

*ÉTUDE D'OMBRAJE RELATIVE À
L'IMPLANTATION D'UNE
ÉOLIENNE : PROJET
OEKOSTROUM HËLZEN*

EMCA

Juin 2025



M-TECH Wallonie srl a préparé ce document pour l'usage exclusif du client et en accord avec les objectifs du contrat en vertu duquel ce travail a été effectué. Les informations contenues reprennent les constatations de M-TECH Wallonie srl au moment de son intervention.

Aucune responsabilité ne peut être endossée par M-TECH Wallonie srl pour des inexactitudes dans des données fournies par d'autres parties. Les conclusions et recommandations de ce rapport sont basées sur l'hypothèse que tous les renseignements pertinents ont été fournis par les organismes auprès desquels ils ont été demandés.

Aucune autre partie ne peut utiliser ce rapport, même partiel, sans l'accord exprès du client et de M-TECH Wallonie srl. Aucune autre garantie, expresse ou implicite, n'est faite quant à l'avis professionnel inclus dans ce rapport.

Suivi de la mission		
Version du document	3	
Date du document	juin 2025	
Statut du document	Final	
Distribution	X	Non classifié (diffusion ouverte en interne et externe).
		Diffusion restreinte (en accord avec le contrat).
		Confidentiel (usage interne au Donneur d'ordre).
Préparé par	Relu par	Finalisé par
Nicolas Sougnez	Nicolas Jorion	Nicolas Sougnez
le		
29-10-2024	30-10-2024	11-06-2025
Contact	Auteur : Nicolas Sougnez Email : nicolass@embridge.be Route de Hannut, 55 5004 Bouge Téléphone : 081/22 60 82 Mail : info@embridge.be Site web : www.embridge.be/fr	

TABLE DES MATIÈRES

0. Intervenants	4
0.1. Demandeur	4
0.2. Auteur du rapport d'ombrage	4
1. Description du projet	5
1.1. Description du projet	5
1.2. Modèles d'éoliennes envisagés	7
1.3. Localisation du projet	7
1.4. Ombrage des éoliennes	9
2. Méthodologie	10
2.1. Paramétrisation de Windpro	10
2.1.1. Le relief	10
2.1.2. Les récepteurs d'ombrage	10
2.1.3. L'implantation de l'éolienne	12
2.1.4. Autres parcs éoliens	12
2.2. Calculs d'ombrage	14
2.2.1. Introduction	14
2.2.2. Module de contrôle	15
2.3. Résultats des modélisations	16
2.3.1. Scénario maximaliste	16
2.3.2. Scénario réaliste	17
2.3.3. Analyse détaillée du récepteur présentant des dépassements de seuils	18
2.3.4. Bridage du parc éolien	20
3. Conclusions	21
4. Références	22
5. Annexes	23
5.1. Annexe 1 : Documents cartographiques	24
5.2. Annexe 2 : Rapports des calculs d'ombrage du logiciel Windpro	25
5.3. Annexe 3 : Fiches descriptives des récepteurs d'ombrage	26

0. INTERVENANTS

0.1.Demandeur

La demande d'étude d'ombrage est introduite par la société EMCA.

Siège : 11, Rue Principale ; L-6557 Dickweiler
Téléphone : +352 26 74 31 36
Internet : <https://www.emca.lu/>
Personne de contact : Frank Muller
Mail : frank.muller@emca.lu

0.2.Auteur du rapport d'ombrage

L'étude d'ombrage a été réalisée par la société Embridge (M-tech Wallonie).

Siège social : Esplanade 1 / 16
1020 Bruxelles
Siège d'exploitation : Route de Hannut, 55
5004 NAMUR (BOUGE)
Tél. : 081/22 60 82
Fax : 081/22 99 22
E-mail : info@embridge.be
Site Internet : www.embridge.be/fr

1. DESCRIPTION DU PROJET

1.1. Description du projet

La présente mission porte sur la réalisation d'une étude d'ombrage pour le compte de la société EMCA (ci-après le Demandeur).

Cette étude vise l'implantation et l'exploitation d'une (1) éolienne d'une hauteur maximale de 266,5 m (rotor compris) et d'une puissance unitaire maximale de 7,2 MW sur la commune de Wincrange au Luxembourg. Cette éolienne se localisera à proximité du parc existant de Oekostroum Weiler (*Oekostroum Weiler Windpark*), qui comporte 7 éoliennes.

Dans ce rapport sont présentés les résultats d'une étude d'ombrage cumulative entre l'éolienne en projet et le parc existant afin de mieux prendre en compte les réalités du terrain.

Par la suite dans cette étude, la nouvelle éolienne sera nommée E1 alors que les éoliennes déjà existantes du parc de Oekostroum Weiler seront nommées de WEA1 à WEA7.

Les coordonnées LUREF de l'éolienne sont reprises au Tableau 1.1-1.

Tableau 1.1-1. Coordonnées LUREF de l'éolienne.

Éolienne	LUREF		Altitude par rapport au niveau de la mer (m)
	X	Y	
E1	64037	132715	485

La situation géographique de l'éolienne concernée est présentée à la Figure 1.1-1.

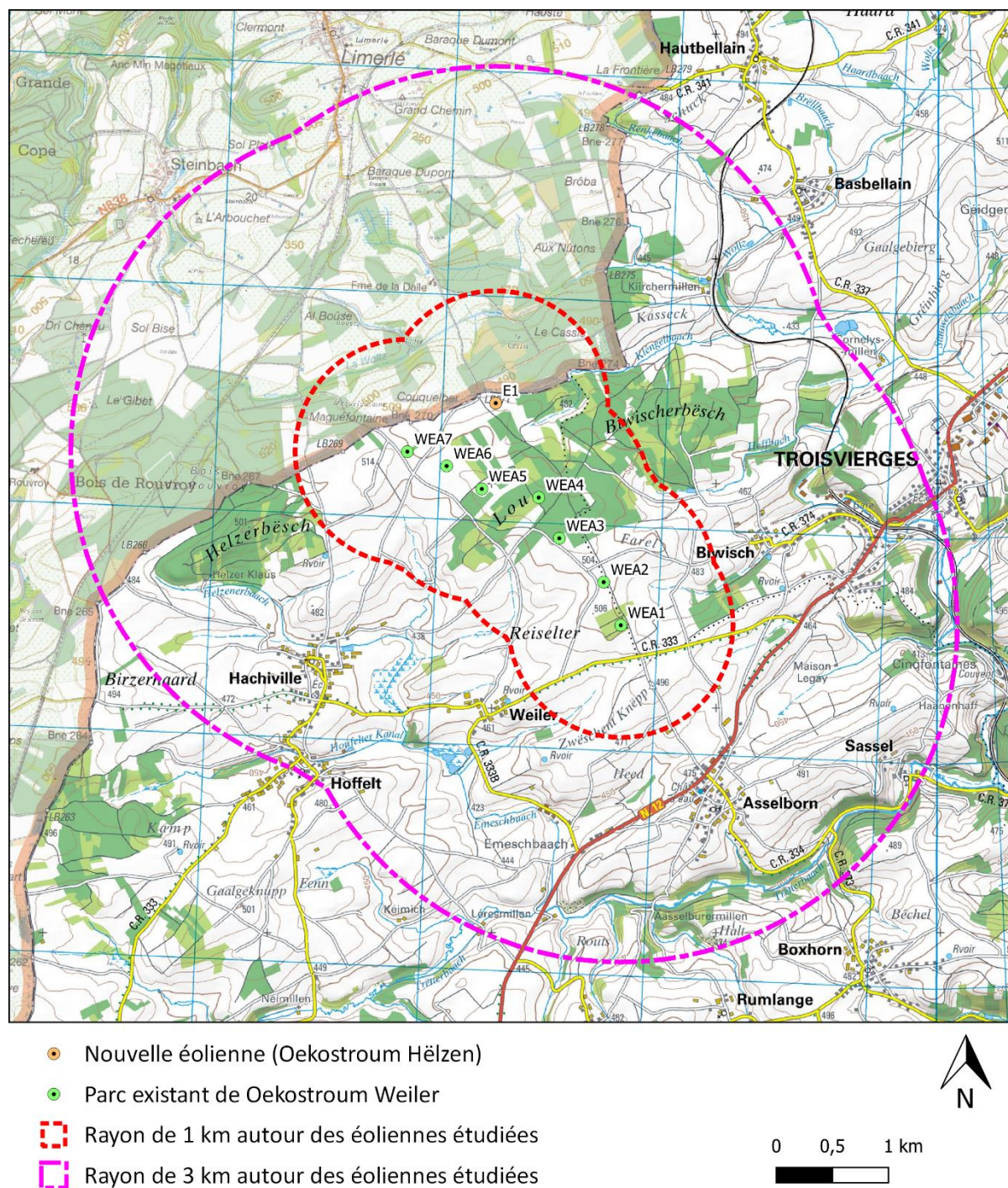


Figure 1.1-1. Localisation de l'éolienne étudiée et des éoliennes existantes.

1.2. Modèles d'éoliennes envisagés

Au stade actuel du projet, le Demandeur n'a pas encore arrêté son choix définitif quant au modèle précis d'éolienne qu'il compte installer. Différents modèles sont donc envisagés dans la cadre du projet et de la présente étude, à savoir :

- Enercon E175
- Nordex N175

Ce choix dépendra notamment de la disponibilité des modèles, de l'évolution technologique en matière d'éoliennes et des impacts acceptables de chacune d'entre elles.

L'éolienne sélectionnée aura une puissance maximale comprise entre 6.0 et 7.2 MW électriques. Elle aura un rotor de 175 mètres et un mât d'une hauteur comprise entre 162 et 179 m. La hauteur totale maximale de l'éolienne (mât et pale) entre ces deux modèles sera de 266,5 m.

Les caractéristiques techniques des deux modèles étudiés dans la présente étude sont présentées au Tableau 1.2-1.

Tableau 1.2-1. Caractéristiques techniques des deux modèles d'éoliennes choisis par le porteur du projet.

Caractéristiques	E175	N175
Puissance nominale électrique (MW)	6.0	7.2
Diamètre rotor (m)	175	175
Hauteur moyeu (m)	162	179
Hauteur total (mât et pale) (m)	249,5	266,5
Surface balayée (m²)	24052,8	24052,8

1.3. Localisation du projet

Le site éolien se situe dans le canton de Clervaux et sur la commune de Wincrange. Il est présent à la frontière avec la Belgique (93 m au Nord de E1).

L'éolienne E1 s'implante dans une prairie (végétation herbacée permanente), occupation du sol majoritaire avec les forêts (feuillus et conifères) dans un rayon de 1 km. Elle se situe à environ 90 m d'un massif boisé.

Le parc existant de Oekostroum Weiler (WEA) suit un axe de crête alors que l'éolienne en projet s'implante au Nord dans une légère pente orientée vers le Nord. Les variations topographiques dans le périmètre restreint sont légèrement accidentées et auront donc une influence sur les ombres portées de l'éolienne.

Les zones d'habitat se situent toutes à plus de 1 km du parc éolien. Les plus proches sont les suivantes :

- Hachiville à 2,1 km au Sud-Ouest ;
- Weiler à 2,5 km au Sud ;
- Asselborn à 3,8 km au Sud ;
- Birwisch à 2,3 km à l'Est ;
- Troisvierges à 3,1 km à l'Est ;
- Limerlé à 2,1 km au Nord (Belgique) ;
- Steinbach à 2,9 km au Nord-Ouest (Belgique).

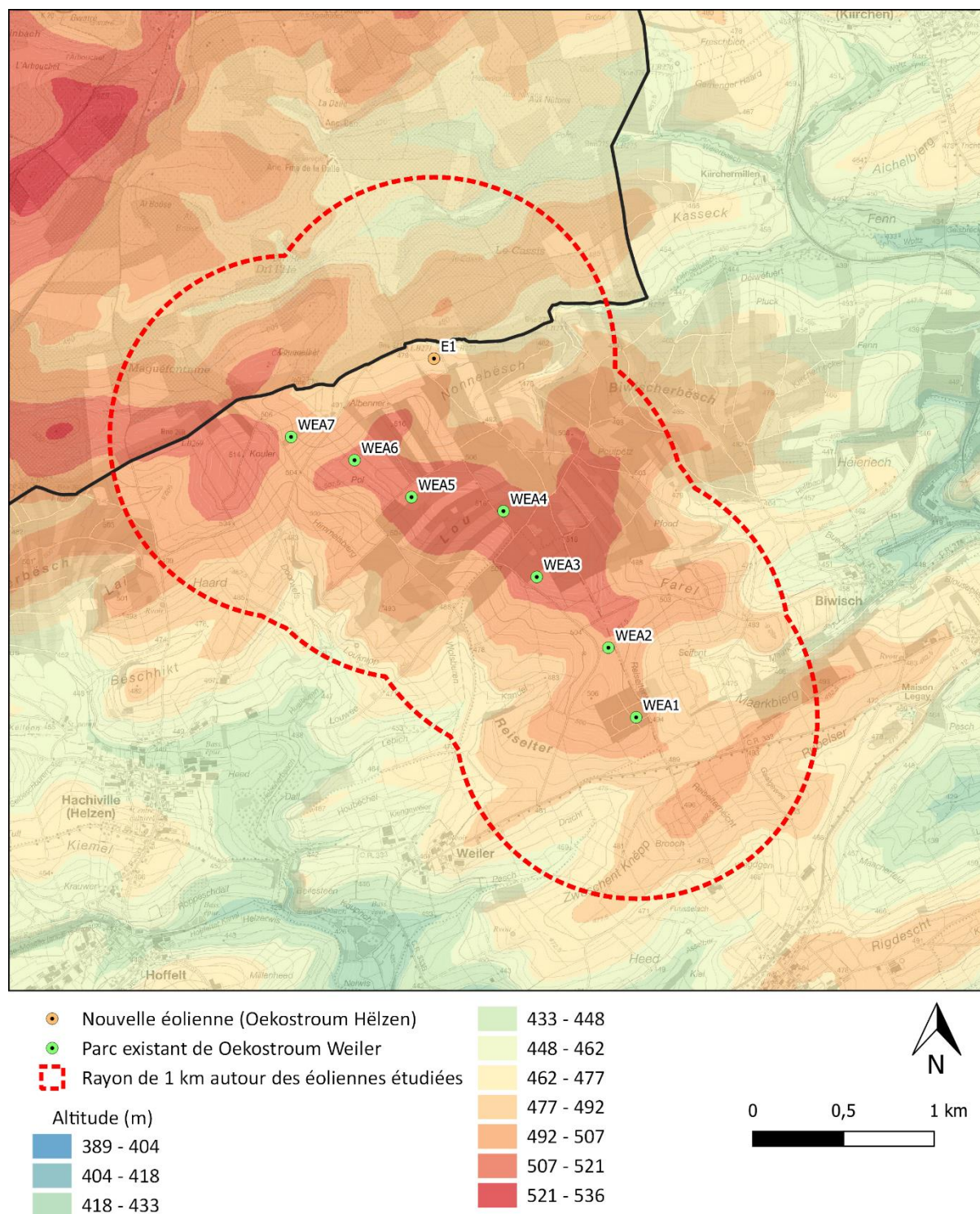


Figure 1.3-1. Modèle Numérique de Terrain (MNT) de la zone d'implantation (Source : Windpro)

1.4. Ombrage des éoliennes

L'ombre portée par une éolienne ne constitue pas, à proprement parler, un effet stroboscopique, lequel correspond plutôt à un effet de crénelage temporel observable sous un éclairage intermittent. L'effet stroboscopique crée une gêne due à une suite rapide d'images qui se succèdent à une vitesse plus courte que la durée de persistance des images rétiniennes (par exemple : l'effet que crée, pour un automobiliste, le soleil derrière une succession régulière d'arbres). Le risque de crises d'épilepsie causé par les éoliennes est parfois évoqué à tort. En effet, une réaction du corps humain ne peut apparaître que si la vitesse de clignotement est supérieure à 2.5 Hz, ce qui correspondrait, pour une éolienne à trois pales, à une vitesse de rotation de 50 tours par minute. Les éoliennes retenues dans cette étude tournent à une vitesse de minimum 6.0 à maximum 10.7 tours par minute et sont donc bien en-deçà de ces fréquences.

2. MÉTHODOLOGIE

2.1. Paramétrisation de Windpro

L'ombre portée de l'éolienne a été calculée et estimée via une modélisation numérique à l'aide du logiciel Windpro v4.1, en considérant que la rotation des pales était assimilée à un disque plein, autrement dit que les périodes pendant lesquelles une alternance d'ombre/lumière est projetée en un point sous l'effet de la rotation des pales sont assimilées à des périodes d'ombre continue (hypothèse maximaliste).

Il a également été considéré l'hypothèse maximaliste suivante: une ombre apparaît dès que la hauteur du soleil est supérieure à 3° au-dessus de l'horizon.

En faisant varier la position du soleil minute par minute pendant une année complète, l'ombre portée peut dès lors être calculée, ainsi que les durées d'exposition annuelles et journalières maximales.

Le calcul des zones ombragées a été réalisé à l'aide d'une modélisation informatique, suite à l'encodage des paramètres suivants :

1. le relief ;
2. les récepteurs potentiels de l'ombrage (points d'immission) ;
3. l'implantation de l'éolienne étudiée ;
4. l'implantation des éoliennes autorisées et existantes dans un rayon de 10 km.

2.1.1. Le relief

Pour le relief, les calculs se sont basés sur le Modèle Numérique de Terrain du Luxembourg (résolution de 5 m) pour le Grand-Duché du Luxembourg et sur le Modèle Numérique de Terrain de Belgique (résolution de 5 m).

2.1.2. Les récepteurs d'ombrage

Le bureau d'étude M-TECH WALLONIE a sélectionné 2 récepteurs afin de couvrir les différentes zones habitées et maisons isolées qui se localisent dans le rayon maximaliste de projection des ombres. Pour cela, le modèle d'éolienne possédant l'ombre projetée la plus grande a été choisie dans la modélisation. Il s'agit du modèle Nordex N175. En effet, la configuration de cette éolienne (rapport entre le diamètre de son rotor, la hauteur de son mât, sa hauteur totale et l'épaisseur de ses pales) lui confère une projection d'ombre qui, en superficie territoriale concernée, est la plus grande des 2 modèles étudiés. Cette superficie de projection est cependant très proche de celle de la modèle E175.

La région en bleu qui est présentée dans la Figure 2.1-1 représente donc la zone de projection d'ombres mouvante de ce modèle d'éolienne dans une situation maximaliste, c'est-à-dire sans tenir compte des obstacles potentiels (bâtiments ou zones boisées). Seul le relief naturel du sol (MNT) a été pris en compte dans la modélisation de l'ombrage. Il est donc physiquement impossible (hors modification significative du relief du sol) que les lieux situés en dehors de cette zone reçoivent un effet d'ombrage par rapport à la position et aux caractéristiques de l'éolienne étudiée.

Les récepteurs ont donc été positionnés dans cette zone d'ombrage de telle manière qu'ils soient représentatifs des habitations ou lieux de services situés autour d'eux. Ces 2 récepteurs sont à retrouver à la Figure 2.1-1 et sont décrits au Tableau 2.1-1.

Au vu de la zone concernée, seulement 2 habitations sont impactées par des effets d'ombrage. En effet, la zone autour de l'éolienne est peu habitée.

⇒ Un descriptif détaillé de ces récepteurs est à retrouver en Annexe 3.

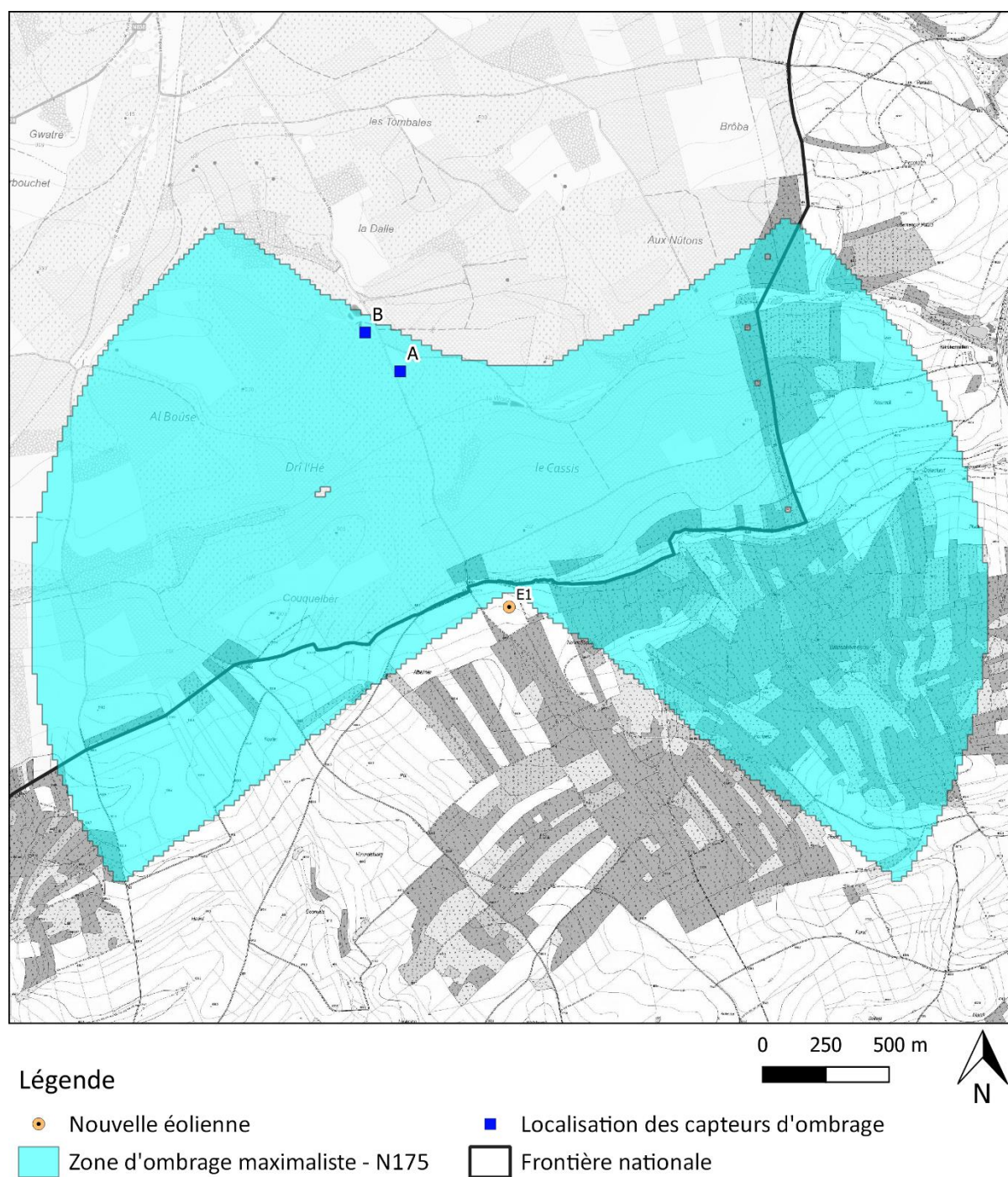


Figure 2.1-1. Localisation des récepteurs d'ombrage.

Tableau 2.1-1. Description des récepteurs d'ombrage.

N°	Adresse	Coordonnées (Luref)		Distance à l'éolienne
		X	Y	
A	9 Rue de la Dalle, 6670 Limerlé, Belgique	63606	133646	1026 m
B	8 Rue de la Dalle, 6670 Limerlé, Belgique	63467	133800	1225 m

Ces récepteurs d'ombrage, ou points d'immission, ont été paramétrés dans le logiciel Windpro selon les mêmes caractéristiques telles que retenues en Belgique et en Allemagne. Le point d'immission correspond à une surface plane orientée à 90° de 5 m de large sur 2 m de hauteur, omnidirectionnel (toujours perpendiculaire aux rayons du soleil) et placé à 0,2 m de hauteur. Il s'agit de la représentation la plus réaliste d'une baie vitrée par exemple dans une habitation.

2.1.3. L'implantation de l'éolienne

Sa localisation est reprise au point 1.3.

2.1.4. Autres parcs éoliens

Pour cette étude, toutes les autres éoliennes autorisées et existantes dans un rayon de 10 km ont été retenues. Elles sont reprises au Tableau 2.1-2. À l'exception des 7 éoliennes existantes du parc de Oekostroum Weiler, toutes les autres éoliennes sont trop éloignées de l'éolienne en projet que pour avoir une incidence cumulative sur l'ombrage.

⇒ Les limites d'ombres mouvantes de ces éoliennes sont reprises à la Carte 4 de l'Annexe 1.

Tableau 2.1-2. Inventaire des parcs éoliens dans un rayon de 10 km autour du projet (coordonnées Luref)

Pays	État	Hauteur du mât (m)	Diamètre du Rotor (m)	X	Y	Nom dans l'étude
Luxembourg	existant	70	44	63741	126210	
Luxembourg	existant	70	40	64610	126221	
Luxembourg	existant	73	53	67681	126727	
Luxembourg	existant	73	53	66062	125375	
Luxembourg	existant	108	82	70372	130350	
Luxembourg	existant	108	82	69137	129841	
Luxembourg	existant	108	82	69176	131369	
Luxembourg	existant	108	82	69927	130354	
Luxembourg	existant	108	82	69463	130187	
Luxembourg	existant	138	82	70996	129646	
Luxembourg	existant	149	115	63548	126559	
Luxembourg	existant	143	113	63249	132283	WEA7
Luxembourg	existant	143	113	63599	132156	WEA6
Luxembourg	existant	143	113	63913	131951	WEA5
Luxembourg	existant	143	113	64420	131874	WEA4
Luxembourg	existant	143	113	64604	131511	WEA3
Luxembourg	existant	143	113	64999	131121	WEA2
Luxembourg	existant	143	113	65152	130737	WEA1
Luxembourg	existant	138	92	73302	129734	
Luxembourg	existant	160	138	73466	130653	
Belgique	existant	100	100	62882	140927	
Belgique	existant	100	100	63176	140811	
Belgique	existant	100	100	63428	140643	
Belgique	existant	100	100	63633	140439	
Belgique	existant	100	100	63793	140200	
Belgique	étude	142,5	175	65333	141496	
Belgique	étude	142,5	175	65032	141789	
Belgique	étude	142,5	175	64780	142063	
Belgique	étude	142,5	175	63821	142400	
Belgique	étude	142,5	175	63257	142162	
Belgique	étude	142,5	175	63643	141737	
Belgique	instruction	135,5	149	63127	141972	
Belgique	instruction	135,5	149	63447	141511	
Belgique	instruction	135,5	149	63914	141069	
Belgique	instruction	135,5	149	64420	141037	
Belgique	instruction	135,5	149	64415	141615	
Belgique	instruction	135,5	149	65093	141337	
Belgique	instruction	135,5	149	64982	142119	
Belgique	instruction	135,5	149	65517	141912	
Belgique	instruction	135,5	149	65561	142473	
Belgique	instruction	135,5	149	64917	142687	
Belgique	étude	162,5	175	57485	125256	

2.2. Calculs d'ombrage

2.2.1. Introduction

Les modèles d'éoliennes sélectionnés par le porteur de projet ont chacun fait l'objet de calculs spécifiques.

Les pales de l'éolienne en rotation créent par projection un ombrage intermittent qui ne se produit que lorsque les conditions suivantes sont simultanément réunies :

- temps clair (soleil) ;
- vent actionnant les pales ;
- orientation du soleil en position relativement basse portant l'ombre d'une éolienne sur un lieu d'habitation ou de travail ;
- orientation des fenêtres du lieu vers l'éolienne.

En pratique, le phénomène n'est perceptible qu'à proximité directe de l'éolienne (distance inférieure à 1900 m dans le cas du modèle maximaliste N175) et peut alors constituer une gêne pour les habitants des maisons les plus proches, en cas d'exposition prolongée.

Deux types de calculs ont été effectués :

- une modélisation de l'ombrage selon les hypothèses « maximalistes » suivantes, tel que repris dans les conditions sectorielles relatives aux parcs d'éoliennes :
 - le soleil luit toute la journée, du lever au coucher, 365 jours par an ;
 - la surface du rotor est toujours perpendiculaire aux rayons du soleil ;
 - la lumière est directionnelle et non diffuse ;
 - aucun obstacle ne vient absorber les rayons du soleil ;
 - les turbines fonctionnent en permanence ;

Ce scénario considère donc que le soleil brille du lever au coucher du soleil, sans discontinuer et sans tenir compte de la nébulosité.

- une modélisation de l'ombrage selon les hypothèses « réalistes » suivantes :
 - le soleil ne luit pas tout le temps : les données d'ensoleillement sont utilisées ;
 - les éoliennes ne fonctionnent pas tout le temps (maintenance, absence de vent,...).

Ce scénario tient compte des statistiques mensuelles d'ensoleillement fournies par la station de Saint-Hubert en Belgique (40 km à l'Ouest) et de la rose des vents adaptée au site par rapport cette même station synoptique de Saint-Hubert.

Le modèle mathématique calcule donc la durée d'ombre (h/an, h/jour et jours/an) sous forme cartographique et de tableau de résultats pour l'ensemble des récepteurs choisis.

Les durées d'exposition aux ombres portées maximales admissibles de 30 h/an et également de 30 min/jour sont proposés comme critères d'évaluation. Cette valeur d'immission possible de base astronomique de 30 h/an correspond à la durée d'exposition aux ombres portées météorologiquement probable d'environ 8 h/an^[1, 2, 3, 4]. Pour les éoliennes qui génèrent une durée d'exposition aux ombres portées supérieure à 30 h/an ou 30 min/jour à un seul point récepteur d'ombre, un dispositif de coupure doit garantir que la durée d'exposition aux ombres portées totale du point récepteur ne dépasse pas 8 h/an. En cas de dépassement de ces seuils (calcul maximaliste), un module de contrôle sera mise en place au niveau de l'éolienne.

2.2.2. Module de contrôle

Le risque d'exposition prolongée ressentie par les récepteurs identifiés ci-avant, peut être maîtrisé par l'installation d'un module de contrôle de projection d'ombre, lequel stoppe automatiquement le rotor quand il est orienté de telle façon et à tel moment qu'il génère une ombre importante sur l'habitation.

Un tel module est relié à un capteur situé sur la tour qui mesure de manière périodique le rayonnement solaire. À partir des résultats obtenus, il vérifie si les récepteurs prédéfinis sont concernés par une importante projection d'ombre.

Le module est capable de contrôler la projection d'ombre et compilera également les données dans un historique pour une année complète. Lorsque le seuil critique est dépassé (8 heures par an en cas réaliste), le module déclenche l'arrêt de l'éolienne (dépassement des normes).

Le module de contrôle d'une éolienne est effectivement couplé au module de programmation ou d'arrêt via l'armoire de contrôle située dans la nacelle. Cette armoire centralise le pilotage et la régulation de l'éolienne : elle reçoit en temps réel les données des capteurs (anémomètre, girouette, etc.), compare ces mesures aux seuils programmés, puis transmet des instructions au système de commande (par exemple, modification de l'angle des pales ou arrêt complet de la machine) si un dépassement est détecté. Ce couplage permet ainsi d'activer automatiquement le bridage ou l'arrêt de l'éolienne selon les paramètres définis dans le module de programmation, garantissant la conformité réglementaire et la sécurité de l'installation. La communication entre ces modules est assurée par un réseau interne sécurisé, permettant une supervision et une intervention rapide à distance si nécessaire.

Un exemple de module de contrôle et de capteur d'ensoleillement est repris à la Figure 2.2-1.

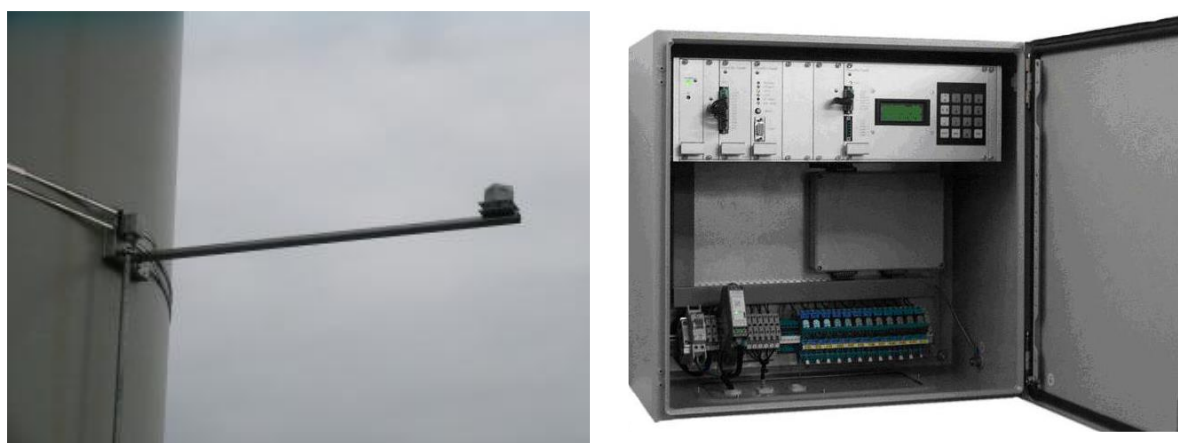


Figure 2.2-1. Exemple de module de contrôle et de capteur de rayonnement (Source: NorthTecGmbH, 2003).

Le phénomène d'ombrage se rencontrant principalement lors de conditions météorologiques de vents faibles, la perte de production liée à l'arrêt de l'éolienne est considérée comme négligeable.

2.3. Résultats des modélisations

2.3.1. Scénario maximaliste

Les résultats des modélisations, par récepteur et pour chaque jour de l'année sont repris en Annexe 2. Ces résultats détaillés permettent d'identifier le moment de l'année et la journée où un récepteur sera soumis à l'ombrage.

- ⇒ L'Annexe 1, cartes n°1 a et b reprend les cartes prévisionnelles de l'ombrage en heures par an, pour les modèles d'éoliennes envisagés et en cumulatif avec les éoliennes déjà présentes, dans la situation maximaliste ;
- ⇒ L'Annexe 1, cartes n°3 a et b reprend les cartes prévisionnelles de l'ombrage en minutes par jour, pour les modèles d'éoliennes envisagés et en cumulatif avec les éoliennes déjà présentes, dans la situation maximaliste ;

Les résultats de l'exposition aux ombres mouvantes en heures par an dans le cas maximaliste, en situation cumulative avec les 7 éoliennes existantes, sont repris au Tableau 2.3-1.

Pour le scénario Nordex :

- Aucun récepteur n'est soumis à un effet d'ombrage supérieur à 30 h/an ;
- 2 récepteurs sont soumis à un effet d'ombrage inférieur à 30 h/an mais supérieur à 8 h/an ;
- Aucun récepteur n'est soumis à un effet d'ombrage inférieur à 8 h/an.

Pour le scénario Enercon :

- Aucun récepteur n'est soumis à un effet d'ombrage supérieur à 30 h/an ;
- 1 récepteur est soumis à un effet d'ombrage inférieur à 30 h/an mais supérieur à 8 h/an ;
- 1 récepteur est soumis à un effet d'ombrage inférieur à 8 h/an.

Tableau 2.3-1. Exposition des récepteurs aux ombres des éoliennes - situation annuelle maximaliste
En **gras** figure le scénario le plus impactant

Cas maximaliste (h/an)		
	Cumulé avec le parc de Weiler (WEA)	
Récepteur	Nordex N175	Enercon E175
A	27:53	19:39
B	10:44	3:34

Bien que les deux modèles envisagés induisent des ombrages similaires, le modèle Enercon crée une ombre portée de plus petite dimension, le récepteur B passant ainsi sous la barre des 8h par an en situation maximaliste avec ce modèle. Comme signalé plus haut, les différences qui apparaissent entre les modèles sélectionnés peuvent être le fait de la combinaison de plusieurs facteurs. Ici c'est la hauteur totale de ces modèles qui est le facteur qui fait varier le plus les durées des ombrages (+17m pour le modèle N175). Enfin, la forme (épaisseur) des pales peut également avoir une influence sur une ombre plus ou moins importante.

Les résultats de l'exposition aux ombres mouvantes en minutes par jour dans le cas maximaliste sont repris au Tableau 2.3-2.

Pour les deux scénarios étudiés :

- 1 récepteur (A) est soumis à un effet d'ombrage supérieur à 30 min/jour ;
- 1 récepteur est soumis à un effet d'ombrage inférieur à 30 min/jour.

Tableau 2.3-2. Exposition des récepteurs aux ombres des éoliennes - situation journalière maximaliste.
En **rouge** figurent les dépassements du seuil de 30 min/jour et en **gras** le scénario le plus impactant

Cas maximaliste (h/jour)		
	Cumulé avec le parc de Weiler (WEA)	
Récepteur	Nordex N175	Enercon E175
A	0:39	0:34
B	0:25	0:14

Ces dépassements de seuils journaliers sur le récepteur A sont donc respectivement de 9 minutes avec le modèle Nordex et de 4 minutes avec le modèle Enercon.

Étant donné que des dépassements de seuil sont calculés en cas maximaliste journalier, un module de contrôle de l'ombrage devra obligatoirement être installé pour le parc éolien, quel que soit le modèle retenu.

2.3.2. Scénario réaliste

Dans le cas réaliste (scénario selon les statistiques climatiques de la station de Saint-Hubert en Belgique), les résultats du calcul des durées d'exposition à l'ombrage, cumulé avec les éoliennes déjà installées, sont repris au Tableau 2.3-3 ci-dessous.

Pour les deux scénarios étudiés, les 2 récepteurs sont soumis à un effet d'ombrage inférieur à 8 h/an.

⇒ L'Annexe 1, cartes n°2 a et b reprennent les cartes prévisionnelles de l'ombrage en heures par an, pour les modèles d'éoliennes envisagés et en cumulatif avec les éoliennes déjà installées, dans une situation réaliste.

Tableau 2.3-3. Exposition des récepteurs aux ombres des éoliennes - situation annuelle réaliste.
En **gras** figure le scénario le plus impactant

Cas réaliste (h/an)		
	Cumulé avec le parc de Weiler (WEA)	
Récepteur	Nordex N175	Enercon E175
A	2:31	1:41
B	0:52	0:16

2.3.3. Analyse détaillée du récepteur présentant des dépassements de seuils

Une description détaillée du récepteur présentant un dépassement du seuil maximaliste journalier (récepteur A) est réalisée ci-après.

2.3.3.1. Récepteur A

La Figure 2.3-1 illustre la situation du récepteur A par rapport à l'éolienne. La zone boisée entre cette habitation et l'éolienne n'a pas été prise en compte dans les calculs d'ombrage. Des arbres sont présents autour de la propriété. Ceux-ci pourraient potentiellement limiter les effets d'ombrage. Il s'agit de la façade arrière de l'habitation qui sera impactée par l'ombre de E1.

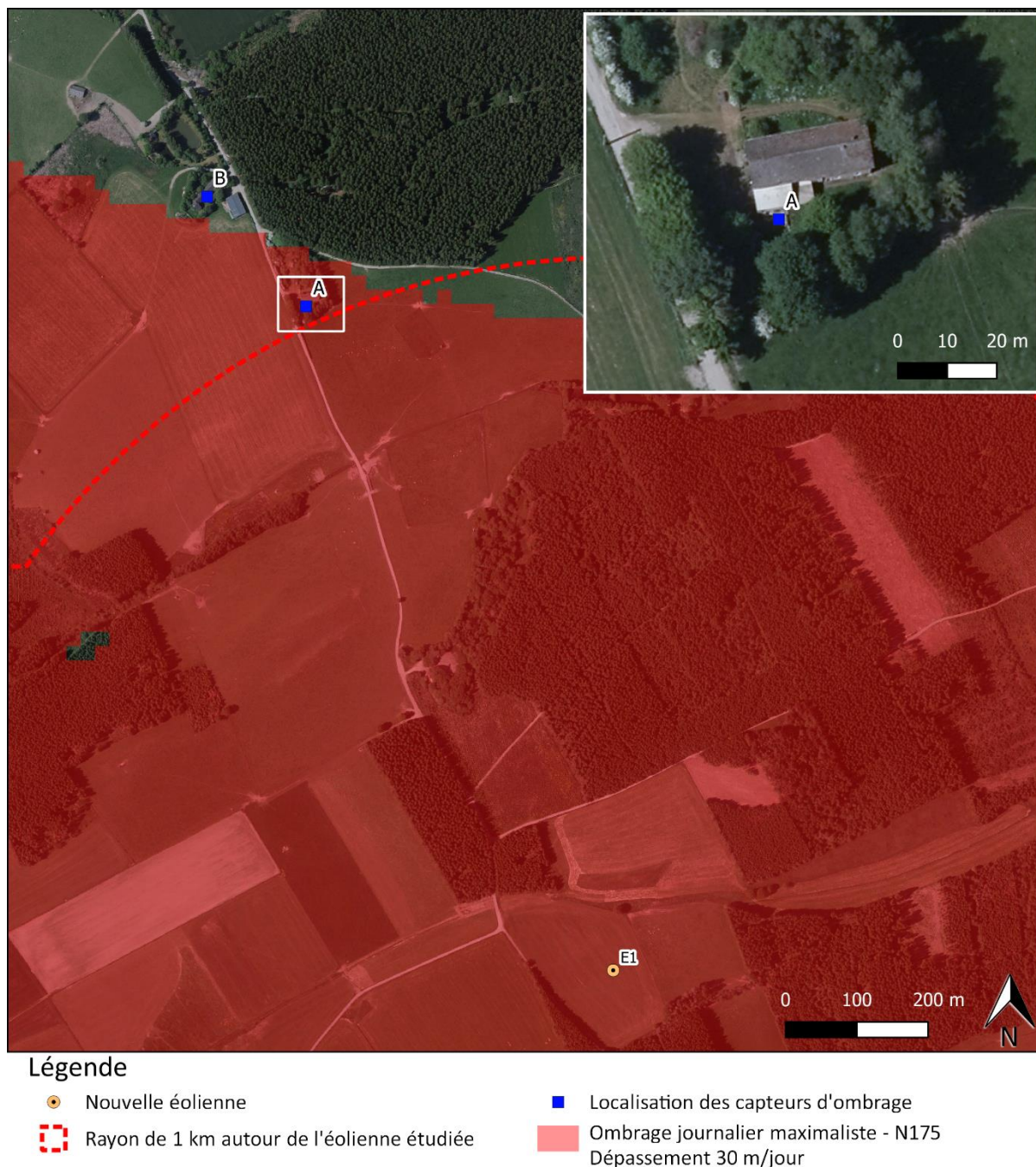


Figure 2.3-1. Situation géographique de l'éolienne et du récepteur A

Ce récepteur sera soumis à un effet d'ombrage de la part de l'éolienne en projet E1 du 26 Novembre au 16 janvier entre 10:20 et 11:07, comme indiqué par la zone verte sur le graphique suivant (modèle maximaliste Nordex N175).

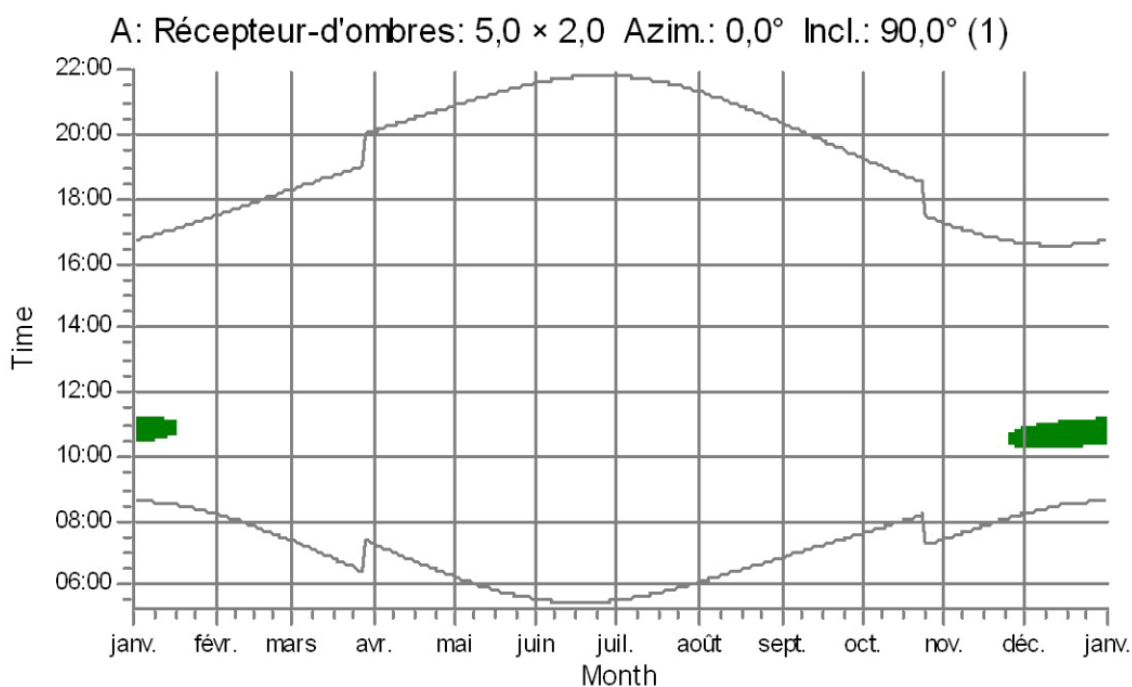


Figure 2.3-2. Calendrier d'ombrage de l'éolienne sur le récepteur A (modèle Nordex N175)

2.3.3.2. Autre récepteur

Le récepteur B n'est concerné par aucun dépassement de seuil légal selon les scénarios maximalistes et réalistes. Son calendrier d'ombrages peut être consulté ci-dessous et en Annexe 2. Celui-ci sera soumis à l'ombrage de l'éolienne étudiée du 6 décembre au 6 janvier entre 10:14 et 10:44.

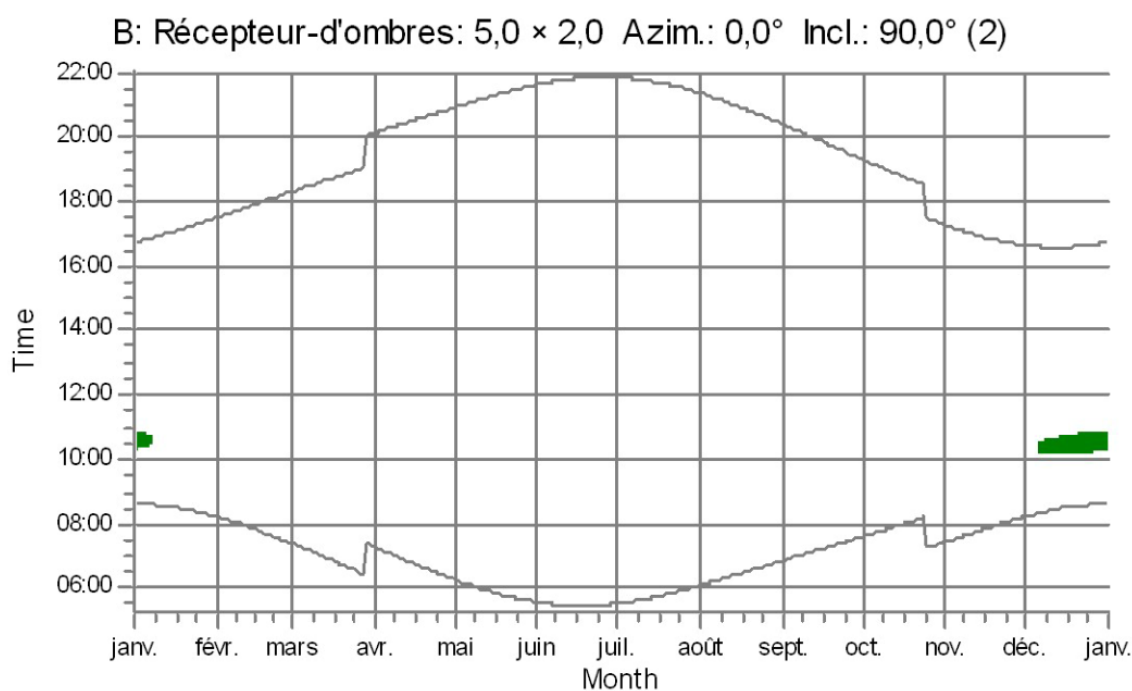


Figure 2.3-3. Calendrier d'ombrage de l'éolienne sur le récepteur B (modèle Nordex N175)

2.3.4. Bridage du parc éolien

Étant donné que les seuils annuels maximalistes ne sont dépassés pour aucun des récepteurs concernés un programme de bridage spécifique ne doit pas être mis en place.

Concernant le bridage journalier, il se peut que l'éolienne doive être bridée lorsque le seuil de 30 min/jour sera dépassé. Le module de contrôle, installé sur l'éolienne et couplé au module de programmation des bridages, calculera l'ombre engendrée sur les récepteurs et permettra donc d'arrêter l'éolienne en cas de dépassement.

Ces arrêts journaliers auront un impact négligeable sur la récupération de productible.

Le détail des périodes où l'éolienne pourrait être arrêtée, en cas de dépassement du seuil, est à retrouver dans les rapports en Annexe 2.

3. CONCLUSIONS

La modélisation de l'ombre mouvante de l'éolienne en projet conclut que le seuil de 30 h/an en situation maximaliste ne sera pas dépassé au niveau des deux récepteurs concernés, et ce, quel que soit le modèle d'éolienne retenu. Le seuil journalier de 30 min/jour est dépassé pour un récepteur quel que soit le modèle utilisé. Le seuil annuel de 8 h/an en situation réaliste n'est quant à lui dépassé pour aucun des récepteurs.

Le modèle N175 étant plus haut que le modèle E175, celui-ci induira de manière systématique des ombrages plus importants que ce dernier.

Comme les dépassements de seuils ne sont observés que dans le scénario maximaliste journalier, il n'est pas nécessaire d'appliquer un bridage fixe basé sur les caractéristiques météorologiques du site. Un simple module de contrôle, capable de brider l'éolienne uniquement en cas de dépassement effectif des seuils légaux, suffira et sera couplé au module de programmation de l'éolienne. Cette approche garantira le respect de la réglementation tout en minimisant l'impact sur la production annuelle, puisque le nombre de minutes de bridage restera très limité

4. RÉFÉRENCES

- 1 - Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) ; «Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen - Aktualisierung 2019 (WEA-Schattenwurf-Hinweise) » (<https://www.lai-immissionsschutz.de>) ; 23.01.2020.
- 2 - Ministerialblatt NRW, "Erlass für die Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen und Hinweise für die Zielsetzung und Anwendung (Windenergie-Erlass)", 8.05.2018.
- 3 - LANUV, NRW, Sachinformation - Optische Immissionen von Windenergieanlagen, 2002.
- 4 - Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI), "Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Hinweise)", 2002.

5. ANNEXES

LISTE DES ANNEXES :

ANNEXE 1 – DOCUMENTS CARTOGRAPHIQUES

ANNEXE 2 – RAPPORTS DES CALCULS D'OMBRAGE DU LOGICIEL WINDPRO

ANNEXE 3 – FICHES DESCRIPTIVES DES RÉCEPTEURS D'OMBRAGE

5.1. Annexe 1 : Documents cartographiques

5.2. Annexe 2 : Rapports des calculs d'ombrage du logiciel Windpro

5.3. Annexe 3 : Fiches descriptives des récepteurs d'ombrage