
L'éolienne fonctionne en permanence

	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
1	08:36	08:14	07:27	07:24	06:26	05:48	05:46	06:17	07:00	07:42	07:29	08:13
	16:59	17:42	18:27	20:13	20:57	21:36	21:49	21:22	20:28	19:25	17:26	16:52
2	08:36	08:13	07:25	07:22	06:25	05:47	05:47	06:19	07:01	07:43	07:30	08:15
	17:00	17:43	18:28	20:15	20:58	21:37	21:49	21:21	20:26	19:23	17:25	16:51
3	08:36	08:12	07:24	07:20	06:23	05:46	05:47	06:20	07:03	07:45	07:32	08:16
	17:01	17:45	18:30	20:16	21:00	21:38	21:49	21:20	20:24	19:21	17:23	16:51
4	08:36	08:10	07:22	07:18	06:21	05:46	05:48	06:21	07:04	07:46	07:33	08:17
	17:02	17:46	18:31	20:18	21:01	21:39	21:48	21:18	20:22	19:19	17:21	16:51
5	08:36	08:09	07:20	07:16	06:20	05:45	05:49	06:23	07:06	07:48	07:35	08:18
	17:03	17:48	18:33	20:19	21:03	21:40	21:48	21:17	20:19	19:17	17:20	16:50
6	08:35	08:07	07:18	07:14	06:18	05:45	05:49	06:24	07:07	07:49	07:36	08:19
	17:04	17:50	18:34	20:21	21:04	21:41	21:48	21:15	20:17	19:15	17:18	16:50
7	08:35	08:06	07:16	07:12	06:17	05:44	05:50	06:25	07:08	07:51	07:38	08:21
	17:05	17:51	18:36	20:22	21:06	21:42	21:47	21:13	20:15	19:13	17:17	16:50
8	08:35	08:04	07:14	07:10	06:15	05:44	05:51	06:27	07:10	07:52	07:40	08:22
	17:07	17:53	18:37	20:24	21:07	21:43	21:47	21:12	20:13	19:11	17:15	16:49
9	08:34	08:03	07:12	07:08	06:14	05:43	05:52	06:28	07:11	07:54	07:41	08:23
	17:08	17:55	18:39	20:25	21:08	21:43	21:46	21:10	20:11	19:09	17:14	16:49
10	08:34	08:01	07:10	07:06	06:12	05:43	05:53	06:30	07:13	07:55	07:43	08:24
	17:09	17:56	18:41	20:26	21:10	21:44	21:45	21:09	20:09	19:07	17:13	16:49
11	08:34	08:00	07:08	07:04	06:11	05:43	05:54	06:31	07:14	07:57	07:44	08:25
	17:10	17:58	18:42	20:28	21:11	21:45	21:45	21:07	20:07	19:05	17:11	16:49
12	08:33	07:58	07:05	07:02	06:09	05:42	05:54	06:32	07:15	07:58	07:46	08:26
	17:12	17:59	18:44	20:29	21:13	21:45	21:44	21:05	20:05	19:03	17:10	16:49
13	08:33	07:56	07:03	07:00	06:08	05:42	05:55	06:34	07:17	07:59	07:47	08:27
	17:13	18:01	18:45	20:31	21:14	21:46	21:43	21:03	20:03	19:01	17:09	16:49
14	08:32	07:55	07:01	06:58	06:06	05:42	05:56	06:35	07:18	08:01	07:49	08:27
	17:14	18:03	18:47	20:32	21:15	21:46	21:43	21:02	20:01	18:59	17:07	16:49
15	08:31	07:53	06:59	06:56	06:05	05:42	05:57	06:36	07:19	08:02	07:50	08:28
	17:16	18:04	18:48	20:34	21:17	21:47	21:42	21:00	19:59	18:57	17:06	16:49
16	08:31	07:51	06:57	06:54	06:04	05:42	05:58	06:38	07:21	08:04	07:52	08:29
	17:17	18:06	18:50	20:35	21:18	21:47	21:41	20:58	19:57	18:55	17:05	16:49
17	08:30	07:50	06:55	06:52	06:02	05:42	05:59	06:39	07:22	08:05	07:53	08:30
	17:18	18:08	18:51	20:37	21:19	21:48	21:40	20:56	19:54	18:53	17:04	16:50
18	08:29	07:48	06:53	06:50	06:01	05:42	06:01	06:41	07:24	08:07	07:55	08:31
	17:20	18:09	18:53	20:38	21:20	21:48	21:39	20:55	19:52	18:51	17:03	16:50
19	08:28	07:46	06:51	06:48	06:00	05:42	06:02	06:42	07:25	08:08	07:56	08:31
	17:21	18:11	18:54	20:40	21:22	21:49	21:38	20:53	19:50	18:49	17:02	16:50
20	08:28	07:44	06:49	06:46	05:59	05:42	06:03	06:43	07:26	08:10	07:58	08:32
	17:23	18:12	18:56	20:41	21:23	21:49	21:37	20:51	19:48	18:47	17:01	16:51
21	08:27	07:42	06:47	06:44	05:58	05:42	06:04	06:45	07:28	08:12	07:59	08:32
	17:24	18:14	18:57	20:43	21:24	21:49	21:36	20:49	19:46	18:45	17:00	16:51
22	08:26	07:41	06:45	06:42	05:57	05:42	06:05	06:46	07:29	08:13	08:01	08:33
	17:26	18:16	18:59	20:44	21:25	21:49	21:35	20:47	19:44	18:44	16:59	16:52
23	08:25	07:39	06:43	06:41	05:56	05:43	06:06	06:47	07:31	08:15	08:02	08:34
	17:27	18:17	19:00	20:45	21:27	21:49	21:34	20:45	19:42	18:42	16:58	16:52
24	08:24	07:37	06:41	06:39	05:54	05:43	06:07	06:49	07:32	08:16	08:04	08:34
	17:29	18:19	19:01	20:47	21:28	21:50	21:33	20:43	19:40	18:40	16:57	16:53
25	08:23	07:35	06:39	06:37	05:53	05:43	06:09	06:50	07:33	07:18	08:05	08:34
	17:30	18:20	19:03	20:48	21:29	21:50	21:32	20:41	19:38	17:38	16:56	16:53
26	08:22	07:33	06:37	06:35	05:53	05:44	06:10	06:52	07:35	07:19	08:07	08:35
	17:32	18:22	19:04	20:50	21:30	21:50	21:30	20:40	19:36	17:36	16:55	16:54
27	08:20	07:31	06:34	06:33	05:52	05:44	06:11	06:53	07:36	07:21	08:08	08:35
	17:34	18:23	19:06	20:51	21:31	21:50	21:29	20:38	19:33	17:35	16:55	16:55
28	08:19	07:29	06:32	06:32	05:51	05:44	06:12	06:54	07:38	07:22	08:09	08:35
	17:35	18:25	19:07	20:53	21:32	21:50	21:28	20:36	19:31	17:33	16:54	16:55
29	08:18		07:30	06:30	05:50	05:45	06:14	06:56	07:39	07:24	08:11	08:35
	17:37		20:09	20:54	21:33	21:50	21:27	20:34	19:29	17:31	16:53	16:56
30	08:17		07:28	06:28	05:49	05:45	06:15	06:57	07:41	07:25	08:12	08:36
	17:38		20:10	20:56	21:34	21:49	21:25	20:32	19:27	17:29	16:53	16:57
31	08:16		07:26		05:48		06:16	06:59		07:27		08:36
	17:40		20:12		21:35		21:24	20:30		17:28		16:58
Heures de jour	273	285	368	410	471	481	486	444	379	337	278	260
Somme mn papillotement possible												

Explication sur la disposition et la signification des données présentées dans le tableau ci-dessus

Jour du mois hh:mm lever du soleil hh:mm début de l'ombre (Eolienne projetant la première ombre)
 hh:mm coucher du soleil mm d'ombre possible hh:mm fin de l'ombre (Eolienne projetant la dernière ombre)

SHADOW - Calendrier par récepteur

Calcul: AU01 ombre Récepteur-d'ombres: D - D
Hypothèses de calcul

Les durées ont été calculées dans le cas le "Pire des cas" en faisant les hypothèses suivantes :
Le soleil brille toute la journée
Le plan du rotor est toujours perpendiculaire aux rayons du soleil
L'éolienne fonctionne en permanence

	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
1	08:36	08:14	07:27	07:24	06:26	05:47	05:46	06:17	07:00	07:42	07:29	08:14
	16:59	17:41	18:27	20:13	20:57	21:37	21:49	21:23	20:28	19:25	17:26	16:52
2	08:36	08:13	07:26	07:22	06:25	05:47	05:46	06:19	07:01	07:43	07:30	08:15
	17:00	17:43	18:28	20:15	20:59	21:38	21:49	21:21	20:26	19:23	17:24	16:51
3	08:36	08:12	07:24	07:20	06:23	05:46	05:47	06:20	07:03	07:45	07:32	08:16
	17:01	17:45	18:30	20:16	21:00	21:39	21:49	21:20	20:24	19:21	17:23	16:51
4	08:36	08:10	07:22	07:18	06:21	05:45	05:48	06:21	07:04	07:46	07:33	08:17
	17:02	17:46	18:31	20:18	21:02	21:40	21:49	21:18	20:22	19:19	17:21	16:50
5	08:36	08:09	07:20	07:16	06:20	05:45	05:48	06:23	07:06	07:48	07:35	08:18
	17:03	17:48	18:33	20:19	21:03	21:40	21:48	21:17	20:20	19:17	17:20	16:50
6	08:36	08:07	07:18	07:14	06:18	05:44	05:49	06:24	07:07	07:49	07:37	08:20
	17:04	17:50	18:34	20:21	21:04	21:41	21:48	21:15	20:18	19:15	17:18	16:50
7	08:35	08:06	07:16	07:12	06:17	05:44	05:50	06:25	07:08	07:51	07:38	08:21
	17:05	17:51	18:36	20:22	21:06	21:42	21:47	21:14	20:15	19:13	17:17	16:49
8	08:35	08:04	07:14	07:10	06:15	05:43	05:51	06:27	07:10	07:52	07:40	08:22
	17:06	17:53	18:37	20:24	21:07	21:43	21:47	21:12	20:13	19:11	17:15	16:49
9	08:35	08:03	07:12	07:08	06:13	05:43	05:52	06:28	07:11	07:54	07:41	08:23
	17:08	17:54	18:39	20:25	21:09	21:44	21:46	21:10	20:11	19:09	17:14	16:49
10	08:34	08:01	07:10	07:06	06:12	05:43	05:52	06:29	07:13	07:55	07:43	08:24
	17:09	17:56	18:40	20:27	21:10	21:44	21:46	21:09	20:09	19:07	17:13	16:49
11	08:34	08:00	07:08	07:04	06:11	05:42	05:53	06:31	07:14	07:57	07:44	08:25
	17:10	17:58	18:42	20:28	21:11	21:45	21:45	21:07	20:07	19:05	17:11	16:49
12	08:33	07:58	07:06	07:02	06:09	05:42	05:54	06:32	07:15	07:58	07:46	08:26
	17:11	17:59	18:44	20:29	21:13	21:46	21:44	21:05	20:05	19:03	17:10	16:49
13	08:33	07:56	07:03	07:00	06:08	05:42	05:55	06:34	07:17	08:00	07:47	08:27
	17:13	18:01	18:45	20:31	21:14	21:46	21:44	21:04	20:03	19:01	17:09	16:49
14	08:32	07:55	07:01	06:58	06:06	05:42	05:56	06:35	07:18	08:01	07:49	08:28
	17:14	18:03	18:47	20:32	21:15	21:47	21:43	21:02	20:01	18:59	17:07	16:49
15	08:32	07:53	06:59	06:56	06:05	05:42	05:57	06:36	07:19	08:03	07:51	08:29
	17:16	18:04	18:48	20:34	21:17	21:47	21:42	21:00	19:59	18:57	17:06	16:49
16	08:31	07:51	06:57	06:54	06:04	05:42	05:58	06:38	07:21	08:04	07:52	08:29
	17:17	18:06	18:50	20:35	21:18	21:48	21:41	20:58	19:57	18:55	17:05	16:49
17	08:30	07:50	06:55	06:52	06:02	05:42	05:59	06:39	07:22	08:06	07:54	08:30
	17:18	18:07	18:51	20:37	21:19	21:48	21:40	20:57	19:55	18:53	17:04	16:49
18	08:29	07:48	06:53	06:50	06:01	05:42	06:00	06:40	07:24	08:07	07:55	08:31
	17:20	18:09	18:53	20:38	21:21	21:48	21:39	20:55	19:52	18:51	17:03	16:50
19	08:29	07:46	06:51	06:48	06:00	05:42	06:01	06:42	07:25	08:09	07:57	08:31
	17:21	18:11	18:54	20:40	21:22	21:49	21:38	20:53	19:50	18:49	17:02	16:50
20	08:28	07:44	06:49	06:46	05:59	05:42	06:03	06:43	07:26	08:10	07:58	08:32
	17:23	18:12	18:56	20:41	21:23	21:49	21:37	20:51	19:48	18:47	17:00	16:50
21	08:27	07:43	06:47	06:44	05:58	05:42	06:04	06:45	07:28	08:12	08:00	08:33
	17:24	18:14	18:57	20:43	21:24	21:49	21:36	20:49	19:46	18:45	16:59	16:51
22	08:26	07:41	06:45	06:42	05:56	05:42	06:05	06:46	07:29	08:13	08:01	08:33
	17:26	18:15	18:59	20:44	21:26	21:50	21:35	20:47	19:44	18:44	16:59	16:51
23	08:25	07:39	06:43	06:41	05:55	05:42	06:06	06:47	07:31	08:15	08:03	08:34
	17:27	18:17	19:00	20:46	21:27	21:50	21:34	20:45	19:42	18:42	16:58	16:52
24	08:24	07:37	06:41	06:39	05:54	05:43	06:07	06:49	07:32	08:16	08:04	08:34
	17:29	18:19	19:02	20:47	21:28	21:50	21:33	20:43	19:40	18:40	16:57	16:52
25	08:23	07:35	06:39	06:37	05:53	05:43	06:08	06:50	07:33	07:18	08:05	08:35
	17:30	18:20	19:03	20:49	21:29	21:50	21:32	20:42	19:38	17:38	16:56	16:53
26	08:22	07:33	06:37	06:35	05:52	05:43	06:10	06:52	07:35	07:19	08:07	08:35
	17:32	18:22	19:04	20:50	21:30	21:50	21:31	20:40	19:36	17:36	16:55	16:54
27	08:21	07:31	06:34	06:33	05:51	05:44	06:11	06:53	07:36	07:21	08:08	08:35
	17:33	18:23	19:06	20:51	21:31	21:50	21:29	20:38	19:33	17:35	16:54	16:54
28	08:19	07:29	06:32	06:31	05:51	05:44	06:12	06:54	07:38	07:22	08:10	08:35
	17:35	18:25	19:07	20:53	21:33	21:50	21:28	20:36	19:31	17:33	16:54	16:55
29	08:18		07:30	06:30	05:50	05:45	06:13	06:56	07:39	07:24	08:11	08:36
	17:37		20:09	20:54	21:34	21:50	21:27	20:34	19:29	17:31	16:53	16:56
30	08:17		07:28	06:28	05:49	05:45	06:15	06:57	07:41	07:26	08:12	08:36
	17:38		20:10	20:56	21:35	21:50	21:25	20:32	19:27	17:29	16:52	16:57
31	08:16		07:26		05:48		06:16	06:59		07:27		08:36
	17:40		20:12		21:36		21:24	20:30		17:28		16:58
Heures de jour	273	285	368	410	472	481	486	444	379	336	278	260
Somme mn papillotement possible												

Explication sur la disposition et la signification des données présentées dans le tableau ci-dessus

Jour du mois hh:mm lever du soleil hh:mm début de l'ombre (Eolienne projetant la première ombre)
 hh:mm coucher du soleil mm d'ombre possible hh:mm fin de l'ombre (Eolienne projetant la dernière ombre)

SHADOW - Calendrier par récepteur

Calcul: AU01 ombre Récepteur-d'ombres: E - E
Hypothèses de calcul

Les durées ont été calculées dans le cas le "Pire des cas" en faisant les hypothèses suivantes :

- Le soleil brille toute la journée
- Le plan du rotor est toujours perpendiculaire aux rayons du soleil
- L'éolienne fonctionne en permanence

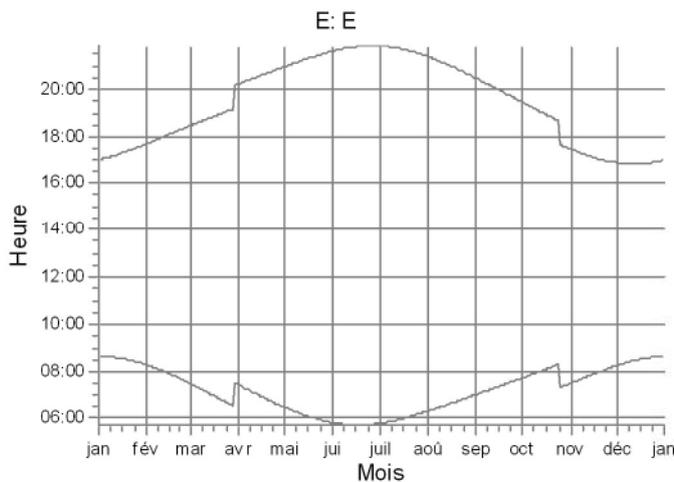
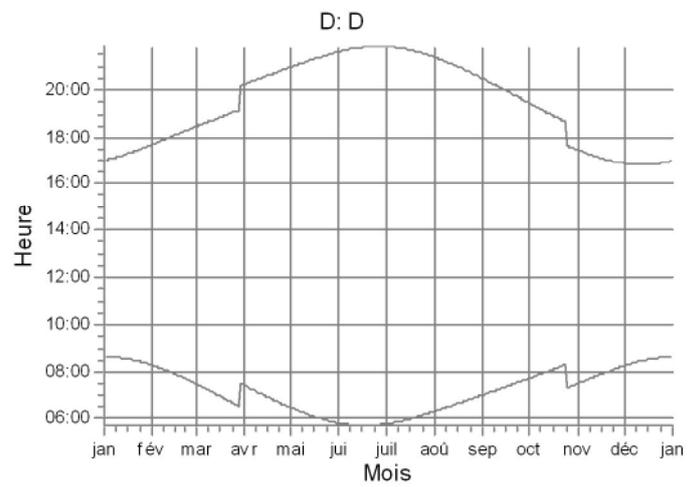
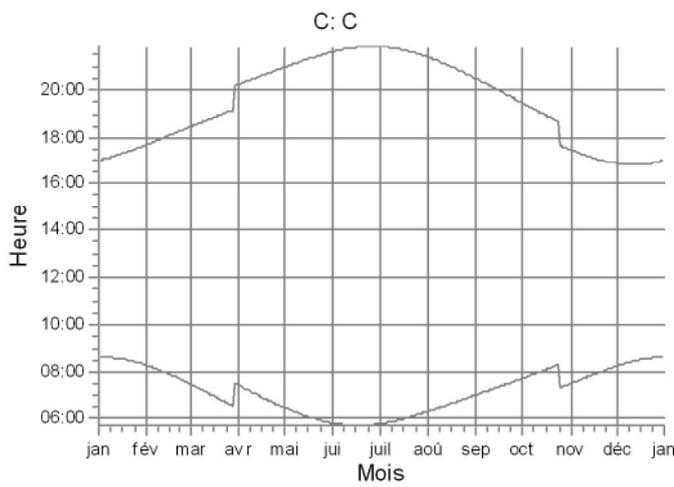
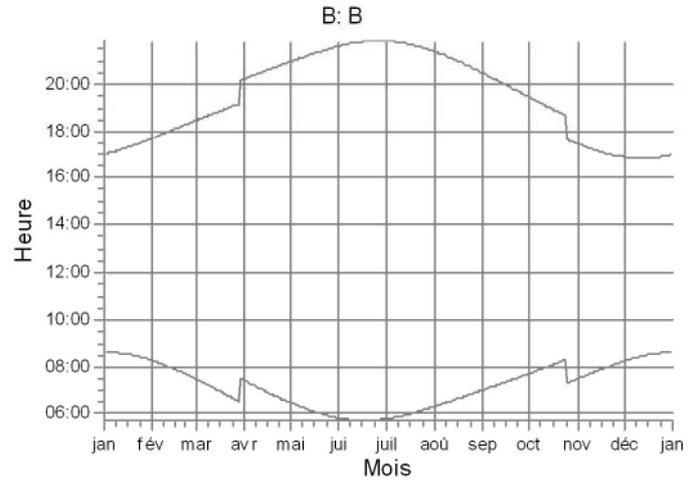
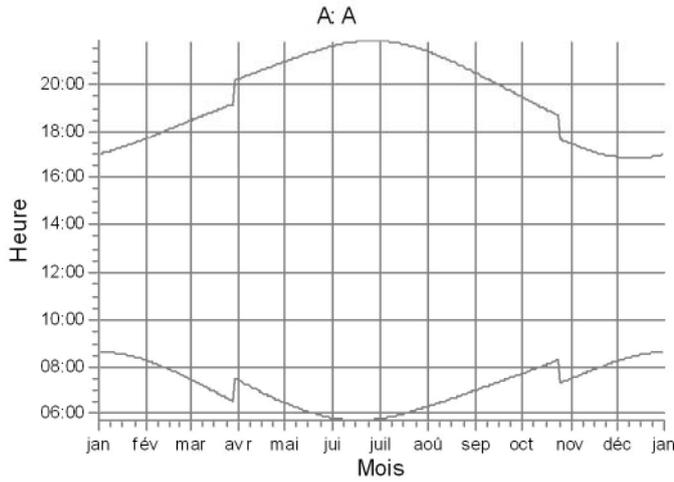
	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
1	08:36	08:15	07:28	07:24	06:27	05:48	05:46	06:18	07:00	07:42	07:29	08:14
	16:59	17:42	18:27	20:14	20:58	21:37	21:50	21:23	20:28	19:25	17:26	16:52
2	08:36	08:13	07:26	07:22	06:25	05:47	05:47	06:19	07:02	07:44	07:31	08:15
	17:00	17:43	18:28	20:15	20:59	21:38	21:50	21:22	20:26	19:23	17:25	16:52
3	08:36	08:12	07:24	07:20	06:23	05:46	05:47	06:20	07:03	07:45	07:32	08:16
	17:01	17:45	18:30	20:17	21:00	21:39	21:49	21:20	20:24	19:21	17:23	16:51
4	08:36	08:11	07:22	07:18	06:22	05:46	05:48	06:22	07:05	07:47	07:34	08:18
	17:02	17:47	18:32	20:18	21:02	21:40	21:49	21:19	20:22	19:19	17:22	16:51
5	08:36	08:09	07:20	07:16	06:20	05:45	05:49	06:23	07:06	07:48	07:35	08:19
	17:03	17:48	18:33	20:20	21:03	21:41	21:49	21:17	20:20	19:17	17:20	16:50
6	08:36	08:08	07:18	07:14	06:18	05:45	05:50	06:24	07:07	07:50	07:37	08:20
	17:04	17:50	18:35	20:21	21:05	21:42	21:48	21:15	20:18	19:15	17:19	16:50
7	08:36	08:06	07:16	07:12	06:17	05:44	05:50	06:26	07:09	07:51	07:38	08:21
	17:06	17:52	18:36	20:22	21:06	21:42	21:48	21:14	20:16	19:13	17:17	16:50
8	08:35	08:05	07:14	07:10	06:15	05:44	05:51	06:27	07:10	07:53	07:40	08:22
	17:07	17:53	18:38	20:24	21:07	21:43	21:47	21:12	20:14	19:11	17:16	16:50
9	08:35	08:03	07:12	07:08	06:14	05:43	05:52	06:28	07:11	07:54	07:42	08:23
	17:08	17:55	18:39	20:25	21:09	21:44	21:47	21:11	20:12	19:09	17:14	16:49
10	08:35	08:02	07:10	07:06	06:12	05:43	05:53	06:30	07:13	07:55	07:43	08:24
	17:09	17:56	18:41	20:27	21:10	21:45	21:46	21:09	20:10	19:07	17:13	16:49
11	08:34	08:00	07:08	07:04	06:11	05:43	05:54	06:31	07:14	07:57	07:45	08:25
	17:11	17:58	18:42	20:28	21:12	21:45	21:45	21:07	20:07	19:05	17:12	16:49
12	08:34	07:58	07:06	07:02	06:09	05:43	05:55	06:33	07:16	07:58	07:46	08:26
	17:12	18:00	18:44	20:30	21:13	21:46	21:45	21:06	20:05	19:03	17:10	16:49
13	08:33	07:57	07:04	07:00	06:08	05:42	05:56	06:34	07:17	08:00	07:48	08:27
	17:13	18:01	18:45	20:31	21:14	21:46	21:44	21:04	20:03	19:01	17:09	16:49
14	08:32	07:55	07:02	06:58	06:07	05:42	05:57	06:35	07:18	08:01	07:49	08:28
	17:15	18:03	18:47	20:33	21:16	21:47	21:43	21:02	20:01	18:59	17:08	16:49
15	08:32	07:53	07:00	06:56	06:05	05:42	05:58	06:37	07:20	08:03	07:51	08:29
	17:16	18:05	18:48	20:34	21:17	21:47	21:42	21:00	19:59	18:57	17:06	16:49
16	08:31	07:52	06:58	06:54	06:04	05:42	05:59	06:38	07:21	08:04	07:52	08:30
	17:17	18:06	18:50	20:36	21:18	21:48	21:42	20:59	19:57	18:55	17:05	16:50
17	08:30	07:50	06:56	06:52	06:03	05:42	06:00	06:39	07:23	08:06	07:54	08:30
	17:19	18:08	18:51	20:37	21:20	21:48	21:41	20:57	19:55	18:53	17:04	16:50
18	08:30	07:48	06:54	06:50	06:01	05:42	06:01	06:41	07:24	08:07	07:55	08:31
	17:20	18:09	18:53	20:39	21:21	21:49	21:40	20:55	19:53	18:51	17:03	16:50
19	08:29	07:46	06:51	06:48	06:00	05:42	06:02	06:42	07:25	08:09	07:57	08:32
	17:22	18:11	18:54	20:40	21:22	21:49	21:39	20:53	19:51	18:49	17:02	16:50
20	08:28	07:45	06:49	06:46	05:59	05:42	06:03	06:44	07:27	08:10	07:58	08:32
	17:23	18:13	18:56	20:42	21:23	21:49	21:38	20:51	19:49	18:48	17:01	16:51
21	08:27	07:43	06:47	06:45	05:58	05:42	06:04	06:45	07:28	08:12	08:00	08:33
	17:25	18:14	18:57	20:43	21:25	21:50	21:37	20:49	19:46	18:46	17:00	16:51
22	08:26	07:41	06:45	06:43	05:57	05:43	06:05	06:46	07:30	08:13	08:01	08:34
	17:26	18:16	18:59	20:44	21:26	21:50	21:36	20:48	19:44	18:44	16:59	16:52
23	08:25	07:39	06:43	06:41	05:56	05:43	06:06	06:48	07:31	08:15	08:03	08:34
	17:28	18:17	19:00	20:46	21:27	21:50	21:35	20:46	19:42	18:42	16:58	16:52
24	08:24	07:37	06:41	06:39	05:55	05:43	06:08	06:49	07:32	08:17	08:04	08:34
	17:29	18:19	19:02	20:47	21:28	21:50	21:33	20:44	19:40	18:40	16:57	16:53
25	08:23	07:35	06:39	06:37	05:54	05:43	06:09	06:51	07:34	08:18	08:06	08:35
	17:31	18:21	19:03	20:49	21:29	21:50	21:32	20:42	19:38	18:38	16:56	16:53
26	08:22	07:34	06:37	06:35	05:53	05:44	06:10	06:52	07:35	08:20	08:07	08:35
	17:32	18:22	19:05	20:50	21:31	21:50	21:31	20:40	19:36	18:36	16:55	16:54
27	08:21	07:32	06:35	06:34	05:52	05:44	06:11	06:53	07:37	08:21	08:08	08:36
	17:34	18:24	19:06	20:52	21:32	21:50	21:30	20:38	19:34	18:34	16:55	16:55
28	08:20	07:30	06:33	06:32	05:51	05:45	06:13	06:55	07:38	08:23	08:10	08:36
	17:35	18:25	19:08	20:53	21:33	21:50	21:28	20:36	19:32	18:32	16:54	16:56
29	08:19		07:31	06:30	05:50	05:45	06:14	06:56	07:40	08:24	08:11	08:36
	17:37		20:09	20:55	21:34	21:50	21:27	20:34	19:30	18:30	16:53	16:56
30	08:17		07:29	06:28	05:49	05:46	06:15	06:58	07:41	08:26	08:13	08:36
	17:39		20:11	20:56	21:35	21:50	21:26	20:32	19:28	18:28	16:53	16:57
31	08:16		07:26		05:48		06:16	06:59		07:27		08:36
	17:40		20:12		21:36		21:24	20:30		17:28		16:58
Heures de jour	273	285	368	410	471	481	486	444	379	336	278	260
Somme mn papillotement possible												

Explication sur la disposition et la signification des données présentées dans le tableau ci-dessus

Jour du mois hh:mm lever du soleil hh:mm début de l'ombre (Eolienne projetant la première ombre)
 hh:mm coucher du soleil mm d'ombre possible hh:mm fin de l'ombre (Eolienne projetant la dernière ombre)

SHADOW - Calendrier graphique par récepteur

Calcul: AU01 ombre



Eoliennes

SHADOW - Calendrier par éolienne

Calcul: AU01 ombreEoliennes: 1 - EOL1
Hypothèses de calcul

Les durées ont été calculées dans le cas le "Pire des cas" en faisant les hypothèses suivantes :
Le soleil brille toute la journée
Le plan du rotor est toujours perpendiculaire aux rayons du soleil
L'éolienne fonctionne en permanence

	[janvier	[février	[mars	[avril	[mai	[juin	[juillet	[août	[septembr	octobre	[novembr	décembre
1	08:36	08:14	07:28	07:24	06:27	05:48	05:46	06:18	07:00	07:42	07:29	08:14
	16:59	17:42	18:27	20:13	20:57	21:37	21:49	21:23	20:28	19:25	17:26	16:52
2	08:36	08:13	07:26	07:22	06:25	05:47	05:47	06:19	07:02	07:44	07:30	08:15
	17:00	17:43	18:28	20:15	20:59	21:38	21:49	21:21	20:26	19:23	17:25	16:52
3	08:36	08:12	07:24	07:20	06:23	05:46	05:47	06:20	07:03	07:45	07:32	08:16
	17:01	17:45	18:30	20:16	21:00	21:39	21:49	21:20	20:24	19:21	17:23	16:51
4	08:36	08:10	07:22	07:18	06:22	05:46	05:48	06:22	07:04	07:46	07:33	08:17
	17:02	17:47	18:31	20:18	21:02	21:40	21:49	21:18	20:22	19:19	17:22	16:51
5	08:36	08:09	07:20	07:16	06:20	05:45	05:49	06:23	07:06	07:48	07:35	08:19
	17:03	17:48	18:33	20:19	21:03	21:40	21:48	21:17	20:20	19:17	17:20	16:50
6	08:36	08:08	07:18	07:14	06:18	05:45	05:49	06:24	07:07	07:49	07:37	08:20
	17:04	17:50	18:35	20:21	21:04	21:41	21:48	21:15	20:18	19:15	17:18	16:50
7	08:35	08:06	07:16	07:12	06:17	05:44	05:50	06:26	07:09	07:51	07:38	08:21
	17:05	17:51	18:36	20:22	21:06	21:42	21:47	21:14	20:16	19:13	17:17	16:50
8	08:35	08:05	07:14	07:10	06:15	05:44	05:51	06:27	07:10	07:52	07:40	08:22
	17:07	17:53	18:38	20:24	21:07	21:43	21:47	21:12	20:13	19:11	17:16	16:49
9	08:35	08:03	07:12	07:08	06:14	05:43	05:52	06:28	07:11	07:54	07:41	08:23
	17:08	17:55	18:39	20:25	21:09	21:44	21:46	21:10	20:11	19:09	17:14	16:49
10	08:34	08:01	07:10	07:06	06:12	05:43	05:53	06:30	07:13	07:55	07:43	08:24
	17:09	17:56	18:41	20:27	21:10	21:44	21:46	21:09	20:09	19:07	17:13	16:49
11	08:34	08:00	07:08	07:04	06:11	05:43	05:54	06:31	07:14	07:57	07:44	08:25
	17:10	17:58	18:42	20:28	21:11	21:45	21:45	21:07	20:07	19:05	17:11	16:49
12	08:33	07:58	07:06	07:02	06:09	05:42	05:55	06:32	07:15	07:58	07:46	08:26
	17:12	18:00	18:44	20:30	21:13	21:46	21:44	21:05	20:05	19:03	17:10	16:49
13	08:33	07:57	07:04	07:00	06:08	05:42	05:55	06:34	07:17	08:00	07:48	08:27
	17:13	18:01	18:45	20:31	21:14	21:46	21:44	21:04	20:03	19:01	17:09	16:49
14	08:32	07:55	07:02	06:58	06:07	05:42	05:56	06:35	07:18	08:01	07:49	08:28
	17:14	18:03	18:47	20:33	21:15	21:47	21:43	21:02	20:01	18:59	17:08	16:49
15	08:32	07:53	07:00	06:56	06:05	05:42	05:57	06:37	07:20	08:03	07:51	08:29
	17:16	18:04	18:48	20:34	21:17	21:47	21:42	21:00	19:59	18:57	17:06	16:49
16	08:31	07:51	06:57	06:54	06:04	05:42	05:58	06:38	07:21	08:04	07:52	08:29
	17:17	18:06	18:50	20:35	21:18	21:48	21:41	20:58	19:57	18:55	17:05	16:49
17	08:30	07:50	06:55	06:52	06:03	05:42	06:00	06:39	07:22	08:06	07:54	08:30
	17:19	18:08	18:51	20:37	21:19	21:48	21:40	20:57	19:55	18:53	17:04	16:50
18	08:29	07:48	06:53	06:50	06:01	05:42	06:01	06:41	07:24	08:07	07:55	08:31
	17:20	18:09	18:53	20:38	21:21	21:48	21:39	20:55	19:53	18:51	17:03	16:50
19	08:29	07:46	06:51	06:48	06:00	05:42	06:02	06:42	07:25	08:09	07:57	08:32
	17:21	18:11	18:54	20:40	21:22	21:49	21:38	20:53	19:50	18:49	17:02	16:50
20	08:28	07:44	06:49	06:46	05:59	05:42	06:03	06:43	07:27	08:10	07:58	08:32
	17:23	18:12	18:56	20:41	21:23	21:49	21:37	20:51	19:48	18:47	17:01	16:51
21	08:27	07:43	06:47	06:44	05:58	05:42	06:04	06:45	07:28	08:12	08:00	08:33
	17:24	18:14	18:57	20:43	21:24	21:49	21:36	20:49	19:46	18:46	17:00	16:51
22	08:26	07:41	06:45	06:43	05:57	05:42	06:05	06:46	07:29	08:13	08:01	08:33
	17:26	18:16	18:59	20:44	21:26	21:50	21:35	20:47	19:44	18:44	16:59	16:52
23	08:25	07:39	06:43	06:41	05:56	05:43	06:06	06:48	07:31	08:15	08:03	08:34
	17:27	18:17	19:00	20:46	21:27	21:50	21:34	20:45	19:42	18:42	16:58	16:52
24	08:24	07:37	06:41	06:39	05:55	05:43	06:07	06:49	07:32	08:16	08:04	08:34
	17:29	18:19	19:02	20:47	21:28	21:50	21:33	20:44	19:40	18:40	16:57	16:53
25	08:23	07:35	06:39	06:37	05:54	05:43	06:09	06:50	07:34	07:18	08:05	08:35
	17:31	18:20	19:03	20:49	21:29	21:50	21:32	20:42	19:38	17:38	16:56	16:53
26	08:22	07:33	06:37	06:35	05:53	05:44	06:10	06:52	07:35	07:19	08:07	08:35
	17:32	18:22	19:05	20:50	21:30	21:50	21:31	20:40	19:36	17:36	16:55	16:54
27	08:21	07:31	06:35	06:33	05:52	05:44	06:11	06:53	07:36	07:21	08:08	08:35
	17:34	18:24	19:06	20:51	21:31	21:50	21:29	20:38	19:34	17:35	16:55	16:55
28	08:19	07:30	06:33	06:32	05:51	05:44	06:12	06:55	07:38	07:22	08:10	08:36
	17:35	18:25	19:08	20:53	21:33	21:50	21:28	20:36	19:32	17:33	16:54	16:55
29	08:18	07:30	06:30	06:30	05:50	05:45	06:14	06:56	07:39	07:24	08:11	08:36
	17:37	18:27	19:09	20:54	21:34	21:50	21:27	20:34	19:29	17:31	16:53	16:56
30	08:17	07:28	06:28	06:28	05:49	05:45	06:15	06:57	07:41	07:26	08:12	08:36
	17:38	18:28	19:09	20:56	21:35	21:50	21:26	20:32	19:27	17:30	16:53	16:57
31	08:16	07:26	06:26	06:26	05:48	05:44	06:16	06:59	07:43	07:27	08:13	08:36
	17:40	18:30	19:10	20:56	21:36	21:50	21:24	20:30	19:24	17:28	16:53	16:58
Heures de jour	273	285	368	410	471	481	486	444	379	336	278	260
Somme mn papillotement possible	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Explication sur la disposition et la signification des données présentées dans le tableau ci-dessus

Jour du mois hh:mm lever du soleil hh:mm début de l'ombre-hh:mm fin de l'ombre/mm d'ombre possible
hh:mm coucher du soleil hh:mm début de l'ombre-hh:mm fin de l'ombre/mm d'ombre possible

SHADOW - Calendrier par éolienne

Calcul: AU01 ombreEoliennes: 2 - EOL2

Hypothèses de calcul

Les durées ont été calculées dans le cas le "Pire des cas" en faisant les hypothèses suivantes :

- Le soleil brille toute la journée
- Le plan du rotor est toujours perpendiculaire aux rayons du soleil
- L'éolienne fonctionne en permanence

	[janvier	[février	[mars	[avril	[mai	[juin	[juillet	[août	[septembr	octobre	[novembr	décembre
1	08:36	08:14	07:28	07:24	06:26	05:48	05:46	06:18	07:00	07:42	07:29	08:14
	16:59	17:42	18:27	20:13	20:57	21:37	21:49	21:23	20:28	19:25	17:26	16:52
2	08:36	08:13	07:26	07:22	06:25	05:47	05:47	06:19	07:02	07:44	07:30	08:15
	17:00	17:43	18:28	20:15	20:59	21:38	21:49	21:21	20:26	19:23	17:25	16:52
3	08:36	08:12	07:24	07:20	06:23	05:46	05:47	06:20	07:03	07:45	07:32	08:16
	17:01	17:45	18:30	20:16	21:00	21:39	21:49	21:20	20:24	19:21	17:23	16:51
4	08:36	08:10	07:22	07:18	06:21	05:46	05:48	06:21	07:04	07:46	07:33	08:17
	17:02	17:46	18:31	20:18	21:02	21:40	21:49	21:18	20:22	19:19	17:22	16:51
5	08:36	08:09	07:20	07:16	06:20	05:45	05:49	06:23	07:06	07:48	07:35	08:18
	17:03	17:48	18:33	20:19	21:03	21:40	21:48	21:17	20:20	19:17	17:20	16:50
6	08:36	08:07	07:18	07:14	06:18	05:45	05:49	06:24	07:07	07:49	07:37	08:20
	17:04	17:50	18:34	20:21	21:04	21:41	21:48	21:15	20:18	19:15	17:18	16:50
7	08:35	08:06	07:16	07:12	06:17	05:44	05:50	06:26	07:08	07:51	07:38	08:21
	17:05	17:51	18:36	20:22	21:06	21:42	21:47	21:14	20:16	19:13	17:17	16:50
8	08:35	08:04	07:14	07:10	06:15	05:44	05:51	06:27	07:10	07:52	07:40	08:22
	17:07	17:53	18:38	20:24	21:07	21:43	21:47	21:12	20:13	19:11	17:16	16:49
9	08:35	08:03	07:12	07:08	06:14	05:43	05:52	06:28	07:11	07:54	07:41	08:23
	17:08	17:55	18:39	20:25	21:09	21:44	21:46	21:10	20:11	19:09	17:14	16:49
10	08:34	08:01	07:10	07:06	06:12	05:43	05:53	06:30	07:13	07:55	07:43	08:24
	17:09	17:56	18:41	20:27	21:10	21:44	21:46	21:09	20:09	19:07	17:13	16:49
11	08:34	08:00	07:08	07:04	06:11	05:43	05:54	06:31	07:14	07:57	07:44	08:25
	17:10	17:58	18:42	20:28	21:11	21:45	21:45	21:07	20:07	19:05	17:11	16:49
12	08:33	07:58	07:06	07:02	06:09	05:42	05:54	06:32	07:15	07:58	07:46	08:26
	17:12	18:00	18:44	20:30	21:13	21:46	21:44	21:05	20:05	19:03	17:10	16:49
13	08:33	07:57	07:04	07:00	06:08	05:42	05:55	06:34	07:17	08:00	07:47	08:27
	17:13	18:01	18:45	20:31	21:14	21:46	21:44	21:04	20:03	19:01	17:09	16:49
14	08:32	07:55	07:02	06:58	06:06	05:42	05:56	06:35	07:18	08:01	07:49	08:28
	17:14	18:03	18:47	20:33	21:15	21:47	21:43	21:02	20:01	18:59	17:07	16:49
15	08:32	07:53	06:59	06:56	06:05	05:42	05:57	06:36	07:20	08:03	07:51	08:29
	17:16	18:04	18:48	20:34	21:17	21:47	21:42	21:00	19:59	18:57	17:06	16:49
16	08:31	07:51	06:57	06:54	06:04	05:42	05:58	06:38	07:21	08:04	07:52	08:29
	17:17	18:06	18:50	20:35	21:18	21:48	21:41	20:58	19:57	18:55	17:05	16:49
17	08:30	07:50	06:55	06:52	06:03	05:42	05:59	06:39	07:22	08:06	07:54	08:30
	17:19	18:08	18:51	20:37	21:19	21:48	21:40	20:57	19:55	18:53	17:04	16:50
18	08:29	07:48	06:53	06:50	06:01	05:42	06:01	06:41	07:24	08:07	07:55	08:31
	17:20	18:09	18:53	20:38	21:21	21:48	21:39	20:55	19:53	18:51	17:03	16:50
19	08:29	07:46	06:51	06:48	06:00	05:42	06:02	06:42	07:25	08:09	07:57	08:32
	17:21	18:11	18:54	20:40	21:22	21:49	21:38	20:53	19:50	18:49	17:02	16:50
20	08:28	07:44	06:49	06:46	05:59	05:42	06:03	06:43	07:27	08:10	07:58	08:32
	17:23	18:12	18:56	20:41	21:23	21:49	21:37	20:51	19:48	18:47	17:01	16:51
21	08:27	07:43	06:47	06:44	05:58	05:42	06:04	06:45	07:28	08:12	08:00	08:33
	17:24	18:14	18:57	20:43	21:24	21:49	21:36	20:49	19:46	18:46	17:00	16:51
22	08:26	07:41	06:45	06:43	05:57	05:42	06:05	06:46	07:29	08:13	08:01	08:33
	17:26	18:16	18:59	20:44	21:26	21:50	21:35	20:47	19:44	18:44	16:59	16:52
23	08:25	07:39	06:43	06:41	05:56	05:43	06:06	06:48	07:31	08:15	08:03	08:34
	17:27	18:17	19:00	20:46	21:27	21:50	21:34	20:45	19:42	18:42	16:58	16:52
24	08:24	07:37	06:41	06:39	05:55	05:43	06:07	06:49	07:32	08:16	08:04	08:34
	17:29	18:19	19:02	20:47	21:28	21:50	21:33	20:44	19:40	18:40	16:57	16:53
25	08:23	07:35	06:39	06:37	05:54	05:43	06:09	06:50	07:34	07:18	08:05	08:35
	17:31	18:20	19:03	20:49	21:29	21:50	21:32	20:42	19:38	17:38	16:56	16:53
26	08:22	07:33	06:37	06:35	05:53	05:44	06:10	06:52	07:35	07:19	08:07	08:35
	17:32	18:22	19:05	20:50	21:30	21:50	21:31	20:40	19:36	17:36	16:55	16:54
27	08:21	07:31	06:35	06:33	05:52	05:44	06:11	06:53	07:36	07:21	08:08	08:35
	17:34	18:24	19:06	20:51	21:31	21:50	21:29	20:38	19:34	17:35	16:55	16:55
28	08:19	07:30	06:32	06:32	05:51	05:44	06:12	06:55	07:38	07:22	08:10	08:36
	17:35	18:25	19:08	20:53	21:33	21:50	21:28	20:36	19:31	17:33	16:54	16:55
29	08:18	07:30	06:30	06:30	05:50	05:45	06:14	06:56	07:39	07:24	08:11	08:36
	17:37	18:27	19:09	20:54	21:34	21:50	21:27	20:34	19:29	17:31	16:53	16:56
30	08:17	07:28	06:28	06:28	05:49	05:45	06:15	06:57	07:41	07:26	08:12	08:36
	17:38	18:28	19:09	20:56	21:35	21:50	21:25	20:32	19:27	17:30	16:53	16:57
31	08:16	07:26	06:26	06:26	05:48	05:44	06:16	06:59	07:43	07:27	08:13	08:36
	17:40	18:30	19:10	20:58	21:36	21:50	21:24	20:30	19:24	17:28	16:53	16:58
Heures de jour	273	285	368	410	471	481	486	444	379	336	278	260
Somme mn papillotement possible	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Explication sur la disposition et la signification des données présentées dans le tableau ci-dessus

Jour du mois hh:mm lever du soleil hh:mm début de l'ombre-hh:mm fin de l'ombre/mm d'ombre possible
hh:mm coucher du soleil hh:mm début de l'ombre-hh:mm fin de l'ombre/mm d'ombre possible

SHADOW - Calendrier par éolienne

Calcul: AU01 ombreEoliennes: 3 - EOL3 déplacée
Hypothèses de calcul

Les durées ont été calculées dans le cas le "Pire des cas" en faisant les hypothèses suivantes :
Le soleil brille toute la journée
Le plan du rotor est toujours perpendiculaire aux rayons du soleil
L'éolienne fonctionne en permanence

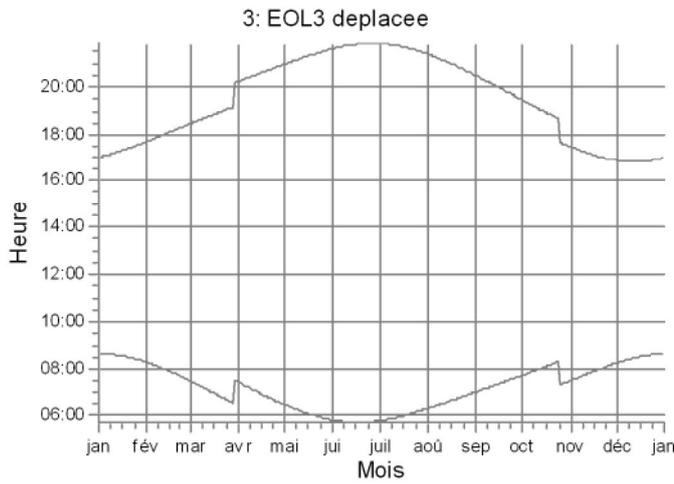
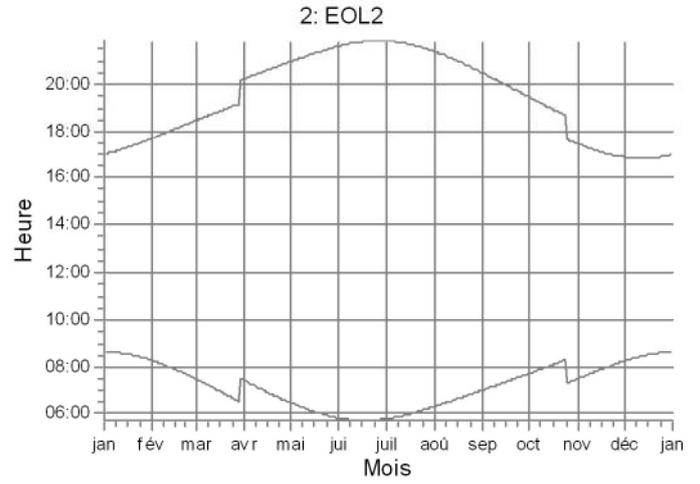
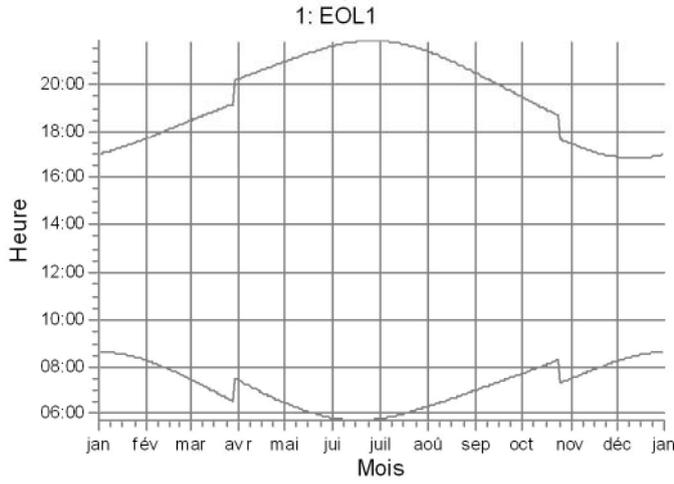
	[janvier	[février	[mars	[avril	[mai	[juin	[juillet	[août	[septembr	[octobre	[novembr	[décembre
1	08:36	08:14	07:28	07:24	06:26	05:48	05:46	06:17	07:00	07:42	07:29	08:14
	16:59	17:42	18:27	20:13	20:57	21:37	21:49	21:23	20:28	19:25	17:26	16:52
2	08:36	08:13	07:26	07:22	06:25	05:47	05:47	06:19	07:01	07:44	07:30	08:15
	17:00	17:43	18:28	20:15	20:59	21:38	21:49	21:21	20:26	19:23	17:25	16:52
3	08:36	08:12	07:24	07:20	06:23	05:46	05:47	06:20	07:03	07:45	07:32	08:16
	17:01	17:45	18:30	20:16	21:00	21:39	21:49	21:20	20:24	19:21	17:23	16:51
4	08:36	08:10	07:22	07:18	06:21	05:46	05:48	06:21	07:04	07:46	07:33	08:17
	17:02	17:46	18:31	20:18	21:02	21:40	21:49	21:18	20:22	19:19	17:21	16:51
5	08:36	08:09	07:20	07:16	06:20	05:45	05:49	06:23	07:06	07:48	07:35	08:18
	17:03	17:48	18:33	20:19	21:03	21:40	21:48	21:17	20:20	19:17	17:20	16:50
6	08:36	08:07	07:18	07:14	06:18	05:45	05:49	06:24	07:07	07:49	07:37	08:20
	17:04	17:50	18:34	20:21	21:04	21:41	21:48	21:15	20:18	19:15	17:18	16:50
7	08:35	08:06	07:16	07:12	06:17	05:44	05:50	06:25	07:08	07:51	07:38	08:21
	17:05	17:51	18:36	20:22	21:06	21:42	21:47	21:14	20:16	19:13	17:17	16:50
8	08:35	08:04	07:14	07:10	06:15	05:44	05:51	06:27	07:10	07:52	07:40	08:22
	17:07	17:53	18:38	20:24	21:07	21:43	21:47	21:12	20:13	19:11	17:16	16:49
9	08:35	08:03	07:12	07:08	06:14	05:43	05:52	06:28	07:11	07:54	07:41	08:23
	17:08	17:55	18:39	20:25	21:09	21:44	21:46	21:10	20:11	19:09	17:14	16:49
10	08:34	08:01	07:10	07:06	06:12	05:43	05:53	06:30	07:13	07:55	07:43	08:24
	17:09	17:56	18:41	20:27	21:10	21:44	21:46	21:09	20:09	19:07	17:13	16:49
11	08:34	08:00	07:08	07:04	06:11	05:43	05:54	06:31	07:14	07:57	07:44	08:25
	17:10	17:58	18:42	20:28	21:11	21:45	21:45	21:07	20:07	19:05	17:11	16:49
12	08:33	07:58	07:06	07:02	06:09	05:42	05:54	06:32	07:15	07:58	07:46	08:26
	17:12	17:59	18:44	20:30	21:13	21:46	21:44	21:05	20:05	19:03	17:10	16:49
13	08:33	07:57	07:04	07:00	06:08	05:42	05:55	06:34	07:17	08:00	07:47	08:27
	17:13	18:01	18:45	20:31	21:14	21:46	21:44	21:04	20:03	19:01	17:09	16:49
14	08:32	07:55	07:02	06:58	06:06	05:42	05:56	06:35	07:18	08:01	07:49	08:28
	17:14	18:03	18:47	20:32	21:15	21:47	21:43	21:02	20:01	18:59	17:07	16:49
15	08:32	07:53	06:59	06:56	06:05	05:42	05:57	06:36	07:20	08:03	07:51	08:29
	17:16	18:04	18:48	20:34	21:17	21:47	21:42	21:00	19:59	18:57	17:06	16:49
16	08:31	07:51	06:57	06:54	06:04	05:42	05:58	06:38	07:21	08:04	07:52	08:29
	17:17	18:06	18:50	20:35	21:18	21:48	21:41	20:58	19:57	18:55	17:05	16:49
17	08:30	07:50	06:55	06:52	06:03	05:42	05:59	06:39	07:22	08:06	07:54	08:30
	17:18	18:08	18:51	20:37	21:19	21:48	21:40	20:57	19:55	18:53	17:04	16:50
18	08:29	07:48	06:53	06:50	06:01	05:42	06:01	06:41	07:24	08:07	07:55	08:31
	17:20	18:09	18:53	20:38	21:21	21:48	21:39	20:55	19:52	18:51	17:03	16:50
19	08:29	07:46	06:51	06:48	06:00	05:42	06:02	06:42	07:25	08:09	07:57	08:31
	17:21	18:11	18:54	20:40	21:22	21:49	21:38	20:53	19:50	18:49	17:02	16:50
20	08:28	07:44	06:49	06:46	05:59	05:42	06:03	06:43	07:27	08:10	07:58	08:32
	17:23	18:12	18:56	20:41	21:23	21:49	21:37	20:51	19:48	18:47	17:01	16:51
21	08:27	07:43	06:47	06:44	05:58	05:42	06:04	06:45	07:28	08:12	08:00	08:33
	17:24	18:14	18:57	20:43	21:24	21:49	21:36	20:49	19:46	18:45	17:00	16:51
22	08:26	07:41	06:45	06:43	05:57	05:42	06:05	06:46	07:29	08:13	08:01	08:33
	17:26	18:16	18:59	20:44	21:26	21:50	21:35	20:47	19:44	18:44	16:59	16:52
23	08:25	07:39	06:43	06:41	05:56	05:43	06:06	06:48	07:31	08:15	08:03	08:34
	17:27	18:17	19:00	20:46	21:27	21:50	21:34	20:45	19:42	18:42	16:58	16:52
24	08:24	07:37	06:41	06:39	05:54	05:43	06:07	06:49	07:32	08:16	08:04	08:34
	17:29	18:19	19:02	20:47	21:28	21:50	21:33	20:44	19:40	18:40	16:57	16:53
25	08:23	07:35	06:39	06:37	05:53	05:43	06:09	06:50	07:34	07:18	08:05	08:35
	17:30	18:20	19:03	20:49	21:29	21:50	21:32	20:42	19:38	17:38	16:56	16:53
26	08:22	07:33	06:37	06:35	05:53	05:44	06:10	06:52	07:35	07:19	08:07	08:35
	17:32	18:22	19:05	20:50	21:30	21:50	21:31	20:40	19:36	17:36	16:55	16:54
27	08:21	07:31	06:35	06:33	05:52	05:44	06:11	06:53	07:36	07:21	08:08	08:35
	17:34	18:24	19:06	20:51	21:31	21:50	21:29	20:38	19:34	17:35	16:55	16:55
28	08:19	07:29	06:32	06:32	05:51	05:44	06:12	06:55	07:38	07:22	08:10	08:35
	17:35	18:25	19:07	20:53	21:33	21:50	21:28	20:36	19:31	17:33	16:54	16:55
29	08:18	07:30	06:30	06:30	05:50	05:45	06:14	06:56	07:39	07:24	08:11	08:36
	17:37	07:30	20:09	20:54	21:34	21:50	21:27	20:34	19:29	17:31	16:53	16:56
30	08:17	07:28	06:28	06:28	05:49	05:45	06:15	06:57	07:41	07:26	08:12	08:36
	17:38	07:28	20:10	20:56	21:35	21:50	21:25	20:32	19:27	17:30	16:53	16:57
31	08:16	07:26	06:26	06:26	05:48	05:44	06:16	06:59	07:43	07:27	08:12	08:36
	17:40	07:26	20:12	20:56	21:36	21:50	21:24	20:30	19:25	17:28	16:53	16:58
Heures de jour	273	285	368	410	471	481	486	444	379	336	278	260
Somme mn papillotement possible	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Explication sur la disposition et la signification des données présentées dans le tableau ci-dessus

Jour du mois hh:mm lever du soleil hh:mm début de l'ombre-hh:mm fin de l'ombre/mm d'ombre possible
hh:mm coucher du soleil hh:mm début de l'ombre-hh:mm fin de l'ombre/mm d'ombre possible

SHADOW - Calendrier graphique par éolienne

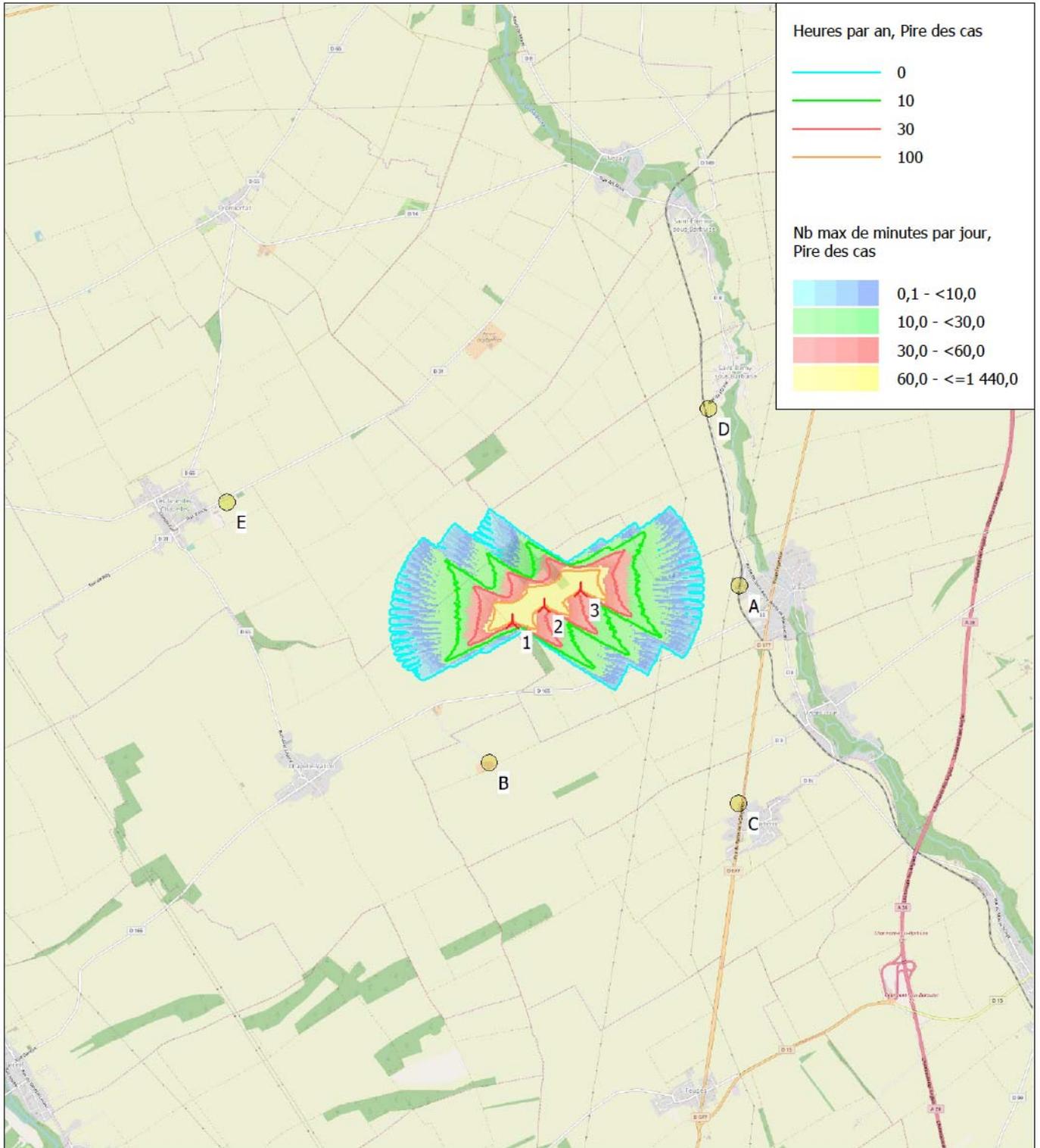
Calcul: AU01 ombre



Récepteurs-d'ombre

SHADOW - Carte

Calcul: AU01 ombre



0 1 2 3 4 km

Carte: EMD OpenStreetMap , Echelle à l'impression 1:75 000, Centre de la carte Geo WGS84 Est: 4,076439° E Nord: 48,458099° N
▲ Nouvelle-éolienne 📍 Récepteur-d'ombres

Carte durée du papillotement: CDN1

Time step: 3 minute(s), Day step: 7 jours, Map resolution: 20 m, Visibility resolution: 10 m, Hauteur du regard: 1,5 m