

## TÜV RHEINLAND ENERGY GMBH



Étude d'impact des ombres portées concernant  
l'implantation de deux éoliennes à Differdange  
pour la société Solarpower S.A., Luxembourg

Rapport TÜV Nr.: 936/21246682/A2

Köln, 03.04.2020

[www.umwelt-tuv.de](http://www.umwelt-tuv.de)



[tre-service@de.tuv.com](mailto:tre-service@de.tuv.com)

**Die TÜV Rheinland Energy GmbH ist mit der Abteilung Immissionsschutz**  
unter anderem für die Arbeitsgebiete:

Windenergieanlagen: Bestimmung von Windpotential, Energieerträgen, Standorterträgen und Standortgüte nach EEG, standortbezogenen Turbulenzcharakteristika und Extremwinde; Schallimmissionsprognosen, Schattenwurfimmissionsberechnung und Sichtbarkeitsbestimmung

**nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.**

Die Akkreditierung ist gültig bis 10-12-2022. DAkKS-Registriernummer: D-PL-11120-02-00.

Die TÜV Rheinland Energy GmbH ist in Luxemburg als *Organisme Agréé* unter der Zulassungsnummer OA/2019/001 zugelassen.

Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung.

**TÜV Rheinland Energy GmbH**  
**D-51105 Köln, Am Grauen Stein, Tel: 0221 806-5200, Fax: 0221 806-1349**

E1\_B\_Solarpower\_WP Differdange\_Impaktstudie  
Schattenwurf\_(1942329\_2019\_936\_21246682A2)\_20200403\_fr.docx  
Die Akkreditierung gilt für den in der Urkundenanlage D-PL-11120-02-00 festgelegten Umfang.

**Leerseite**



## Étude d'impact des ombres portées concernant l'implantation de deux éoliennes à Differdange pour la société Solarpower S.A., Luxembourg

<b>Nom de l'institut reconnu comme Organisme Agréé:</b>	TÜV Rheinland Energy GmbH	
<b>Date de validité de l'agrément:</b>	31.03.2022	
<b>Numéro / Date du rapport:</b>	936/21246682/A2	03.04.2020
<b>Exploitant:</b>	Solarpower S.A. 2a, Avenue du Prince Henri, L-6735 Grevenmacher	
<b>Lieu:</b>	Differdange, Luxembourg Coordonnées LUREF 59.425 m, 63.225 m	
<b>Type d'évaluation:</b>	Calcul des durées d'exposition aux ombres portées	
<b>Mandant:</b>	Solarpower S.A. 2a, Avenue du Prince Henri, L-6735 Greven- macher	
<b>Date de la mission:</b>	19.4.2019	
<b>Numéro de client:</b>	1942329	
<b>Personne en charge:</b>	Dr. rer. nat. Kai Born Tel.: +49 221 806-4230 Email: <a href="mailto:kai.born@de.tuv.com">kai.born@de.tuv.com</a>	
<b>Taille du rapport:</b>	50 pages au total Annexes à partir de la page 31	
<b>Mission:</b>	Simulation des effets environnementaux causés par les ombres portées	

## Résumé

La société Solarpower S.A. prévoit de construire 2 éoliennes à Differdange, Luxembourg. Des éoliennes de type Nordex N149 / 4.5 sont prévues avec deux hauteurs de moyeu possibles (125 m ou 164 m).

Les valeurs recommandées dans [1] et, par exemple, adoptées dans [2] sont suggérées ici comme valeurs limites. Si les valeurs limites des durées maximales d'exposition aux ombres portées de base astronomique possibles (30 h / an ou 30 min / jour) sont dépassées, des temps de coupure doivent être respectés. La valeur de base astronomique possible de 30 h / an correspond approximativement à une durée d'exposition aux ombres portées météorologique probable de 8 h par an ou de 30 min par jour.

L'impact a été évalué à l'aide d'une simulation des durées d'exposition aux ombres portées de base astronomique maximaux possibles.

Les résultats des calculs montrent que les valeurs limites des durées maximales d'exposition aux ombres seront potentiellement dépassés pour divers points récepteurs si toutes les installations fonctionnent en continu. Par conséquent, un contrôle des temps de coupure doit être effectué. Il est prévu pour le parc éolien pour les deux variantes envisagées de faire usage de modules de coupure automatiques. Ceux-ci évaluent les paramètres météorologiques (couverture ou rayonnement solaire) et surveillent les coupures de manière centralisée, de sorte qu'aucune durée d'exposition aux ombres portées réelle ne dépasse 8h / an ou 30 min / jour. À partir de la simulation des temps de dépassement, les temps de coupure pour lesquels les valeurs limites des durées maximales d'exposition aux ombres portées de base astronomique ne seront pas dépassées sont calculés. En considérant ensuite les paramètres météorologiques (force du vent, ensoleillement / couverture), un taux de perte de rendement énergétique est estimé:

		Temps de coupure maximaux nécessaires [hh:mm]	Taux de perte de rendement maximal attendu	Taux de perte de rendement possible en tenant compte des paramètres météorologiques
<b>Constellation „Nordex N149 125 m“</b>				
WEA 1	Nordex N149 – 125 m	220:13	2,51%	0,67%
WEA 2	Nordex N149 – 125 m	264:54	3,02%	0,81%
<b>Constellation „Nordex N149 164 m“</b>				
WEA 1	Nordex N149 – 164 m	234:29	2,68%	0,71%
WEA 2	Nordex N149 – 164 m	305:50	3,49%	0,93%

### Révisions:

936/21246682/A	11.02.2020	Première version
936/21246682/A1	21.02.2020	Réglage des coordonnées des éoliennes
936/21246682/A2	03.04.2020	Prise en compte de la précharge (chap. 3.1.2)

<b>Contenu</b>	<b>Page</b>
1 Définition de la mission.....	7
1.1 Informations générales et partis en présence .....	7
1.2 Spécification de la mission.....	7
1.3 Démarche .....	8
1.4 Méthodologie, outils et programmes utilisés .....	8
2 Description de la zone d'étude .....	9
2.1 Description des lieux .....	9
2.2 Visite du site.....	9
2.3 Données d'entrée topographiques .....	9
3 Informations sur le parc éolien .....	12
3.1 Description des installations.....	12
3.2 Description des points récepteurs.....	14
4 Calcul des durées d'exposition aux ombres portées.....	18
4.1 Méthodologie et base de l'évaluation .....	18
4.2 Résultats du calcul de la durée d'exposition aux ombres portées – précharge .....	19
4.3 Variantes de calcul.....	19
4.4 Résultats du calcul de la durée d'exposition aux ombres portées pour les éoliennes prévues .....	19
4.5 Conclusion.....	30
5 Annexe.....	31
A1 Bibliographie et documents utilisés .....	32
A2 Description du module de contrôle d'ombre portée de la société Nordex Energy GmbH .....	33
A3 Protocoles détaillés du calcul des durées d'exposition aux ombres portées .....	34
A4 Calendrier par éolienne: temps de coupure quotidiens .....	47

**Leerseite**

## 1 Définition de la mission

### 1.1 Informations générales et partis en présence

<b>Mandant:</b>	Solarpower S.A. 2a, Avenue du Prince Henri, L-6735 Grevenmacher
<b>Exploitant:</b>	Solarpower S.A. 2a, Avenue du Prince Henri, L-6735 Grevenmacher
<b>Contact:</b>	M. Mike Hein, Mme. Clarisse Fischer (ENECO)
<b>Lieu:</b>	Differdange, Luxembourg Coordonnées: LUREF 59.425 m, 63.225 m
<b>Installations:</b>	2 éoliennes (WEA)
<b>Mission:</b>	Simulation des effets environnementaux causés par les ombres portées
<b>Personne en charge:</b>	Dr. Kai Born
<b>Autres instituts impliqués:</b>	aucun

### 1.2 Spécification de la mission

L'exploitant prévoit de construire 2 éoliennes (WEA) à Differdange, Luxembourg. Les types d'installations suivants sont pris en compte:

Scénario	Nombre	Type	Puissance	Hauteur de moyeu (HM)
Nordex 125	2	Nordex N149	4.500 kW	125,0 m
Nordex 164	2	Nordex N149	4.500 kW	164,0 m

Les éoliennes existantes dans le voisinage ainsi que celles faisant déjà l'objet d'une demande seront évaluées comme une précharge.

La société TÜV Rheinland Energy GmbH a été chargée de calculer l'impact environnemental attendu des ombres portées à proximité des installations.

L'estimation des immissions est effectué conformément aux recommandations de l'arrêté sur l'énergie éolienne [2] ou aux informations factuelles fondamentales sur les immissions optiques des éoliennes [3].

Les informations concernant les lieux d'implantation prévus et les données des installations proviennent du mandant. La démarche a été décrite dans une étude préliminaire ( [4]).

### 1.3 Démarche

47 bâtiments résidentiels à proximité ont été sélectionnés comme points récepteurs. Les 11 premiers points récepteurs correspondent à ceux de l'étude d'impact sonore et avaient été proposés dans l'étude préliminaire correspondante ([4]). Les 36 autres points ont été ajoutés uniquement pour l'observation de l'impact des ombres portées sans description détaillée, car la désignation de la zone dans le PAG et l'orientation et/ou la forme des bâtiments ne sont pas pertinentes pour une évaluation de l'impact par l'ombre portée; cependant, des temps de coupure supplémentaires sont nécessaires pour leur protection.

Il n'y a pas d'autres éoliennes à proximité qui causent une précharge importante. Les atteintes environnementales causées par les ombres portées du présent projet, seront déterminées pour les lieux d'immission. Le calcul se déroule en deux étapes:

1. Détermination des durées d'exposition aux ombres portées lorsque les éoliennes prévues sont en plein fonctionnement.
2. Détermination de la durée d'exposition aux ombres portées en tenant compte d'un calendrier de coupure.

Les durées d'exposition aux ombres portées maximales admissibles de 30 h / an et également de 30 min / jour spécifiés dans [3], [2], [5] sont proposés comme critères d'évaluation. La 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.

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.

L'emplacement des éoliennes et les alentours sont d'abord décrits dans le chapitre suivant; le chapitre 3 décrit les installations et les points récepteurs. Le calcul des durées d'exposition aux ombres portées est décrit au chapitre 4.

### 1.4 Méthodologie, outils et programmes utilisés

Les valeurs limites sont déterminées selon les directives LAI [5], incorporées et spécifiées dans les décrets éoliens NRW [2], [1]. WindPro V. 3.3 [6] est utilisé pour la représentation spatiale et les calculs.

## 2 Description de la zone d'étude

### 2.1 Description des lieux

Le terrain du parc éolien prévu est situé au Luxembourg dans le district de Luxembourg, canton d'Esch-sur-Alzette, commune de Differdange. (v. **Figure 1**). Le parc éolien est situé au sud de la ville de Differdange près de la frontière française.

En termes d'espace naturel et de géographie, l'emplacement peut être classé comme appartenant au Jura brun lorrain luxembourgeois. La zone environnante est caractérisée par la forêt (exploitation forestière) et par la culture de champs avec de petits brise-vent ainsi qu'avec des points d'habitat / maisons d'habitation hors agglomération. On trouve à Differdange de petits bâtiments urbains (3 à 5 étages) et de l'industrie. La forme du terrain est composée de topographies modérées à fortes.

<b>Lieu:</b>	
Coordonnées	LUREF 59.425 m, 63.225 m



**Figure 1:** *Emplacements des éoliennes prévues (cercles rouges). Carte source: geoportail.lu.*

### 2.2 Visite du site

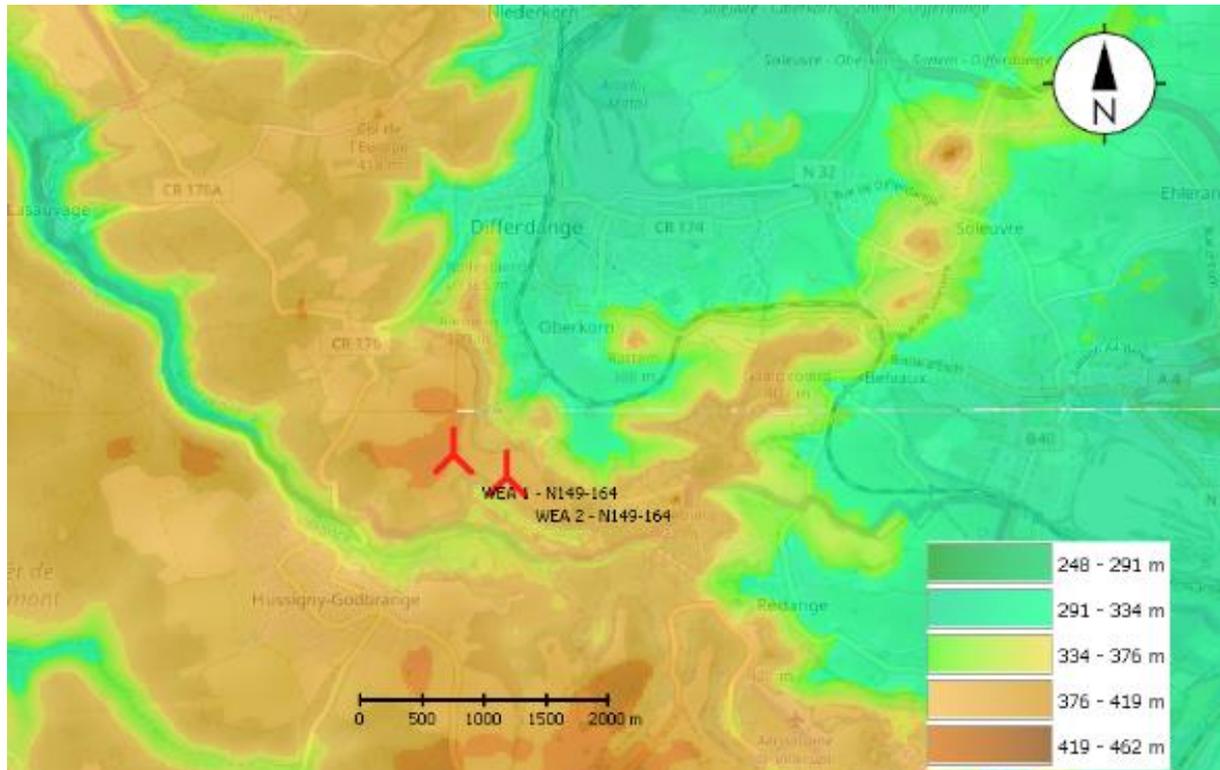
Une visite des lieux a été effectuée le 15 mai 2019 par M. Florian Fennel (ingénieur employé du TÜV Rheinland, protection contre le bruit). À cette occasion les points récepteurs liés au bruit ont été inspectés et documentés.

### 2.3 Données d'entrée topographiques

#### 2.3.1 Hauteurs de terrain

Les hauteurs de terrain ont été fournies par l'*administration du cadastre et de la topographie (ACT)* [7]. Elles sont disponibles sous forme d'un raster d'une résolution de 5 m. Les hauteurs de terrain ont été complétées en dehors de la frontière luxembourgeoise par des données de l'*Agence européenne pour*

*l'environnement (AEE)* sous la forme EU-DEM v.1.1 (<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/copernicus-land-monitoring-service-eu-dem>), elles-mêmes basées sur une version corrigée de l'ensemble de données SRTM [8]. Elles sont disponibles pour un raster d'une résolution d'une seconde d'arc (environ 30 m). Le modèle numérique de terrain de la zone environnante est illustré par la **Figure 2**.



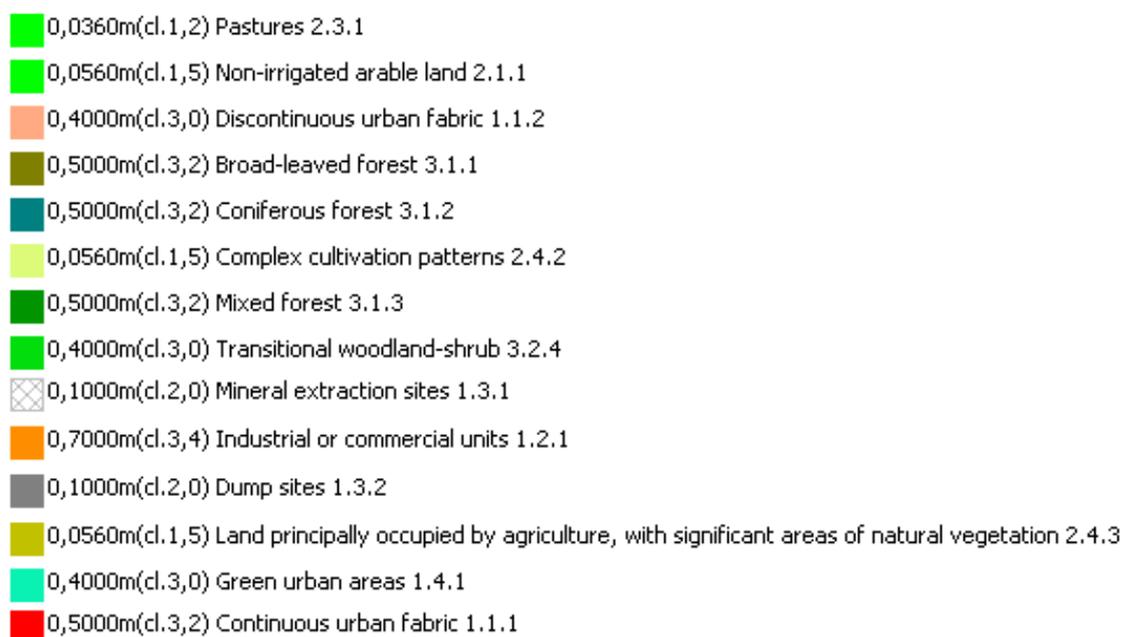
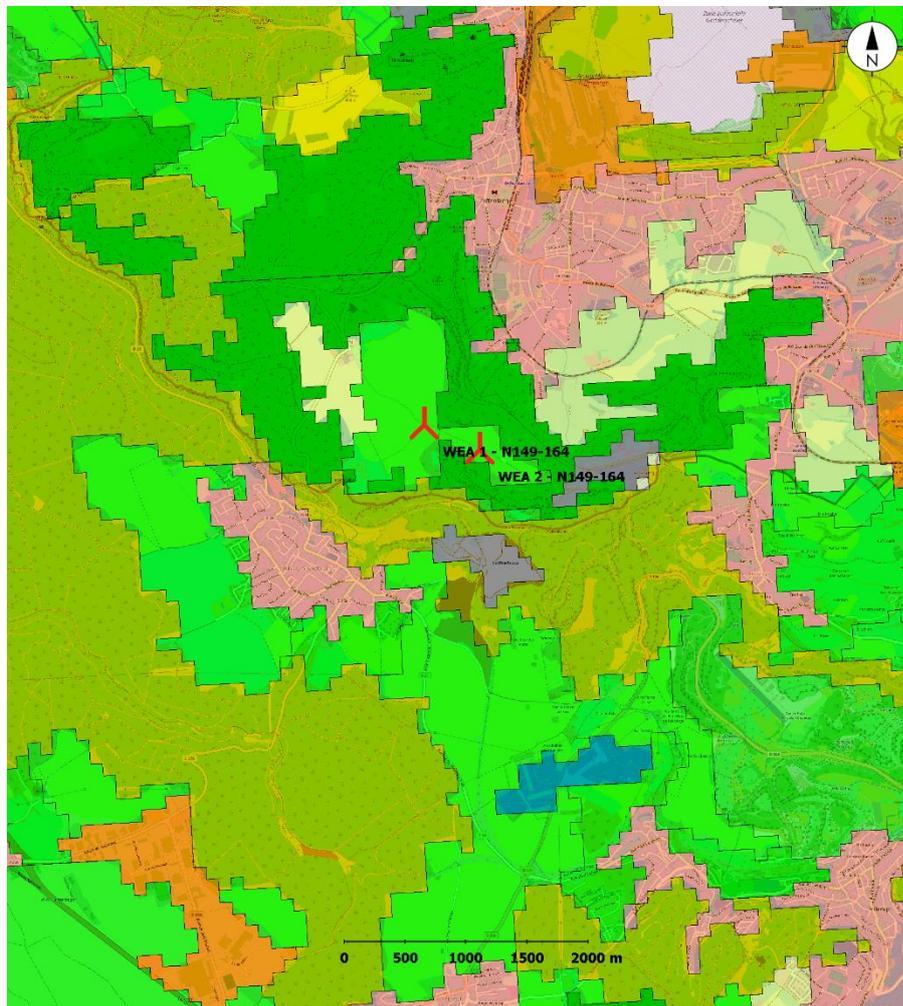
**Figure 2:** Hauteurs de terrain de la zone environnante.

### 2.3.2 Utilisation du sol et rugosité

Les types d'utilisation des terres et la rugosité associée sont basés sur une version révisée de la base de données européenne d'occupation biophysique des sols CORINE [9]. Des zones forestières se situent également dans la région.

Le voisinage immédiat du parc éolien est utilisé par les exploitations agricole et forestière. Les bâtiments ont un caractère rural (agglomérations en espaces extérieurs, à Differdange et Hussigny-Godbrange également des zones d'habitation).

La forêt n'est pas considérée comme un obstacle à la visibilité (approche conservatrice).



**Figure 3:** Utilisation du sol / rugosité de la zone environnante.

### 3 Informations sur le parc éolien

#### 3.1 Description des installations

##### 3.1.1 Installations prévues

**Description des installations (selon les informations de l'exploitant):**

**WEA Type 1: Nordex N149**

Nombre: 2  
Hauteur du moyeu: 125 m  
Diamètre du rotor: 149,0 m  
puissance nominale: 4.500 kW  
Contrôle : Pitch

E1\_B\_Oekostroum

**WEA Type 2: Nordex N149**

Nombre: 2  
Hauteur du moyeu: 164 m  
Diamètre du rotor: 149,0 m  
puissance nominale: 4.500 kW  
Contrôle : Pitch

**Tableau 1: Coordonnées et caractéristiques des éoliennes prévues**

Nr	Coordonnées LUREF			Fabricant	Type	Puissance nominale [kW]	Diamètre du rotor [m]	Hauteur du moyeu [m]
	Est	Nord	Hauteur au-dessus du niveau de la mer					
	[m]	[m]	[m]					
N149-125-1	59.213	63.315	418,1	Nordex	N149	4.500	149,0	125,0
N149-125-2	59.666	63.111	410,7	Nordex	N149	4.500	149,0	125,0
N149-164-1	59.213	63.315	418,1	Nordex	N149	4.500	149,0	164,0
N149-164-2	59.666	63.111	410,7	Nordex	N149	4.500	149,0	164,0

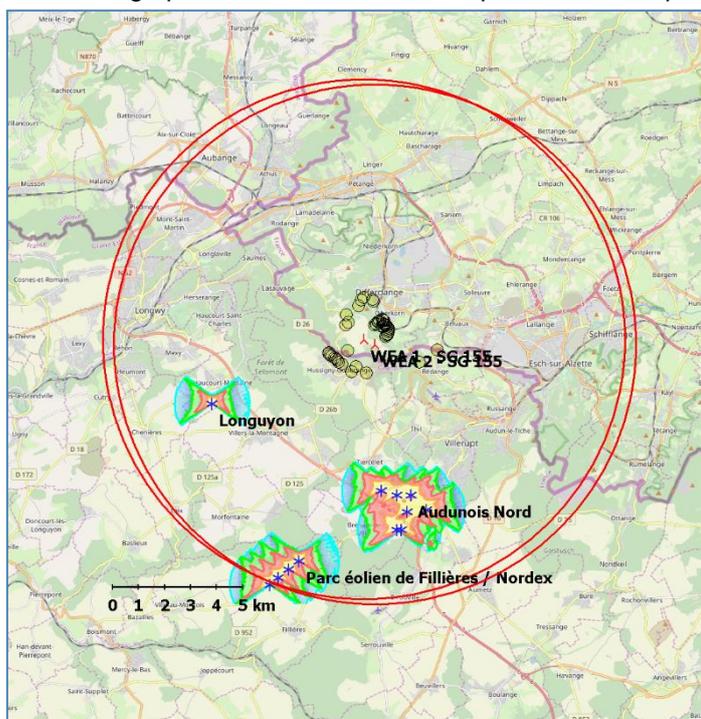
##### 3.1.2 Installations existantes et installations approuvées pour déterminer la précharge

Les installations existantes adjacentes (Longuyon et Parc éolien de Fillières, données de position du plan OSM et plus d'informations sur [www.thewindpower.net](http://www.thewindpower.net)) et un parc éolien prévu (Audunois Nord près de Bréhain-la-Ville, décrit dans [10], [11]) sont en montré dans le tableau suivant:

**Tableau 2:** Coordonnées et caractéristiques des éoliennes existantes et des éoliennes prévues.

Nr	Coordonnées LUREF			Fabricant	Type	Puissance nominale [kW]	Diamètre du rotor [m]	Hauteur du moyeu [m]
	Est [m]	Nord [m]	Hau- teur [m]					
<b>Bestandsanlagen</b>								
Longuyon	53388	60857	371,9	Siemens	SWT 2,3/82	2.300	82,0	80,0
Fillières 1	56686	54792	391,3	Nordex	N90/2.5	2.500	90,0	80,0
Fillières 2	56301	54474	387,2	Nordex	N90/2.5	2.500	90,0	80,0
Fillières 3	55901	54146	383,5	Nordex	N90/2.5	2.500	90,0	80,0
Fillières 4	55575	53872	378,2	Nordex	N90/2.5	2.500	90,0	80,0
<b>Geplante Anlagen:</b>								
Audunois Nord 1	59852	57486	417,7	Nordex	N117/2.4	2.400	116,8	91,0
Audunois Nord 2	60459	57301	425,6	Nordex	N117/2.4	2.400	116,8	91,0
Audunois Nord 3	60998	57311	433,9	Nordex	N117/2.4	2.400	116,8	91,0
Audunois Nord 4	61571	56725	432,0	Nordex	N117/2.4	2.400	116,8	91,0
Audunois Nord 5	60855	56666	435,1	Nordex	N117/2.4	2.400	116,8	91,0
Audunois Nord 6	60640	56004	427,4	Nordex	N117/2.4	2.400	116,8 </td <td>91,0</td>	91,0
Audunois Nord 7	60454	55985	427,6	Nordex	N117/2.4	2.400	116,8	91,0

Une carte d'ombrage pour la charge précédente a été calculée pour évaluer la pertinence:



**Figure 4:** Précharge des installations existantes voisines et du parc éolien prévu "Audunois Nord".

Sur la figure 4, on peut voir qu'il n'y a pas d'autres systèmes dans la zone qui représentent une précharge en ce qui concerne la projection d'ombres.

### 3.2 Description des points récepteurs

Les bâtiments résidentiels à proximité ont été choisis comme points récepteurs. Les points récepteurs IO sont répertoriés dans le **Tableau 3**.

**Tableau 3:** Liste des points récepteurs IO.

IO	Description	X (LUREF) en m	Y (LUREF) en m	Z en m
IO 01	Differdange: 44, Um Biergwee	60064	63449	341,9
IO 02	Differdange: 89, Rue des Mines	59643	63872	339,3
IO 03	Differdange: 143, Rue de Hussigny	59008	64613	337,2
IO 04	Differdange: 68, Rue de Hussigny	58554	64253	380,5
IO 05	Differdange: Vasquenhaff	58527	63874	407,2
IO 06	Differdange: Bache-Lang	58576	62900	380,0
IO 07	Belvaux (Sanem): 160, Rue de France	62027	62902	345,8
IO 08	Rédange (FR): 41, Rue George Sand	61338	62431	364,5
IO 09	Hussigny-Godbranche (FR): 15, Rue de l'Étang	59316	62019	410,9
IO 10	Hussigny-Godbranche (FR): 20, Rue de la Côte Rouge	58900	62269	381,2
IO 11	Hussigny-Godbranche (FR): 215 Rue Victor Hugo	58731	62083	399,3
IOS 12		59676	63911	336,2
IOS 13		59712	63896	330,9
IOS 14		59759	63977	328,5
IOS 15		59789	63979	326,8
IOS 16		59845	64012	323,6
IOS 17		59921	63817	333,9
IOS 18		59955	63817	333,9
IOS 19		60002	63888	327,9
IOS 20		59971	63908	325,9
IOS 21		60044	63891	323,4
IOS 22		60066	63854	326,0
IOS 23		60091	63828	326,7
IOS 24		60102	63787	330,5
IOS 25		60150	63726	329,7
IOS 26		60147	63684	330,9
IOS 27		60148	63625	332,9
IOS 28		60148	63589	334,5
IOS 29		60133	63548	338,3
IOS 30		59581	64774	333,0
IOS 31		59575	64867	336,0
IOS 32		59130	64825	328,3
IOS 33		59212	64940	321,4
IOS 34		57882	62838	375,3
IOS 35		57901	62785	375,9
IOS 36		57932	62723	376,9
IOS 37		57994	62688	372,9

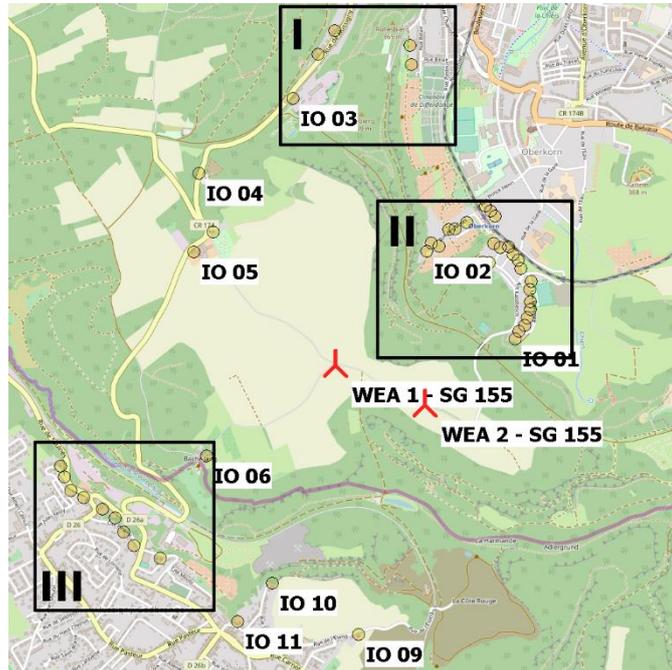
IOS 38		58084	62632	372,0
IOS 39		58146	62588	372,1
IOS 40		58186	62520	378,7
IOS 41		58235	62455	378,9
IOS 42		58363	62392	375,4
IOS 43		60121	63512	339,6
IOS 44		60092	63482	342,7
IOS 45		58622	63968	401,5
IOS 46		59935	64091	318,4
IOS 47		59959	64068	317,5
IOS 48		59979	64041	315,8

Les « points récepteurs d'ombres » (IOS) résultent des IO01-IO11 destinées à l'étude d'impact sonore (IO) et les complètent sous forme de 37 points récepteurs supplémentaires aux bâtiments résidentiels. Ces derniers sont nécessaires aux calculs pour limiter les temps d'ombres portées.

L'évaluation est effectuée indépendamment de la désignation du zonage selon le PAG (Plan d'Aménagement Général). Généralement les bâtiments hors agglomération ne bénéficient pas du même statut de protection que les bâtiments résidentiels situés dans un plan d'aménagement. Il appartient à l'autorité compétente de décider dans ces cas si une évaluation des valeurs limites pour les durées maximales d'exposition aux ombres portées doit être ou non effectuée comme pour les bâtiments résidentiels.

Des hypothèses pessimistes ont été émises constamment pour les points récepteurs d'ombres, ce qui signifie que l'emplacement du point récepteur peut être exposé aux ombres de tous les côtés. Bien que, dans des cas exceptionnels, une spécification supplémentaire puisse être faite (par exemple la direction des ouvertures des fenêtres), il est impossible de déterminer si des permis de construire individuels ne peuvent pas être utilisés ultérieurement pour des constructions et/ou modifications qui doivent être exclues. Nous recommandons donc de conserver ces hypothèses prudentes pour le calcul des ombres et les contrôles de coupure.

Tous les points récepteurs sont représentés comme des récepteurs d'ombres en mode serre avec une longueur et une hauteur de 1 m chacun et une extension verticale de 1 m à 2 m.



**Figure 5:** Position des points récepteurs. Descriptions uniquement pour les points récepteurs de l'étude de bruit. Les trois sous-régions définies ici sont illustrées agrandies ci-dessous



Figure 6: Points récepteurs – Sous-régions.

## 4 Calcul des durées d'exposition aux ombres portées

### 4.1 Méthodologie et base de l'évaluation

On calcule les durées d'exposition aux ombres portées maximales de base astronomique possible pendant lesquelles les points récepteurs sont situés dans la zone d'ombrage de l'éolienne. L'ombre n'est pertinente que si une pale de rotor couvre au moins 20% du soleil. La hauteur minimale pertinente du soleil au-dessus de l'horizon est de 3°. Le calcul est effectué pour chaque minute de chaque jour de l'année et les temps d'exposition aux ombres portées sont additionnés. La durée d'exposition aux ombres portées maximale de base astronomique possible est calculée selon les hypothèses suivantes:

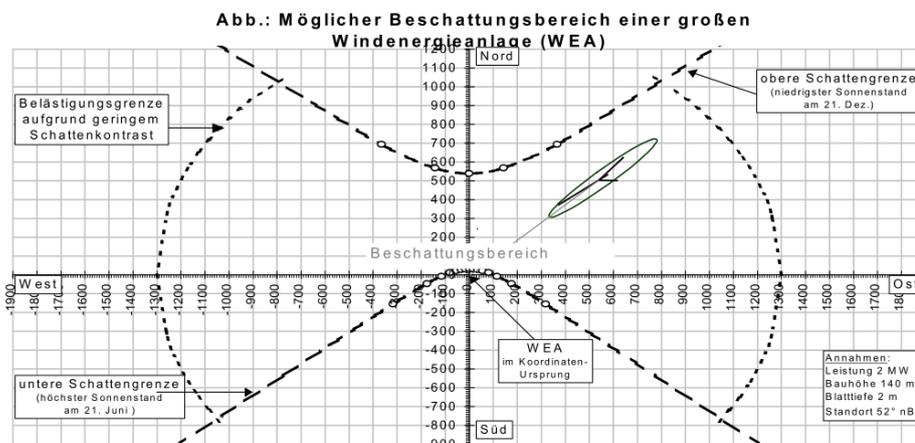
- Le soleil brille tous les jours du lever au coucher du soleil
- La surface du rotor est toujours perpendiculaire à la direction des rayons du soleil
- La ou les éoliennes est / sont toujours en fonctionnement
- Si la géométrie de la pale de rotor n'est pas connue, une pale de rotor rectangulaire est utilisée comme alternative pour le calcul
- La profondeur moyenne des pales du rotor  $B$  est calculée comme suit:

$$B = 0.5(B_{max} + B_{min})$$

avec  $B_{max}$  la profondeur maximale des pales

et  $B_{min}$  la profondeur de pale avec  $0,9 \cdot \text{rayon}$  du rotor.

La méthode de calcul est représentée schématiquement sur la **Figure 7**.



**Figure 7:** Représentation schématique de la méthode de calcul de l'influence des ombres (source : [3])

Une éolienne n'est pas prise en compte si elle n'est visible d'aucune partie de la zone d'un récepteur d'ombre. Le calcul de la visibilité est basé sur les courbes de niveau du modèle numérique de terrain décrit au chapitre. 2.3.1. Les obstacles ne sont pas utilisés dans les calculs (hypothèse d'ombrage maximal). On suppose que l'angle de l'éolienne est tel que l'ombrage est maximal à tout moment. L'éolienne est toujours en fonctionnement.

Selon [12] on peut partir du principe qu'un impact négatif par les ombres portées existe si une durée réelle d'exposition aux ombres portées de plus de 8 heures par an est atteinte. L'impact réel des ombres portées étant déterminé par des processus météorologiques et donc incertain, la valeur limite aux points récepteurs pour la durée d'exposition aux ombres portées maximale de base astronomique est fixée à 30 h / an. Si cette valeur est dépassée à un point récepteur, il doit être précisé par l'autorité compétente dans l'autorisation que si la durée d'exposition aux ombres portées de 8h par an ou 30 min par jour sur un site d'immersion est dépassée, l'installation à l'origine de la gêne sera désactivée.

## 4.2 Résultats du calcul de la durée d'exposition aux ombres portées – précharge

Aucune exposition aux ombres portées des éoliennes existantes ou autorisées ne constitue une précharge.

## 4.3 Variantes de calcul

Deux variantes d'installation sont prises en compte. La variante 1 considère 2 éoliennes N149 / 4.5 avec une hauteur de moyeu de 125 m. La variante 2 prévoit la construction de 2 éoliennes de type N149 / 4.5 avec une hauteur de moyeu de 164 m.

**Tableau 4:** *Variantes de calcul*

<b>Variante 1</b>	<b>2 x Nordex N149/4.5 125 m</b>
<b>Variante 2</b>	<b>2 x Nordex N149/4.5 164 m</b>

Dans les deux variantes de calcul, les calculs suivants sont effectués pour chaque point récepteur:

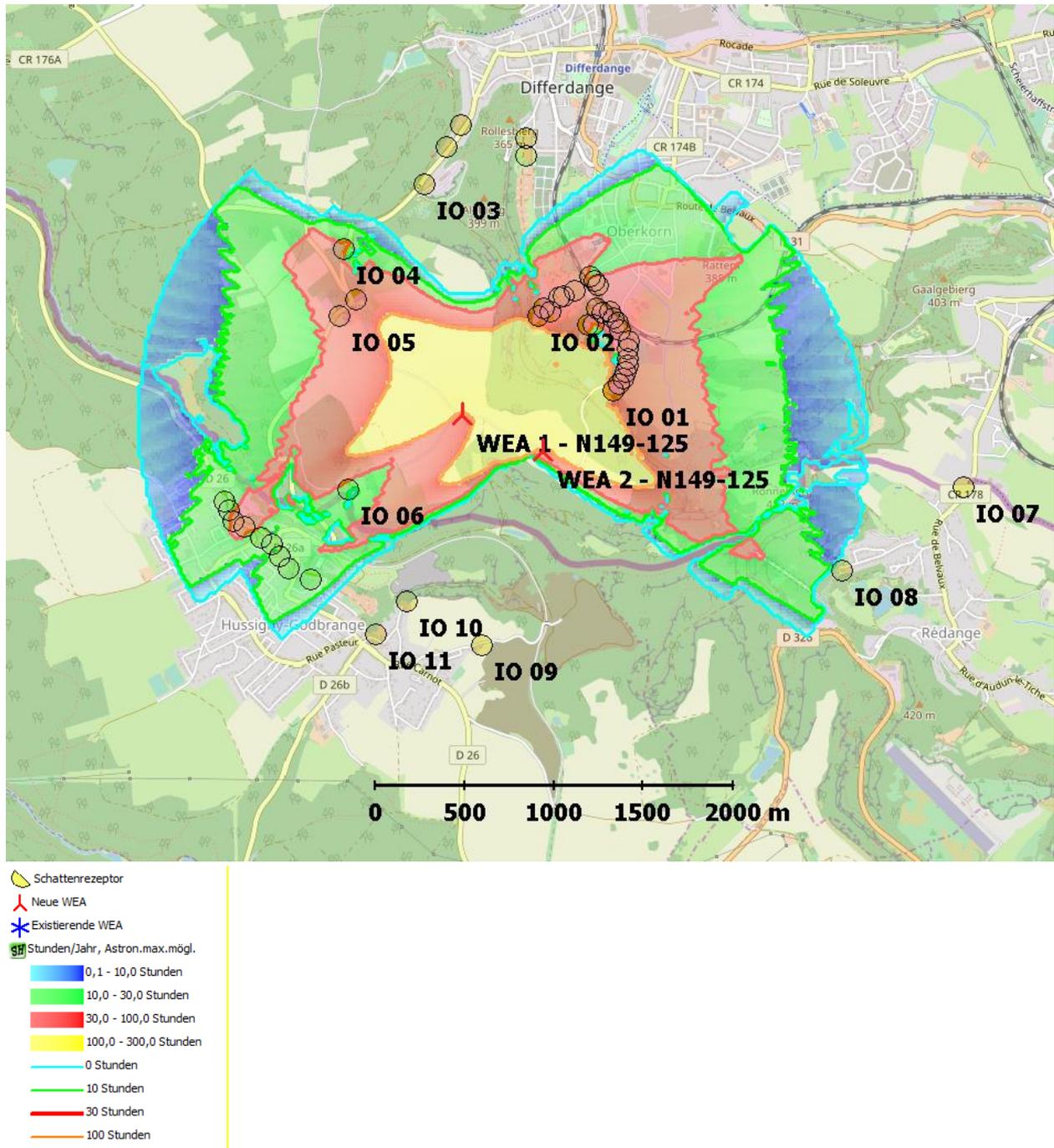
1. Calcul des durées d'exposition aux ombres portées sans coupures, estimation des ombres portées météorologiquement probables
2. Calcul des durées d'exposition aux ombres portées avec coupures afin de respecter les durées d'exposition aux ombres portées maximales de base astronomique possibles de 30 h / an

## 4.4 Résultats du calcul de la durée d'exposition aux ombres portées pour les éoliennes prévues

### 4.4.1 Variante 1: 2 WEA, Nordex N149/4.5, HM 125 m

#### 4.4.1.1 Durées d'exposition aux ombres portées

Dans un premier temps on a tout d'abord supposé un fonctionnement continu de toutes les installations afin de représenter la situation. L'exposition aux ombres portées causée par les 2 installations dépasse la durée limite autorisée d'exposition aux ombres portées à un grand nombre de points récepteurs d'ombre (v. **Figure 8**).



**Figure 8:** Variante 1: durée totale d'exposition aux ombres portées en h / an avec fonctionnement non contrôlé de toutes les installations existantes.

Le taux de coupure météorologiquement probable a été déterminé à partir des degrés de couverture de la station météorologique Trier-Petrisberg ainsi que des heures avec des vitesses de vent en dehors des vitesses de vent de fonctionnement sur la base de mesures effectuées à la station météorologique Findel (aéroport de Luxembourg).

**Tableau 5:** Variante 1: Durée d'exposition aux ombres portées de base astronomique maximale possible aux points récepteurs sélectionnés. Les dépassements de la durée d'exposition aux ombres portées maximale autorisée sont indiqués en rouge.

IO N°	Heures d'ombre / an	Jours d'ombre / an	Durée d'exposition aux ombres portées maximale / jour	Durée d'exposition aux ombres portées météorologiquement probable / an
	[hh:mm/a]	[d/y]	[hh:mm/d]	[hh:mm/a]
<b>Valeur limite</b>	<b>30:00</b>	--	<b>00:30</b>	<b>08:00</b>
IO 01	90:05	131	01:02	17:30
IO 02	82:47	120	00:49	09:57
IO 03	00:00	0	00:00	00:00
IO 04	40:54	58	00:54	02:56
IO 05	47:41	71	01:00	04:38
IO 06	19:36	48	00:32	04:51
IO 07	00:00	0	00:00	00:00
IO 08	00:00	0	00:00	00:00
IO 09	00:00	0	00:00	00:00
IO 10	00:00	0	00:00	00:00
IO 11	00:00	0	00:00	00:00
IOS 12	71:29	115	00:46	08:31
IOS 13	71:33	122	00:45	08:46
IOS 14	52:31	109	00:41	06:15
IOS 15	50:17	108	00:40	06:04
IOS 16	42:58	99	00:38	05:11
IOS 17	81:14	130	00:49	10:18
IOS 18	25:35	51	00:38	04:27
IOS 19	66:08	119	00:43	08:20
IOS 20	62:31	116	00:43	07:53
IOS 21	66:41	121	00:42	08:22
IOS 22	72:23	128	00:43	09:06
IOS 23	75:31	133	00:43	09:32
IOS 24	79:55	141	00:44	10:14
IOS 25	67:26	131	00:45	09:37
IOS 26	65:55	123	00:46	10:05
IOS 27	65:45	118	00:49	10:55
IOS 28	66:21	116	00:50	11:30
IOS 29	70:33	119	00:52	12:37
IOS 30	00:00	0	00:00	00:00
IOS 31	00:00	0	00:00	00:00
IOS 32	00:00	0	00:00	00:00
IOS 33	00:00	0	00:00	00:00
IOS 34	22:40	75	00:26	05:57

Tableau 4 – Suite.

IO N°	Heures d'ombre / an	Jours d'ombre / an	Durée d'exposition aux ombres portées maximale / jour	Durée d'exposition aux ombres portées météorologiquement probable / an
	[hh:mm/a]	[d/y]	[hh:mm/d]	[hh:mm/a]
IOS 35	26:05	87	00:26	06:58
IOS 36	35:41	108	00:26	09:32
IOS 37	34:35	97	00:27	09:16
IOS 38	19:47	71	00:22	05:17
IOS 39	11:21	39	00:22	03:04
IOS 40	13:17	45	00:23	03:39
IOS 41	17:56	62	00:23	04:59
IOS 42	22:07	60	00:25	06:04
IOS 43	74:13	121	00:55	13:41
IOS 44	81:39	125	00:58	15:19
IOS 45	73:13	90	01:07	05:33
IOS 46	31:02	83	00:34	03:42
IOS 47	35:17	92	00:34	04:13
IOS 48	40:41	97	00:34	04:54

#### 4.4.1.2 Mesures d'atténuation pour la variante 1

Le dépassement des durées d'exposition aux ombres portées aux points récepteurs affectés peut être évité en limitant le temps de fonctionnement pendant les périodes qui auraient causé une charge en ombres portées aux points récepteurs. Le contrôle des coupures est rendu possible par l'installation d'un module de coupure automatique (v. annexe A2). Les informations météorologiques (vent, rayonnement solaire) et les informations de l'installation (vitesse du rotor) sont combinées avec les données calendaires pertinentes pour un point récepteur et l'éolienne est désactivée lorsque les durées d'exposition aux ombres portées maximales autorisées de 8 h / an ou le maximum en tenant compte des situations météorologiques de 30 min / jour pour un point récepteur est dépassé. La coupure n'est réalisée que si l'éolienne entraîne des dépassements sur au moins un des points récepteurs. Il en résulte un calendrier de coupures dans lequel les périodes correspondantes pour une éventuelle coupure sont données. Les périodes de coupure se trouvent dans les schémas en annexe A4.

#### 4.4.1.3 Résultats pour la variante 1 après réduction

**Tableau 6:** Durées d'exposition aux ombres portées lors de l'utilisation d'un module de coupure automatique

IO N°	Heures d'ombre / an [hh:mm/a]	Jours d'ombre / an [d/y]	Durée d'exposition aux ombres portées maximale / jour [hh:mm/d]	Durée d'exposition aux ombres portées évitée après les coupures [hh:mm/a]	Durée d'exposition aux ombres portées météorologiquement probable après coupures [hh:mm/a]	Durée d'exposition aux ombres portées météorologiquement probable évitée après les coupures [hh:mm/a]
IOS 01	06:59	44	00:29	83:06	01:31	15:55
IOS 02	00:00	0	00:00	82:47	00:00	09:57
IOS 03	00:00	0	00:00		00:00	
IOS 04	15:33	50	00:24	25:21	01:08	01:47
IOS 05	13:40	44	00:27	34:01	01:21	03:16
IOS 06	12:35	47	00:24	07:01	03:08	01:43
IOS 07	00:00	0	00:00		00:00	
IOS 08	00:00	0	00:00		00:00	
IOS 09	00:00	0	00:00		00:00	
IOS 10	00:00	0	00:00		00:00	
IOS 11	00:00	0	00:00		00:00	
IOS 12	07:16	76	00:19	64:13	00:41	07:49
IOS 13	23:52	101	00:23	47:41	02:36	06:10
IOS 14	18:02	83	00:27	34:29	01:47	04:29
IOS 15	19:57	87	00:29	30:20	02:02	04:02
IOS 16	17:06	78	00:23	25:52	01:47	03:23
IOS 17	14:04	54	00:22	67:10	02:24	07:53
IOS 18	09:29	51	00:18	16:06	01:38	02:49
IOS 19	11:59	55	00:25	54:09	01:57	06:22
IOS 20	13:24	52	00:23	49:07	02:13	05:39
IOS 21	08:10	56	00:24	58:31	01:19	07:02
IOS 22	00:00	0	00:00	72:23	00:00	09:06
IOS 23	17:46	131	00:22	57:45	02:23	07:09
IOS 24	03:54	140	00:20	52:01	03:46	06:28
IOS 25	16:45	118	00:26	50:41	02:14	07:23
IOS 26	00:00	0	00:00	65:55	00:00	10:05
IOS 27	11:14	85	00:20	54:31	02:00	08:54
IOS 28	13:16	80	00:19	53:05	02:19	09:10
IOS 29	12:30	73	00:24	58:03	02:11	10:26
IOS 30	00:00	0	00:00		00:00	
IOS 31	00:00	0	00:00		00:00	

IOS 32	00:00	0	00:00		00:00	
IOS 33	00:00	0	00:00		00:00	
IOS 34	18:58	73	00:26	03:42	05:03	00:54
IOS 35	19:18	60	00:26	06:47	05:18	01:39
IOS 36	28:50	90	00:26	06:51	07:51	01:41
IOS 37	26:24	66	00:27	08:11	07:12	02:03
IOS 38	16:28	70	00:21	03:19	04:25	00:51
IOS 39	11:08	39	00:22	00:13	03:00	00:03
IOS 40	13:17	45	00:23		03:39	
IOS 41	17:56	62	00:23		04:59	
IOS 42	22:07	60	00:25		06:04	
IOS 43	08:11	73	00:22	66:02	01:26	12:15
IOS 44	02:55	33	00:15	78:44	00:27	14:51
IOS 45	19:12	60	00:27	54:01	01:33	04:00
IOS 46	08:02	43	00:22	23:00	00:53	02:48
IOS 47	04:32	36	00:20	06:45	00:30	03:42
IOS 48	00:00	0	00:00	40:41	00:00	04:54

Le tableau suivant montre les temps de coupure totaux et les pertes maximales de rendement correspondantes estimées possibles:

**Tableau 7:** Temps de coupure nécessaires pour la variante d'installation « Nordex N149/5 HM 125 m ». Les taux de perte de rendement maximaux attendus et possibles en tenant compte des paramètres météorologiques sont également indiqués.

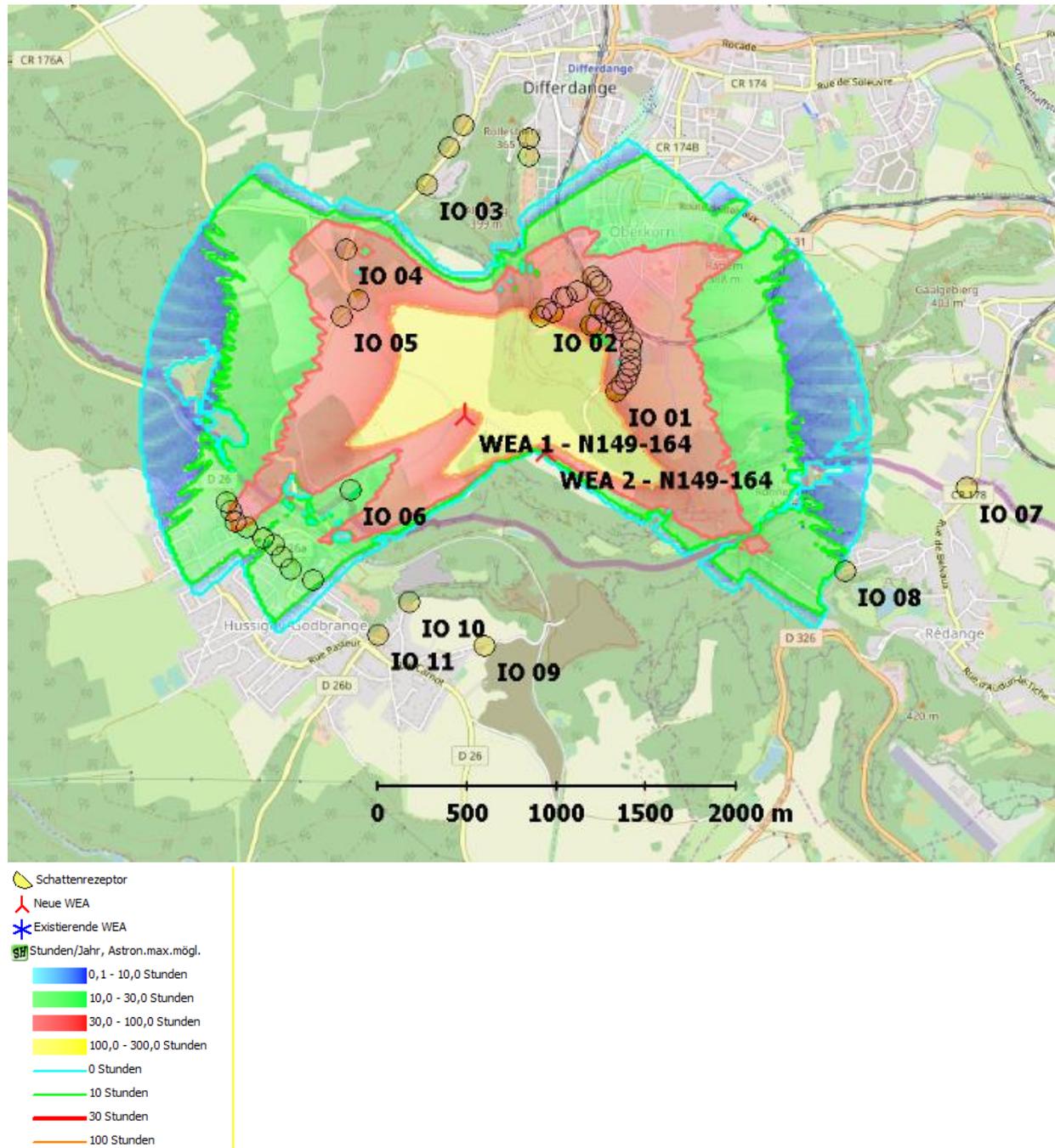
		Temps de coupure maximaux nécessaires [hh:mm]	Taux de perte de rendement maximal attendu	Temps de coupure nécessaires météorologiquement probables [hh:mm]	Taux de perte de rendement possible en tenant compte des paramètres météorologiques
Constellation „Nordex N149/4.5 HM 125 m“					
WEA 1	N149/4.5-1	220:13	2,51%	58:43	0,67%
WEA 2	N149/4.5-2	264:54	3,02%	70:38	0,81%

Les temps de coupure nécessaires peuvent également être atteints par d'autres configurations des coupures. Les temps mentionnés ici ne donnent qu'une indication des heures de coupure requises et des pertes de rendement qui en résultent.

#### 4.4.2 Variante 2: 2 WEA, Nordex N149/4.5 HM 164 m

##### 4.4.2.1 Durées d'exposition aux ombres portées

On a supposé un fonctionnement continu de toutes les installations afin de représenter la situation. L'exposition aux ombres portées causée par toutes les installations de la zone dépasse la durée limite autorisée d'exposition aux ombres portées à divers points récepteurs d'ombre (v. **Figure 9**).



**Figure 9:** Variante 2: durée totale d'exposition aux ombres portées en h / an avec fonctionnement non contrôlé de toutes les installations existantes.

Le taux de coupure météorologiquement probable a été déterminé à partir des degrés de couverture de la station météorologique Trier-Petrisberg ainsi que des heures avec des vitesses de vent en dehors des

vitesse de vent de fonctionnement sur la base de mesures effectuées à la station météorologique Findel (aéroport de Luxembourg).

**Tableau 8:** Variante 2: Durée d'exposition aux ombres portées de base astronomique maximale possible sur les récepteurs sélectionnés. Les dépassements de la durée d'exposition aux ombres portées maximale autorisée sont indiqués en rouge.

IO N°	Heures d'ombre / an [hh:mm/a]	Jours d'ombre / an [d/y]	Durée d'exposition aux ombres portées maximale / jour [hh:mm/d]	Durée d'exposition aux ombres portées météorologiquement probable / an [hh:mm/a]
<b>Valeur limite</b>	<b>30:00</b>	--	<b>00:30</b>	<b>08:00</b>
IO 01	82:42	119	01:00	17:34
IO 02	93:15	134	00:48	11:46
IO 03	00:00	0	00:00	00:00
IO 04	53:16	68	00:55	04:02
IO 05	43:46	62	01:01	04:55
IO 06	20:43	50	00:32	05:18
IO 07	00:00	0	00:00	00:00
IO 08	00:00	0	00:00	00:00
IO 09	00:00	0	00:00	00:00
IO 10	00:00	0	00:00	00:00
IO 11	00:00	0	00:00	00:00
IOS 12	82:35	128	00:45	10:20
IOS 13	84:49	135	00:46	10:49
IOS 14	65:45	121	00:41	08:08
IOS 15	64:34	121	00:41	08:02
IOS 16	57:46	116	00:38	07:09
IOS 17	89:16	144	00:47	11:43
IOS 18	86:48	145	00:46	11:27
IOS 19	74:19	132	00:42	09:37
IOS 20	72:48	130	00:42	09:19
IOS 21	72:06	135	00:41	09:23
IOS 22	73:20	141	00:42	09:45
IOS 23	69:22	146	00:42	09:33
IOS 24	63:30	127	00:43	09:20
IOS 25	55:44	110	00:44	09:17
IOS 26	56:48	109	00:45	10:01
IOS 27	58:37	108	00:47	10:59
IOS 28	59:45	109	00:48	11:26
IOS 29	64:08	113	00:51	12:28
IOS 30	00:00	0	00:00	00:00
IOS 31	00:00	0	00:00	00:00
IOS 32	00:00	0	00:00	00:00
IOS 33	00:00	0	00:00	00:00
IOS 34	18:30	57	00:26	05:07
IOS 35	33:14	113	00:26	08:58

IOS 36	34:54	100	00:26	09:27
IOS 37	27:48	85	00:27	07:32
IOS 38	10:23	38	00:22	02:48
IOS 39	12:15	42	00:23	03:23
IOS 40	15:00	51	00:23	04:12
IOS 41	24:00	76	00:24	06:40
IOS 42	15:21	47	00:24	04:15
IOS 43	67:35	113	00:53	13:27
IOS 44	74:32	117	00:56	15:13
IOS 45	62:35	94	01:07	05:20
IOS 46	45:09	104	00:33	05:26
IOS 47	49:16	108	00:36	06:02
IOS 48	53:43	111	00:37	06:41

#### 4.4.2.2 Mesures d'atténuation pour la variante 2

L'utilisation d'un module de coupure automatique est également prévue ici.

**4.4.2.3 Résultats pour la variante 2 après réduction**

IO N°	Heures d'ombre / an	Jours d'ombre / an	Durée d'exposition aux ombres portées maximale / jour	Durée d'exposition aux ombres portées évitée après les coupures	Durée d'exposition aux ombres portées météorologiquement probable après coupures	Durée d'exposition aux ombres portées météorologiquement probable évitée après les coupures
	[hh:mm/a]	[d/y]	[hh:mm/d]	[hh:mm/a]	[hh:mm/a]	[hh:mm/a]
IOS 01	00:00	0	00:00	82:42	00:00	17:34
IOS 02	00:00	0	00:00	93:15	00:00	11:46
IOS 03	00:00	0	00:00		00:00	
IOS 04	22:25	68	00:23	06:51	01:38	02:23
IOS 05	13:49	42	00:26	29:57	01:33	03:22
IOS 06	15:30	50	00:27	05:13	03:59	01:19
IOS 07	00:00	0	00:00		00:00	
IOS 08	00:00	0	00:00		00:00	
IOS 09	00:00	0	00:00		00:00	
IOS 10	00:00	0	00:00		00:00	
IOS 11	00:00	0	00:00		00:00	
IOS 12	10:59	101	00:19	71:36	01:07	09:12
IOS 13	02:06	129	00:21	58:43	03:03	07:47
IOS 14	21:33	111	00:24	44:12	02:20	05:48
IOS 15	21:00	114	00:17	43:34	02:20	05:42
IOS 16	07:12	52	00:21	50:34	00:56	06:13
IOS 17	13:21	50	00:19	75:55	02:27	09:14
IOS 18	11:06	76	00:17	75:42	01:57	09:28
IOS 19	11:03	63	00:23	63:16	01:57	07:38
IOS 20	12:32	63	00:22	60:16	02:12	07:06
IOS 21	07:30	63	00:22	64:36	01:19	08:03
IOS 22	00:00	0	00:00	73:20	00:00	09:45
IOS 23	12:27	122	00:20	56:55	01:51	07:41
IOS 24	17:19	105	00:19	46:11	02:45	06:35
IOS 25	05:28	38	00:24	50:16	01:00	08:16
IOS 26	02:09	34	00:09	54:39	00:21	09:39
IOS 27	09:50	74	00:20	48:47	01:56	09:02
IOS 28	09:39	67	00:18	50:06	01:55	09:29
IOS 29	07:12	40	00:23	56:56	01:28	10:58
IOS 30	00:00	0	00:00		00:00	
IOS 31	00:00	0	00:00		00:00	
IOS 32	00:00	0	00:00		00:00	
IOS 33	00:00	0	00:00		00:00	
IOS 34	18:30	57	00:26		05:07	
IOS 35	26:06	84	00:26	07:08	07:11	01:47

IOS 36	27:51	84	00:26	07:03	07:40	01:46
IOS 37	19:17	53	00:27	08:31	05:19	02:12
IOS 38	06:58	37	00:21	03:25	01:53	00:55
IOS 39	12:03	42	00:23	00:12	03:19	00:03
IOS 40	15:00	51	00:23		04:12	
IOS 41	24:00	76	00:24		06:40	
IOS 42	15:21	47	00:24		04:15	
IOS 43	04:35	62	00:20	63:00	00:54	12:32
IOS 44	00:36	21	00:03	73:56	00:06	15:07
IOS 45	17:07	50	00:27	45:28	01:32	03:48
IOS 46	08:08	48	00:27	37:01	00:59	04:27
IOS 47	04:37	43	00:20	44:39	00:34	05:27
IOS 48	00:00	0	00:00	53:43	00:00	06:41

Le tableau suivant montre les temps de coupure totaux et les pertes maximales de rendement correspondantes estimées possibles:

**Tableau 9:** Temps de coupure nécessaires pour la variante d'installation « Nordex N149/5 HM 164 m ». Les taux de perte de rendement maximaux attendus et possibles en tenant compte des paramètres météorologiques sont également indiqués.

		Temps de coupure maximaux nécessaires [hh:mm]	Taux de perte de rendement maximal attendu	Temps de coupure nécessaires météorologiquement probables [hh:mm]	Taux de perte de rendement possible en tenant compte des paramètres météorologiques
Constellation „Nordex N149/4.5 HM 164 m“					
WEA 1	N149/4.5-1	234:29	2,68%	62:32	0,71%
WEA 2	N149/4.5-2	305:50	3,49%	81:33	0,93%

#### 4.5 Conclusion

Aucune durée d'exposition aux ombres portées n'est causée par une autre installation existante ou autorisée dans les environs qui représenterait une précharge en ce qui concerne les ombres portées à Differdange.

En fonctionnement non contrôlé, des durées d'exposition aux ombres portées de plus de 30 h / an sont atteintes pour différents points récepteurs avec les deux hauteurs de moyeu prévues.

Par conséquent, le fonctionnement des installations doit être limité et/ou contrôlé soit par des coupures programmées à des heures calendaires sensibles à l'exposition aux ombres portées de base astronomique possible, soit par l'installation d'un module de coupure automatique (v. annexe A2 ) qui prend en compte les conditions météorologiques en ce qui concerne l'exposition possible à des ombres portées et y additionne les durées réelles d'exposition aux ombres portées aux points récepteurs. Généralement, un seul module de coupure automatique suffit pour contrôler plusieurs éoliennes dans un parc éolien.

Nous tenons à souligner que le respect des valeurs limites pour les durées d'exposition aux ombres portées peut en principe être atteint par diverses combinaisons de temps de coupure sur les éoliennes.

Les temps de coupure pendant lesquels la durée d'exposition aux ombres portées de base astronomique possible des points récepteurs peut être réduite peuvent être trouvés dans les calendriers (v. Annexe A4 ).

Département Immissionsschutz / Luftreinhaltung (936)

La personne en charge:

Vérifié par:

---

Dr. Kai Born

---

Dr. Hendrik Merbitz

Köln, 03.04.2020

936/21246682/A2

Étude d'impact des ombres portées concernant l'implantation de deux éoliennes  
à Differdange pour la société Solarpower S.A., Luxembourg, Rapport N°:  
936/21246682/A2

Seite 31 von 50

## **5 Annexe**

<i>A1 Bibliographie et documents utilisés</i>	<i>32</i>
<i>A2 Description du module de contrôle d'ombre portée de la société Nordex Energy GmbH</i>	<i>33</i>
<i>A3 Protocoles détaillés du calcul des durées d'exposition aux ombres portées</i>	<i>34</i>

## A1 Bibliographie et documents utilisés

- [1] MKULNV Nordrhein-Westfalen, *Erlass für die Planung und Genehmigung von Windenergie-Anlagen und Hinweise für die Zielsetzung und Anwendung (Windenergie-Erlass)*, 2011.
- [2] Ministerialblatt NRW, „Erlass für die Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen und Hinweise für die Zielsetzung und Anwendung (Windenergie-Erlass)“, 8. Mai 2018.
- [3] LANUV, NRW, *Sachinformation - Optische Immissionen von Windenergieanlagen*, 2002.
- [4] TÜV Rheinland Energy GmbH,  
E2\_B\_Solarpower\_WP\_Differdange\_Untersuchungskonzept(31942329\_2019\_936\_21246682\_02)\_08112019, 2019.
- [5] Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI), „Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Hinweise)“, 2002.
- [6] EMD International AS, *WindPro Version 3.3.274*, <http://www.emd.dk/windpro/>, Aalborg, 2019.
- [7] Administration du cadastre et de la topographie (ACT), Luxembourg, „Modèle numérique de terrain BD-L-MNT5“, <https://data.public.lu/en/datasets/bd-l-mnt5/>,“ aufgerufen 2.3.2019.
- [8] T. G. Farr und andere, „The shuttle radar topography mission“, *Rev. Geophys.* 45, doi:10.1029/2005RG000183, 2007.
- [9] EEA, „European Environment Agency: CORINE Landcover,“ [Online]. Available: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps>. [Zugriff am 16 Januar 2014].
- [10] E.M.A. Etudes et Mesures Acoustiques, „Projet de parc éolien Audunois Nord (54), Mesures acoustiques état initial - Estimation de l'impact sonore, Rapport du 28 Novembre 2012“.
- [11] Sodeger - Haute Lorraine, „Projet de parc éolien "Audunois Nord", Bréhain-la-Ville, Information au public, Download unter <http://www.brehain-la-ville.mairie54.fr/> am 03.04.2020“.
- [12] Land Baden-Württemberg, *Windenergieerlass Baden-Württemberg: Gemeinsame Verwaltungsvorschrift der Ministerien f. Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz, für Verkehr und Infrastruktur und für Finanzen und Wirtschaft.*, Az.: 64-4583/404, 2012.
- [13] Nordex Energy GmbH, K0815\_051312\_DE: Allgemeine Dokumentation: Schattenwurfmodul - Gültig für aller Nordex Windenergieanlagen, Rev 02 / 22.09.2017.

## **A2 Description du module de contrôle d'ombre portée de la société Nordex Energy GmbH**

Les documents [13] peuvent être consultés ou demandés auprès de Solarpower S.A. si nécessaire. La société Nordex Energy GmbH autorise la transmission de ces documents uniquement avec son consentement formel.

## A3 Protocoles détaillés du calcul des durées d'exposition aux ombres portées

### Variante 1: Rapport de calcul N149 HM 125 m sans plan de coupure

Project:  
**Differdange\_NV\_fin2**

Licensed user:  
**TÜV Rheinland Energy GmbH**  
tre-service@de.tuv.com

Dr. Kai Born / kai.born@de.tuv.com  
Calculated:  
21.02.2020 14:53/3.3.274

#### SHADOW - Main Result

Calculation: N149-125

#### Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence  
Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade  
Please look in WTG table

Minimum sun height over horizon for influence 3 °  
Day step for calculation 1 days  
Time step for calculation 1 minutes

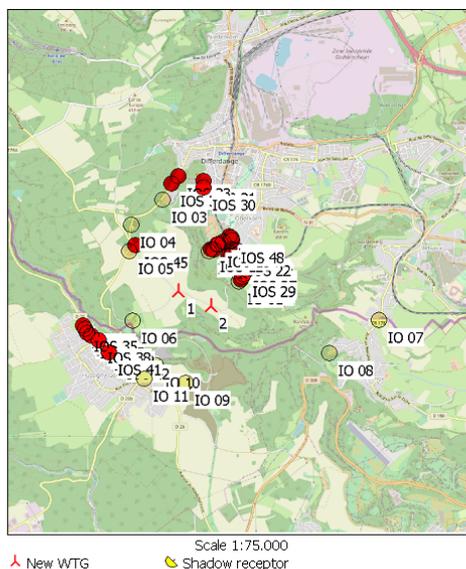
Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [TRIER]  
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec  
1,29 2,62 3,51 5,39 6,60 6,56 7,20 6,77 4,98 2,92 1,63 1,15

Operational hours are calculated from WTGs in calculation and wind distribution:  
LUXEMBOURG\_(AUT)\_SYNOPT\_06-590\_N49.620\_E06.220

Operational time  
N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum  
906 764 1.025 341 292 336 633 959 1.156 916 439 353 8.121  
Idle start wind speed : Cut in wind speed from power curve

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:  
Height contours used: PrjAss Höhenraster (EU-DEM 1 arc-second)  
Obstacles used in calculation  
Eye height for map: 1,5 m  
Grid resolution: 1,0 m

All coordinates are in  
Luxemburgian TMLUREF (LU)



#### WTGs

X	Y	Z	Row data/Description	WTG type			Shadow data				
				Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Calculation distance [m]	RPM [RPM]
1	59.213	63.315	418,1 WEA 1 - N149-125	Yes	NORDEX	N149/4.0-4.5-4.500	4.500	149,0	125,0	1.808	10,7
2	59.666	63.111	410,7 WEA 2 - N149-125	Yes	NORDEX	N149/4.0-4.5-4.500	4.500	149,0	125,0	1.808	10,7

#### Shadow receptor-Input

No.	Name	X	Y	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
IO 01	Differdange: 44, Um Biergwee	60.064	63.449	343,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 02	Differdange: 89, Rue des Mines	59.643	63.872	340,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 03	Differdange: 143, Rue de Hussigny	59.008	64.613	337,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 04	Differdange: 68, Rue de Hussigny	58.554	64.253	380,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 05	Differdange: Vasquenhaff	58.527	63.874	407,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 06	Differdange: Bache-Lang	58.576	62.900	380,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 07	Belvaux (Sanem): 160, Rue de France	62.027	62.902	345,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 08	Rédange (FR): 41, Rue George Sand	61.338	62.431	364,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 09	Hussigny-Godbranche (FR): 15, Rue de l'Étang	59.316	62.019	410,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 10	Hussigny-Godbranche (FR): 20, Rue de la Côte Rouge	58.900	62.269	381,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 11	Hussigny-Godbranche (FR): 215 Rue Victor Hugo	58.731	62.083	399,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 12		59.676	63.911	336,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 13		59.712	63.896	330,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 14	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slo pe: 90,0° (14)	59.759	63.977	328,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 15		59.789	63.979	326,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 16		59.845	64.012	323,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 17		59.921	63.817	333,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 18		59.955	63.817	333,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 19		60.002	63.888	327,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 20		59.971	63.908	325,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 21		60.044	63.891	323,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 22		60.066	63.854	326,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

To be continued on next page...

Project:  
**Differdange\_NV\_fin2**

Licensed user:  
**TÜV Rheinland Energy GmbH**  
tre-service@de.tuv.com

Dr. Kai Born / kai.born@de.tuv.com  
Calculated:  
21.02.2020 14:53/3.3.274

## SHADOW - Main Result

Calculation: N149-125

...continued from previous page

No.	Name	X	Y	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window [°]	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l. [m]
IOS 23		60.091	63.828	326,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 24		60.102	63.787	330,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 25		60.150	63.726	329,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 26		60.147	63.684	330,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 27		60.148	63.625	332,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 28		60.148	63.589	334,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 29		60.133	63.548	338,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 30		59.581	64.774	333,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 31		59.575	64.867	336,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 32		59.130	64.825	328,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 33		59.212	64.940	321,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 34		57.882	62.838	375,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 35		57.901	62.785	375,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 36		57.932	62.723	376,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 37		57.994	62.688	372,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 38		58.084	62.632	372,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 39		58.146	62.588	372,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 40		58.186	62.520	378,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 41		58.235	62.455	378,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 42		58.363	62.392	375,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 43		60.121	63.512	339,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 44		60.092	63.482	342,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 45		58.622	63.968	401,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 46		59.935	64.091	318,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 47		59.959	64.068	317,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 48		59.979	64.041	315,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

## Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, worst case			Shadow, expected values	
		Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]	
IO 01	Differdange: 44, Um Biergwee	90:05	131	1:02	17:30	
IO 02	Differdange: 89, Rue des Mines	82:47	120	0:49	9:57	
IO 03	Differdange: 143, Rue de Hussigny	0:00	0	0:00	0:00	
IO 04	Differdange: 68, Rue de Hussigny	40:54	58	0:54	2:56	
IO 05	Differdange: Vasquenhaff	47:41	71	1:00	4:38	
IO 06	Differdange: Bache-Lang	19:36	48	0:32	4:51	
IO 07	Belvaux (Sanem): 160, Rue de France	0:00	0	0:00	0:00	
IO 08	Rédange (FR): 41, Rue George Sand	0:00	0	0:00	0:00	
IO 09	Hussigny-Godbranche (FR): 15, Rue de l'Étang	0:00	0	0:00	0:00	
IO 10	Hussigny-Godbranche (FR): 20, Rue de la Côte Rouge	0:00	0	0:00	0:00	
IO 11	Hussigny-Godbranche (FR): 215 Rue Victor Hugo	0:00	0	0:00	0:00	
IOS 12		71:29	115	0:46	8:31	
IOS 13		71:33	122	0:45	8:46	
IOS 14	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slo pe: 90,0° (14)	52:31	109	0:41	6:15	
IOS 15		50:17	108	0:40	6:04	
IOS 16		42:58	99	0:38	5:11	
IOS 17		81:14	130	0:49	10:18	
IOS 18		25:35	51	0:38	4:27	
IOS 19		66:08	119	0:43	8:20	
IOS 20		62:31	116	0:43	7:53	
IOS 21		66:41	121	0:42	8:22	
IOS 22		72:23	128	0:43	9:06	
IOS 23		75:31	133	0:43	9:32	
IOS 24		79:55	141	0:44	10:14	
IOS 25		67:26	131	0:45	9:37	
IOS 26		65:55	123	0:46	10:05	
IOS 27		65:45	118	0:49	10:55	
IOS 28		66:21	116	0:50	11:30	
IOS 29		70:33	119	0:52	12:37	
IOS 30		0:00	0	0:00	0:00	
IOS 31		0:00	0	0:00	0:00	
IOS 32		0:00	0	0:00	0:00	

To be continued on next page...

Project:  
**Differdange\_NV\_fin2**

Licensed user:  
**TÜV Rheinland Energy GmbH**  
tre-service@de.tuv.com  
-

Dr. Kai Born / kai.born@de.tuv.com  
Calculated:  
21.02.2020 14:53/3.3.274

## SHADOW - Main Result

**Calculation: N149-125**

...continued from previous page

No.	Name	Shadow, worst case			Shadow, expected values	
		Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]	Shadow hours per year [h/year]
IOS 33		0:00	0	0:00	0:00	
IOS 34		22:40	75	0:26	5:57	
IOS 35		26:05	87	0:26	6:58	
IOS 36		35:41	108	0:26	9:32	
IOS 37		34:35	97	0:27	9:16	
IOS 38		19:47	71	0:22	5:17	
IOS 39		11:21	39	0:22	3:04	
IOS 40		13:17	45	0:23	3:39	
IOS 41		17:56	62	0:23	4:59	
IOS 42		22:07	60	0:25	6:04	
IOS 43		74:13	121	0:55	13:41	
IOS 44		81:39	125	0:58	15:19	
IOS 45		73:13	90	1:07	5:33	
IOS 46		31:02	83	0:34	3:42	
IOS 47		35:17	92	0:34	4:13	
IOS 48		40:41	97	0:34	4:54	

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	WEA 1 - N149-125	363:51	57:17
2	WEA 2 - N149-125	425:41	62:45

*Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.*

**Variante 1: Rapport de calcul N149 HM 125 m avec plan de coupure**

Project:  
**Differdange\_NV\_fin2**

Licensed user:  
**TÜV Rheinland Energy GmbH**  
tre-service@de.tuv.com

Dr. Kai Born / kai.born@de.tuv.com  
Calculated:  
21.02.2020 16:17/3.3.274

**SHADOW - Main Result**

**Calculation: N149-125 curtailment**  
**Assumptions for shadow calculations**

Maximum distance for influence  
Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade  
Please look in WTG table

Minimum sun height over horizon for influence 3 °  
Day step for calculation 1 days  
Time step for calculation 1 minutes

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [TRIER]  
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec  
1,29 2,62 3,51 5,39 6,60 6,56 7,20 6,77 4,98 2,92 1,63 1,15

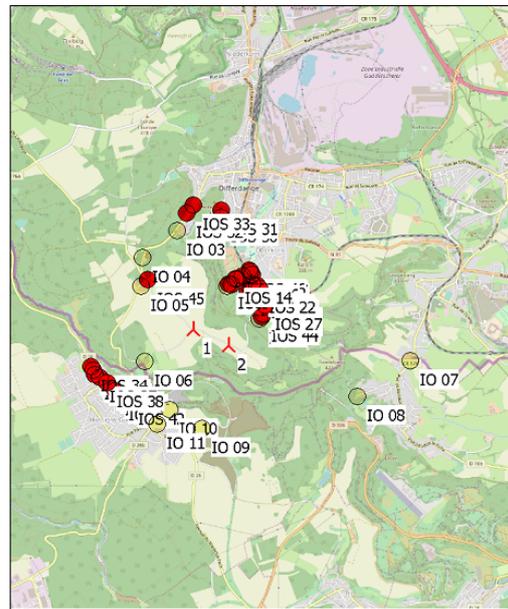
Operational hours are calculated from WTGs in calculation and wind distribution:  
LUXEMBOURG\_(AUT)\_SYNOP\_06-590\_N49.620\_E06.220

Operational time  
N NINE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum  
906 764 1.025 341 292 336 633 959 1.156 916 439 353 8.121  
Idle start wind speed : Cut in wind speed from power curve

Flicker curtailment by stopping specific turbines

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:  
Height contours used: PrjAss Höhenraster (EU-DEM 1 arc-second)  
Obstacles used in calculation  
Eye height for map: 1,5 m  
Grid resolution: 1,0 m

All coordinates are in  
Luxemburgian TM-LUREF (LU)



**WTGs**

	X	Y	Z	Row data/Description	WTG type			Shadow data				
					Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Calculation distance [m]	RPM [RPM]
1	59.213	63.315	418,1	WEA 1 - N149-125	Yes	NORDEX	N149/4.0-4.5-4.500	4.500	149,0	125,0	1.808	10,7
2	59.666	63.111	410,7	WEA 2 - N149-125	Yes	NORDEX	N149/4.0-4.5-4.500	4.500	149,0	125,0	1.808	10,7

**Shadow receptor-Input**

No.	Name	X	Y	Z	Width [m]	Height [m]	Elevation a.g.l. [m]	Slope of window [°]	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l. [m]
IO 01	Differdange: 44, Um Biergwee	60.064	63.449	343,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 02	Differdange: 89, Rue des Mines	59.643	63.872	340,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 03	Differdange: 143, Rue de Hussigny	59.008	64.613	337,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 04	Differdange: 68, Rue de Hussigny	58.554	64.253	380,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 05	Differdange: Vasquenhaiff	58.527	63.874	407,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 06	Differdange: Bache-Lang	58.576	62.900	380,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 07	Belvaux (Sanem): 160, Rue de France	62.027	62.902	345,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 08	Rédange (FR): 41, Rue George Sand	61.338	62.431	364,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 09	Hussigny-Godbranche (FR): 15, Rue de l'Étang	59.316	62.019	410,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 10	Hussigny-Godbranche (FR): 20, Rue de la Côte Rouge	58.900	62.269	381,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 11	Hussigny-Godbranche (FR): 215 Rue Victor Hugo	58.731	62.083	399,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 12		59.676	63.911	336,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 13		59.712	63.896	330,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 14	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slo pe: 90,0° (14)	59.759	63.977	328,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 15		59.789	63.979	326,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 16		59.845	64.012	323,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 17		59.921	63.817	333,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 18		59.955	63.817	333,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 19		60.002	63.888	327,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 20		59.971	63.908	325,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

To be continued on next page...

Project:  
**Differdange\_NV\_fin2**

Licensed user:  
**TÜV Rheinland Energy GmbH**  
tre-service@de.tuv.com

Dr. Kai Born / kai.born@de.tuv.com  
Calculated:  
21.02.2020 16:17/3.3.274

## SHADOW - Main Result

### Calculation: N149-125 curtailment

...continued from previous page

No.	Name	X	Y	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window [°]	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l. [m]
IOS 21		60.044	63.891	323,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 22		60.066	63.854	326,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 23		60.091	63.828	326,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 24		60.102	63.787	330,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 25		60.150	63.726	329,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 26		60.147	63.684	330,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 27		60.148	63.625	332,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 28		60.148	63.589	334,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 29		60.133	63.548	338,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 30		59.581	64.774	333,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 31		59.575	64.867	336,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 32		59.130	64.825	328,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 33		59.212	64.940	321,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 34		57.882	62.838	375,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 35		57.901	62.785	375,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 36		57.932	62.723	376,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 37		57.994	62.688	372,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 38		58.084	62.632	372,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 39		58.146	62.588	372,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 40		58.186	62.520	378,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 41		58.235	62.455	378,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 42		58.363	62.392	375,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 43		60.121	63.512	339,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 44		60.092	63.482	342,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 45		58.622	63.968	401,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 46		59.935	64.091	318,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 47		59.959	64.068	317,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 48		59.979	64.041	315,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

### Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, worst case				Shadow, expected values			
		Shadow hours per year	Shadow days per year	Max shadow hours per day	Avoided hours per year	Avoided days per year	Shadow hours per year	Avoided hours per year	
		[h/year]	[days/year]	[h/day]	[h/year]	[days/year]	[h/year]	[h/year]	
IO 01*	Differdange: 44, Um Bergwee	6:59	44	0:29	83:06	87	1:31	15:55	
IO 02*	Differdange: 89, Rue des Mines	0:00	0	0:00	82:47	120	0:00	9:57	
IO 03	Differdange: 143, Rue de Hussigny	0:00	0	0:00			0:00		
IO 04*	Differdange: 6B, Rue de Hussigny	15:33	50	0:24	25:21	8	1:08	1:47	
IO 05*	Differdange: Vasquenahaff	13:40	44	0:27	34:01	27	1:21	3:16	
IO 06*	Differdange: Bache-Lang	12:35	47	0:24	7:01	1	3:08	1:43	
IO 07	Belvaux (Sanem): 160, Rue de France	0:00	0	0:00			0:00		
IO 08	Rédange (FR): 41, Rue George Sand	0:00	0	0:00			0:00		
IO 09	Hussigny-Godbranche (FR): 15, Rue de l'Étang	0:00	0	0:00			0:00		
IO 10	Hussigny-Godbranche (FR): 20, Rue de la Côte Rouge	0:00	0	0:00			0:00		
IO 11	Hussigny-Godbranche (FR): 215 Rue Victor Hugo	0:00	0	0:00			0:00		
IOS 12*		7:16	76	0:19	64:13	39	0:41	7:49	
IOS 13*		23:52	101	0:23	47:41	21	2:36	6:10	
IOS 14*	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slo pe: 90,0° (14)	18:02	83	0:27	34:29	26	1:47	4:29	
IOS 15*		19:57	87	0:29	30:20	21	2:02	4:02	
IOS 16*		17:06	78	0:23	25:52	21	1:47	3:23	
IOS 17*		14:04	54	0:22	67:10	76	2:24	7:53	
IOS 18*		9:29	51	0:18	16:06		1:38	2:49	
IOS 19*		11:59	55	0:25	54:09	64	1:57	6:22	
IOS 20*		13:24	52	0:23	49:07	64	2:13	5:39	
IOS 21*		8:10	56	0:24	58:31	65	1:19	7:02	
IOS 22*		0:00	0	0:00	72:23	128	0:00	9:06	
IOS 23*		17:46	131	0:22	57:45	2	2:23	7:09	
IOS 24*		27:54	140	0:20	52:01	1	3:46	6:28	
IOS 25*		16:45	118	0:26	50:41	13	2:14	7:23	
IOS 26*		0:00	0	0:00	65:55	123	0:00	10:05	
IOS 27*		11:14	85	0:20	54:31	33	2:00	8:54	
IOS 28*		13:16	80	0:19	53:05	36	2:19	9:10	

To be continued on next page...

Project:  
**Differdange\_NV\_fin2**

Licensed user:  
TÜV Rheinland Energy GmbH  
tre-service@de.tuv.com  
-

Dr. Kai Born / kai.born@de.tuv.com  
Calculated:  
21.02.2020 16:17/3.3.274

## SHADOW - Main Result

Calculation: N149-125 curtailment

...continued from previous page

No.	Name	Shadow, worst case				Shadow, expected values		
		Shadow hours per year	Shadow days per year	Max shadow hours per day	Avoided hours per year	Avoided days per year	Shadow hours per year	Avoided hours per year
		[h/year]	[days/year]	[h/day]	[h/year]	[days/year]	[h/year]	[h/year]
IOS 29*		12:30	73	0:24	58:03	46	2:11	10:26
IOS 30		0:00	0	0:00			0:00	
IOS 31		0:00	0	0:00			0:00	
IOS 32		0:00	0	0:00			0:00	
IOS 33		0:00	0	0:00			0:00	
IOS 34*		18:58	73	0:26	3:42	2	5:03	0:54
IOS 35*		19:18	60	0:26	6:47	27	5:18	1:39
IOS 36*		28:50	90	0:26	6:51	18	7:51	1:41
IOS 37*		26:24	66	0:27	8:11	31	7:12	2:03
IOS 38*		16:28	70	0:21	3:19	1	4:25	0:51
IOS 39*		11:08	39	0:22	0:13		3:00	0:03
IOS 40		13:17	45	0:23			3:39	
IOS 41		17:56	62	0:23			4:59	
IOS 42		22:07	60	0:25			6:04	
IOS 43*		8:11	73	0:22	66:02	48	1:26	12:15
IOS 44*		2:55	33	0:15	78:44	92	0:27	14:51
IOS 45*		19:12	60	0:27	54:01	30	1:33	4:00
IOS 46*		8:02	43	0:22	23:00	40	0:53	2:48
IOS 47*		4:32	36	0:20	30:45	56	0:30	3:42
IOS 48*		0:00	0	0:00	40:41	97	0:00	4:54

\* Receptors where shadow flicker is reduced by curtailment

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG				
No.	Name	Worst case [h/year]	Stopped due to flicker curtailment [h/year]	Expected [h/year]
1	WEA 1 - N149-125	134:38	229:13	27:21
2	WEA 2 - N149-125	160:47	264:54	27:34

Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.

**Variante 2 – Rapport de calcul Nordex 149 HM 164 m sans plan de coupure**

Project:  
**Differdange\_NV\_fin2**

Licensed user:  
**TÜV Rheinland Energy GmbH**  
tre-service@de.tuv.com

Dr. Kai Born / kai.born@de.tuv.com  
Calculated:  
21.02.2020 14:51/3.3.274

**SHADOW - Main Result**

**Calculation: N149-164**

**Assumptions for shadow calculations**

Maximum distance for influence  
Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade  
Please look in WTG table

Minimum sun height over horizon for influence 3 °  
Day step for calculation 1 days  
Time step for calculation 1 minutes

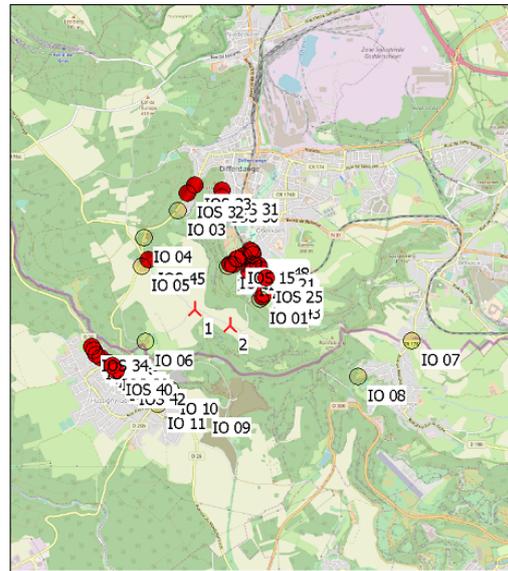
Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [TRIER]  
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec  
1,29 2,62 3,51 5,39 6,60 6,56 7,20 6,77 4,98 2,92 1,63 1,15

Operational hours are calculated from WTGs in calculation and wind distribution:  
LUXEMBOURG\_(AUT)\_SYNOP\_06-590\_N49.620\_E06.220

Operational time  
N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum  
925 781 1.047 348 298 343 647 980 1.180 936 448 361 8.295  
Idle start wind speed : Cut in wind speed from power curve

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:  
Height contours used: PrjAss Höhenraster (EU-DEM 1 arc-second)  
Obstacles used in calculation  
Eye height for map: 1,5 m  
Grid resolution: 1,0 m

All coordinates are in  
Luxemburgian TM-LUREF (LU)



**WTGs**

X	Y	Z	Row data/Description	WTG type			Shadow data				
				Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Calculation distance [m]	RPM
1	59.213	63.315	418,1 WEA 1 - N149-164	Yes	NORDEX	N149/4.0-4.5-4.500	4.500	149,0	164,0	1.805	10,7
2	59.666	63.111	410,7 WEA 2 - N149-164	Yes	NORDEX	N149/4.0-4.5-4.500	4.500	149,0	164,0	1.805	10,7

**Shadow receptor-Input**

No.	Name	X	Y	Z	Width [m]	Height [m]	Elevation a.g.l. [m]	Slope of window [°]	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l. [m]
IO 01	Differdange: 44, Um Biergwee	60.064	63.449	343,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 02	Differdange: 89, Rue des Mines	59.643	63.872	340,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 03	Differdange: 143, Rue de Hussigny	59.008	64.613	337,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 04	Differdange: 68, Rue de Hussigny	58.554	64.253	380,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 05	Differdange: Vasquenhaff	58.527	63.874	407,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 06	Differdange: Bache-Lang	58.576	62.900	380,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 07	Belvaux (Sanem): 160, Rue de France	62.027	62.902	345,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 08	Rédange (FR): 41, Rue George Sand	61.338	62.431	364,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 09	Hussigny-Godbranche (FR): 15, Rue de l'Étang	59.316	62.019	410,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 10	Hussigny-Godbranche (FR): 20, Rue de la Côte Rouge	58.900	62.269	381,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 11	Hussigny-Godbranche (FR): 215 Rue Victor Hugo	58.731	62.083	399,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 12		59.676	63.911	336,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 13		59.712	63.896	330,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 14	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slo pe: 90,0° (14)	59.759	63.977	328,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 15		59.789	63.979	326,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 16		59.845	64.012	323,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 17		59.921	63.817	333,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 18		59.955	63.817	333,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 19		60.002	63.888	327,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 20		59.971	63.908	325,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 21		60.044	63.891	323,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 22		60.066	63.854	326,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

To be continued on next page...

Project:  
**Differdange\_NV\_fin2**

Licensed user:  
**TÜV Rheinland Energy GmbH**  
tre-service@de.tuv.com

Dr. Kai Born / kai.born@de.tuv.com  
Calculated:  
21.02.2020 14:51/3.3.274

## SHADOW - Main Result

Calculation: N149-164

...continued from previous page

No.	Name	X	Y	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window [°]	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l. [m]
IOS 23		60.091	63.828	326,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 24		60.102	63.787	330,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 25		60.150	63.726	329,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 26		60.147	63.684	330,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 27		60.148	63.625	332,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 28		60.148	63.589	334,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 29		60.133	63.548	338,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 30		59.581	64.774	333,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 31		59.575	64.867	336,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 32		59.130	64.825	328,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 33		59.212	64.940	321,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 34		57.882	62.838	375,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 35		57.901	62.785	375,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 36		57.932	62.723	376,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 37		57.994	62.688	372,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 38		58.084	62.632	372,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 39		58.146	62.588	372,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 40		58.186	62.520	378,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 41		58.235	62.455	378,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 42		58.363	62.392	375,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 43		60.121	63.512	339,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 44		60.092	63.482	342,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 45		58.622	63.968	401,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 46		59.935	64.091	318,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 47		59.959	64.068	317,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 48		59.979	64.041	315,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

## Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, worst case			Shadow, expected values	
		Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]	
IO 01	Differdange: 44, Um Biergwee	82:42	119	1:00	17:34	
IO 02	Differdange: 89, Rue des Mines	93:15	134	0:48	11:46	
IO 03	Differdange: 143, Rue de Hussigny	0:00	0	0:00	0:00	
IO 04	Differdange: 68, Rue de Hussigny	53:16	68	0:55	4:02	
IO 05	Differdange: Vasquenhaff	43:46	62	1:01	4:55	
IO 06	Differdange: Bache-Lang	20:43	50	0:32	5:18	
IO 07	Belvaux (Sanem): 160, Rue de France	0:00	0	0:00	0:00	
IO 08	Rédange (FR): 41, Rue George Sand	0:00	0	0:00	0:00	
IO 09	Hussigny-Godbranche (FR): 15, Rue de l'Étang	0:00	0	0:00	0:00	
IO 10	Hussigny-Godbranche (FR): 20, Rue de la Côte Rouge	0:00	0	0:00	0:00	
IO 11	Hussigny-Godbranche (FR): 215 Rue Victor Hugo	0:00	0	0:00	0:00	
IOS 12		82:35	128	0:45	10:20	
IOS 13		84:49	135	0:46	10:49	
IOS 14	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slo pe: 90,0° (14)	65:45	121	0:41	8:08	
IOS 15		64:34	121	0:41	8:02	
IOS 16		57:46	116	0:38	7:09	
IOS 17		89:16	144	0:47	11:43	
IOS 18		86:48	145	0:46	11:27	
IOS 19		74:19	132	0:42	9:37	
IOS 20		72:48	130	0:42	9:19	
IOS 21		72:06	135	0:41	9:23	
IOS 22		73:20	141	0:42	9:45	
IOS 23		69:22	146	0:42	9:33	
IOS 24		63:30	127	0:43	9:20	
IOS 25		55:44	110	0:44	9:17	
IOS 26		56:48	109	0:45	10:01	
IOS 27		58:37	108	0:47	10:59	
IOS 28		59:45	109	0:48	11:26	
IOS 29		64:08	113	0:51	12:28	
IOS 30		0:00	0	0:00	0:00	
IOS 31		0:00	0	0:00	0:00	
IOS 32		0:00	0	0:00	0:00	

To be continued on next page...

Project:  
**Differdange\_NV\_fin2**

Licensed user:  
**TÜV Rheinland Energy GmbH**  
tre-service@de.tuv.com  
-

Dr. Kai Born / kai.born@de.tuv.com  
Calculated:  
21.02.2020 14:51/3.3.274

## SHADOW - Main Result

**Calculation: N149-164**

*...continued from previous page*

No.	Name	Shadow, worst case			Shadow, expected values
		Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]	Max shadow hours per day [h/day]	Shadow hours per year [h/year]
IOS 33		0:00	0	0:00	0:00
IOS 34		18:30	57	0:26	5:07
IOS 35		33:14	113	0:26	8:58
IOS 36		34:54	100	0:26	9:27
IOS 37		27:48	85	0:27	7:32
IOS 38		10:23	38	0:22	2:48
IOS 39		12:15	42	0:23	3:23
IOS 40		15:00	51	0:23	4:12
IOS 41		24:00	76	0:24	6:40
IOS 42		15:21	47	0:24	4:15
IOS 43		67:35	113	0:53	13:27
IOS 44		74:32	117	0:56	15:13
IOS 45		62:35	94	1:07	5:20
IOS 46		45:09	104	0:33	5:26
IOS 47		49:16	108	0:36	6:02
IOS 48		53:43	111	0:37	6:41

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	WEA 1 - N149-164	338:11	56:53
2	WEA 2 - N149-164	464:27	70:38

*Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.*

**Variante 2 – Rapport de calcul Nordex 149 HM 164 m avec plan de coupure**

Project:  
**Differdange\_NV\_fin2**

Licensed user:  
**TÜV Rheinland Energy GmbH**  
tre-service@de.tuv.com

Dr. Kai Born / kai.born@de.tuv.com  
Calculated:  
21.02.2020 16:11/3.3.274

**SHADOW - Main Result**

**Calculation: N149-164 curtailment**  
**Assumptions for shadow calculations**

Maximum distance for influence  
Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade  
Please look in WTG table

Minimum sun height over horizon for influence 3 °  
Day step for calculation 1 days  
Time step for calculation 1 minutes

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [TRIER]  
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec  
1,29 2,62 3,51 5,39 6,60 6,56 7,20 6,77 4,98 2,92 1,63 1,15

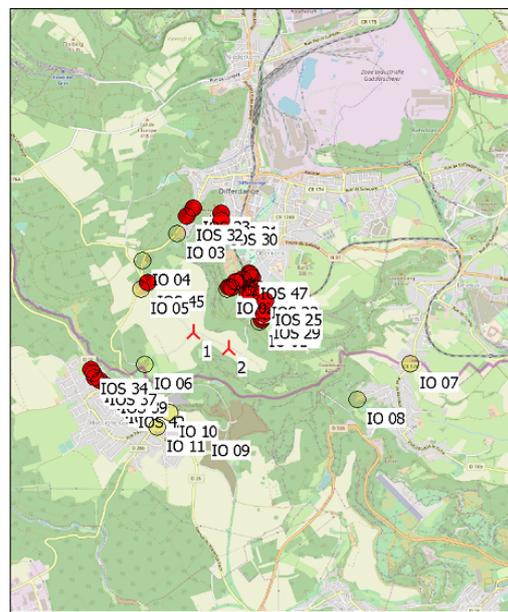
Operational hours are calculated from WTGs in calculation and wind distribution:  
LUXEMBOURG\_(AUT)\_SYNOP\_06-590\_N49.620\_E06.220

Operational time  
N NNE ENE E ESE SSE S SSW WSW W WNW NNW Sum  
925 781 1.047 348 298 343 647 980 1.180 936 448 361 8.295  
Idle start wind speed : Cut in wind speed from power curve

Flicker curtailment by stopping specific turbines

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:  
Height contours used: PrjAss Höhenraster (EU-DEM 1 arc-second)  
Obstacles used in calculation  
Eye height for map: 1,5 m  
Grid resolution: 1,0 m

All coordinates are in  
Luxemburgian TM-LUREF (LU)



**WTGs**

	X	Y	Z	Row data/Description	WTG type			Shadow data				
					Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Calculation distance [m]	RPM [RPM]
1	59.213	63.315	418,1	WEA 1 - N149-164	Yes	NORDEX	N149/4.0-4.5-4.500	4.500	149,0	164,0	1.805	10,7
2	59.666	63.111	410,7	WEA 2 - N149-164	Yes	NORDEX	N149/4.0-4.5-4.500	4.500	149,0	164,0	1.805	10,7

**Shadow receptor-Input**

No.	Name	X	Y	Z	Width [m]	Height [m]	Elevation a.g.l. [m]	Slope of window [°]	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l. [m]
IO 01	Differdange: 44, Um Biergwee	60.064	63.449	343,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 02	Differdange: 89, Rue des Mines	59.643	63.872	340,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 03	Differdange: 143, Rue de Hussigny	59.008	64.613	337,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 04	Differdange: 68, Rue de Hussigny	58.554	64.253	380,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 05	Differdange: Vasquenhaiff	58.527	63.874	407,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 06	Differdange: Bache-Lang	58.576	62.900	380,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 07	Belvaux (Sanem): 160, Rue de France	62.027	62.902	345,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 08	Rédange (FR): 41, Rue George Sand	61.338	62.431	364,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 09	Hussigny-Godbranche (FR): 15, Rue de l'Étang	59.316	62.019	410,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 10	Hussigny-Godbranche (FR): 20, Rue de la Côte Rouge	58.900	62.269	381,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IO 11	Hussigny-Godbranche (FR): 215 Rue Victor Hugo	58.731	62.083	399,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 12		59.676	63.911	336,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 13		59.712	63.896	330,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 14	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slo pe: 90,0° (14)	59.759	63.977	328,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 15		59.789	63.979	326,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 16		59.845	64.012	323,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 17		59.921	63.817	333,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 18		59.955	63.817	333,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 19		60.002	63.888	327,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 20		59.971	63.908	325,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

To be continued on next page...

Project:  
**Differdange\_NV\_fin2**

Licensed user:  
**TÜV Rheinland Energy GmbH**  
tre-service@de.tuv.com

Dr. Kai Born / kai.born@de.tuv.com  
Calculated:  
21.02.2020 16:11/3.3.274

### SHADOW - Main Result

**Calculation: N149-164 curtailment**

...continued from previous page

No.	Name	X	Y	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window [°]	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l. [m]
IOS 21		60.044	63.891	323,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 22		60.066	63.854	326,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 23		60.091	63.828	326,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 24		60.102	63.787	330,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 25		60.150	63.726	329,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 26		60.147	63.684	330,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 27		60.148	63.625	332,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 28		60.148	63.589	334,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 29		60.133	63.548	338,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 30		59.581	64.774	333,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 31		59.575	64.867	336,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 32		59.130	64.825	328,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 33		59.212	64.940	321,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 34		57.882	62.838	375,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 35		57.901	62.785	375,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 36		57.932	62.723	376,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 37		57.994	62.688	372,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 38		58.084	62.632	372,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 39		58.146	62.588	372,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 40		58.186	62.520	378,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 41		58.235	62.455	378,9	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 42		58.363	62.392	375,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 43		60.121	63.512	339,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 44		60.092	63.482	342,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 45		58.622	63.968	401,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 46		59.935	64.091	318,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 47		59.959	64.068	317,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
IOS 48		59.979	64.041	315,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

### Calculation Results

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, worst case				Shadow, expected values			
		Shadow hours per year	Shadow days per year	Max shadow hours per day	Avoided hours per year	Avoided days per year	Shadow hours per year	Avoided hours per year	
		[h/year]	[days/year]	[h/day]	[h/year]	[days/year]	[h/year]	[h/year]	
IO 01*	Differdange: 44, Um Biergwee	0:00	0	0:00	82:42	119	0:00	17:34	
IO 02*	Differdange: 89, Rue des Mines	0:00	0	0:00	93:15	134	0:00	11:46	
IO 03	Differdange: 143, Rue de Hussigny	0:00	0	0:00			0:00		
IO 04*	Differdange: 68, Rue de Hussigny	22:25	68	0:23	30:51		1:38	2:23	
IO 05*	Differdange: Vasquenhaff	13:49	42	0:26	29:57	20	1:33	3:22	
IO 06*	Differdange: Bache-Lang	15:30	50	0:27	5:13		3:59	1:19	
IO 07	Belvaux (Sanem): 160, Rue de France	0:00	0	0:00			0:00		
IO 08	Rédange (FR): 41, Rue George Sand	0:00	0	0:00			0:00		
IO 09	Hussigny-Godbranche (FR): 15, Rue de l'Étang	0:00	0	0:00			0:00		
IO 10	Hussigny-Godbranche (FR): 20, Rue de la Côte Rouge	0:00	0	0:00			0:00		
IO 11	Hussigny-Godbranche (FR): 215 Rue Victor Hugo	0:00	0	0:00			0:00		
IOS 12*		10:59	101	0:19	71:36	27	1:07	9:12	
IOS 13*		26:06	129	0:21	58:43	6	3:03	7:47	
IOS 14*	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slo pe: 90,0° (14)	21:33	111	0:24	44:12	10	2:20	5:48	
IOS 15*		21:00	114	0:17	43:34	7	2:20	5:42	
IOS 16*		7:12	52	0:21	50:34	64	0:56	6:13	
IOS 17*		13:21	50	0:19	75:55	94	2:27	9:14	
IOS 18*		11:06	76	0:17	75:42	69	1:57	9:28	
IOS 19*		11:03	63	0:23	63:16	69	1:57	7:38	
IOS 20*		12:32	63	0:22	60:16	67	2:12	7:06	
IOS 21*		7:30	63	0:22	64:36	72	1:19	8:03	
IOS 22*		0:00	0	0:00	73:20	141	0:00	9:45	
IOS 23*		12:27	122	0:20	56:55	24	1:51	7:41	
IOS 24*		17:19	105	0:19	46:11	22	2:45	6:35	
IOS 25*		5:28	38	0:24	50:16	72	1:00	8:16	
IOS 26*		2:09	34	0:09	54:39	75	0:21	9:39	
IOS 27*		9:50	74	0:20	48:47	34	1:56	9:02	
IOS 28*		9:39	67	0:18	50:06	42	1:55	9:29	

To be continued on next page...

Étude d'impact des ombres portées concernant l'implantation de deux éoliennes  
à Differdange pour la société Solarpower S.A., Luxembourg, Rapport N°:  
936/21246682/A2

Seite 45 von 50

Project:  
**Differdange\_NV\_fin2**

Licensed user:  
**TÜV Rheinland Energy GmbH**  
tre-service@de.tuv.com  
-

Dr. Kai Born / kai.born@de.tuv.com  
Calculated:  
21.02.2020 16:11/3.3.274

## SHADOW - Main Result

**Calculation: N149-164 curtailment**

*...continued from previous page*

No.	Name	Shadow, worst case			Avoided		Shadow, expected values	
		Shadow hours per year	Shadow days per year	Max shadow hours per day	hours per year	days per year	Shadow hours per year	Avoided hours per year
		[h/year]	[days/year]	[h/day]	[h/year]	[days/year]	[h/year]	[h/year]
IOS 29*		7:12	40	0:23	56:56	73	1:28	10:58
IOS 30		0:00	0	0:00			0:00	
IOS 31		0:00	0	0:00			0:00	
IOS 32		0:00	0	0:00			0:00	
IOS 33		0:00	0	0:00			0:00	
IOS 34		18:30	57	0:26			5:07	
IOS 35*		26:06	84	0:26	7:08	29	7:11	1:47
IOS 36*		27:51	84	0:26	7:03	16	7:40	1:46
IOS 37*		19:17	53	0:27	8:31	32	5:19	2:12
IOS 38*		6:58	37	0:21	3:25	1	1:53	0:55
IOS 39*		12:03	42	0:23	0:12		3:19	0:03
IOS 40		15:00	51	0:23			4:12	
IOS 41		24:00	76	0:24			6:40	
IOS 42		15:21	47	0:24			4:15	
IOS 43*		4:35	62	0:20	63:00	51	0:54	12:32
IOS 44*		0:36	21	0:03	73:56	96	0:06	15:07
IOS 45*		17:07	50	0:27	45:28	44	1:32	3:48
IOS 46*		8:08	48	0:27	37:01	56	0:59	4:27
IOS 47*		4:37	43	0:20	44:39	65	0:34	5:27
IOS 48*		0:00	0	0:00	53:43	111	0:00	6:41

\* Receptors where shadow flicker is reduced by curtailment

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG				
No.	Name	Worst case	Stopped due to flicker curtailment	Expected
		[h/year]	[h/year]	[h/year]
1	WEA 1 - N149-164	103:42	234:29	23:18
2	WEA 2 - N149-164	158:37	305:50	27:43

*Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.*

## A4 Calendrier par éolienne: temps de coupure quotidiens

### Variante 1 – N149 HM 125 m, Calendrier par éolienne: temps de coupure quotidiens

Project: <b>Differdange_NV_fin2</b>		Licensed user: TÜV Rheinland Energy GmbH tre-service@de.tuv.com -  Dr. Kai Born / kai.born@de.tuv.com Calculated: 21.02.2020 16:17/3.3.274			
<b>SHADOW - Flicker curtailment calendar</b> Calculation: N149-125 curtailment WTG: 1 - WEA 1 - N149-125 Flicker curtailment by stopping specific turbines					
January	February	March	April	May	June
1 09:19-09:56	14:55-16:15 08:56-10:00	17:01-17:23 16:26-16:49	18:19-18:52		
2 09:19-09:56	14:55-16:15 09:36-09:58 08:55-09:35	16:59-17:25 16:28-16:47	18:19-18:50		
3 09:20-09:57	14:56-16:16 09:38-09:57 08:56-09:36	16:58-17:26 16:30-16:45	18:19-18:49		
4 09:19-09:57	14:56-16:16 09:41-09:53 08:56-09:35	16:57-17:27 16:36-16:39	18:21-18:47		
5 09:20-09:58	14:57-16:16 08:57-09:36	16:56-17:27	18:22-18:46		
6 09:20-09:59	14:57-16:16 08:57-09:35	16:54-17:27	18:24-18:44		
7 15:07-15:16 09:20-09:59	14:57-16:15 08:57-09:35	16:54-17:27	18:27-18:40		
8 15:05-15:19 09:21-10:00	15:45-16:16 14:58-15:44 08:58-09:35	16:54-17:27			
9 15:03-15:21 09:21-10:00	15:45-16:15 14:58-15:44 08:58-09:34	16:54-17:27			
10 15:03-15:24 09:21-10:01	16:31-16:44 15:45-16:14 14:59-15:43 08:59-09:33	16:54-17:27			
11 15:02-15:25 09:21-10:02	16:29-16:47 15:46-16:13 14:59-15:42 09:01-09:33	16:54-17:26			
12 15:00-15:26 09:21-10:02	16:28-16:49 15:48-16:13 15:01-15:42 09:02-09:31	16:54-17:26			
13 15:00-15:28 09:22-10:03 09:06-09:15	16:26-16:51 15:49-16:11 15:02-15:41 09:03-09:30	16:55-17:25			
14 15:00-15:30 09:22-10:03 09:03-09:18	16:25-16:52 15:51-16:10 15:03-15:40 09:04-09:28	16:54-17:23			
15 14:59-15:31 09:22-10:04 09:02-09:20	16:23-16:52 15:54-16:07 15:05-15:38 09:06-09:25	16:55-17:22			
16 14:58-15:32 09:23-10:04 09:01-09:21	16:23-16:53 15:06-15:36 09:09-09:22	17:32-17:47 16:57-17:21			
17 14:58-15:33 09:00-10:04	16:23-16:54 15:09-15:35	17:29-17:50 16:58-17:19			
18 14:57-15:34 08:59-10:04	16:22-16:55 15:12-15:33	17:27-17:52 17:01-17:17			
19 14:57-15:35 08:59-10:05	16:22-16:55 15:16-15:29	17:25-17:53 17:04-17:13			
20 15:53-15:58 14:56-15:36 08:58-10:05	16:21-16:55	17:23-17:53			
21 15:50-16:02 14:56-15:37 08:57-10:05	16:21-16:55	17:22-17:54			
22 15:48-16:05 14:56-15:38 08:57-10:05	16:21-16:55	17:21-17:55			
23 15:47-16:07 14:56-15:39 08:57-10:05	16:21-16:55	17:20-17:55			
24 15:46-16:08 14:56-15:40 08:56-10:05	16:22-16:54	17:19-17:56			
25 15:45-16:09 14:55-15:40 08:55-10:04	16:22-16:53	17:19-17:56			
26 15:44-16:10 14:55-15:41 08:55-10:04	16:23-16:53	17:18-17:55			
27 15:44-16:12 14:55-15:42 08:56-10:04	17:05-17:19 16:23-16:52	17:17-17:55			
28 15:43-16:12 14:55-15:42 08:56-10:04	17:03-17:22 16:25-16:51	17:17-17:54			
29 14:55-16:13 08:55-10:03		18:18-18:54			
30 14:55-16:14 08:55-10:03		18:18-18:54			
31 14:55-16:14 08:55-10:01		18:18-18:53			

Project: <b>Differdange_NV_fin2</b>		Licensed user: TÜV Rheinland Energy GmbH tre-service@de.tuv.com -  Dr. Kai Born / kai.born@de.tuv.com Calculated: 21.02.2020 16:17/3.3.274			
<b>SHADOW - Flicker curtailment calendar</b> Calculation: N149-125 curtailment WTG: 1 - WEA 1 - N149-125 Flicker curtailment by stopping specific turbines					
July	August	September	October	November	December
1			17:33-18:04	16:02-16:13 15:15-15:44 14:28-15:13 08:29-09:04	14:44-15:07 09:03-09:44
2			17:33-18:05	15:15-15:45 14:28-15:13 08:28-09:04	14:45-15:06 09:03-09:44
3			17:32-18:05	14:27-15:45 08:28-09:05	14:47-15:05 09:05-09:44
4			17:31-18:05	14:26-15:45 08:26-09:04	14:49-15:04 09:05-09:44
5	18:23-18:36		17:31-18:04	14:26-15:46 08:26-09:05	14:51-15:02 09:05-09:44
6	18:20-18:39		17:31-18:04	14:26-15:46 08:26-09:06	14:57-14:58 09:06-09:45
7	18:17-18:41		17:30-18:03	14:26-15:47 09:11-09:25 08:27-09:06	09:07-09:45
8	18:16-18:43		17:31-18:03	14:26-15:46 09:08-09:27 08:26-09:06	09:07-09:45
9	18:14-18:43		17:30-18:01	14:26-15:46 08:26-09:29	09:08-09:45
10	18:12-18:43		17:31-18:00 17:07-17:17	14:26-15:46 08:26-09:31	09:08-09:45
11	18:11-18:44		17:32-18:00 17:03-17:20	14:27-15:46 08:27-09:33	09:09-09:46
12	18:10-18:44		17:33-17:57 17:00-17:21	14:26-15:45 08:26-09:34	09:10-09:49
13	18:09-18:45		17:34-17:56 16:58-17:23	14:27-15:45 08:27-09:35	09:10-09:46
14	18:08-18:44		17:36-17:53 16:56-17:23	15:16-15:45 14:27-15:15 08:28-09:36	09:11-09:47
15	18:08-18:45		17:39-17:50 16:55-17:24	15:17-15:45 14:28-15:15 08:29-09:37	09:12-09:47
16	18:07-18:44		16:55-17:25	15:17-15:43 14:28-15:14 08:28-09:37	09:12-09:48
17	18:06-18:43		16:53-17:25	15:19-15:43 14:29-15:14 08:29-09:38	09:13-09:48
18	18:06-18:43		16:53-17:26	15:20-15:42 14:30-15:14 08:30-09:39	09:13-09:48
19	18:06-18:42		16:53-17:26	15:21-15:41 14:30-15:13 08:31-09:39	09:14-09:49
20	18:06-18:42		16:52-17:25	15:23-15:40 14:31-15:13 08:32-09:40	09:14-09:49
21	18:06-18:40		16:52-17:25	15:26-15:38 14:32-15:13 08:33-09:41	09:15-09:49
22	18:07-18:40		16:52-17:25	15:29-15:35 14:32-15:12 08:34-09:41	09:15-09:49
23	18:07-18:38		16:51-17:24 15:44-15:59	14:34-15:12 08:35-09:42	09:16-09:51
24	18:08-18:37 17:51-17:53		16:52-17:24 15:41-16:03	14:35-15:12 08:37-09:42	09:16-09:51
25	18:09-18:35 17:44-17:58		15:52-16:24 14:38-15:05 08:45-08:47	14:36-15:11 08:38-09:42	09:17-09:52
26	18:11-18:33 17:42-18:01		15:53-16:23 15:27-15:34 14:36-15:07 08:39-08:58	14:37-15:11 09:02-09:43 08:40-09:01	09:17-09:52
27	18:13-18:30 17:39-18:02		15:52-16:22 15:22-15:37 14:34-15:08 08:35-08:58	14:38-15:10 09:01-09:43 08:41-08:59	09:17-09:53
28	18:16-18:25 17:37-18:02		15:54-16:21 15:20-15:40 14:32-15:10 08:33-08:58	14:40-15:10 09:02-09:43 08:43-08:58	09:18-09:53
29	17:35-18:04		15:56-16:20 15:19-15:41 14:31-15:11 08:32-09:04	14:41-15:09 09:02-09:43 08:46-08:56	09:18-09:53
30	17:34-18:04		15:57-16:18 15:17-15:42 14:30-15:11 08:31-09:04	14:42-15:08 09:03-09:44	09:18-09:54
31			15:59-16:16 15:16-15:43 14:29-15:12 08:29-09:02		09:18-09:55

Project: <b>Differdange_NV_fin2</b>						Licensed user: <b>TÜV Rheinland Energy GmbH</b> tre-service@de.tuv.com -  Dr. Kai Born / kai.born@de.tuv.com Calculated: 21.02.2020 16:17/3.3.274					
<b>SHADOW - Flicker curtailment calendar</b> <b>Calculation: N149-125 curtailment WTG: 2 - WEA 2 - N149-125</b> <b>Flicker curtailment by stopping specific turbines</b>											
January		February		March		April		May		June	
1	13:38-14:58 12:11-12:50 09:10-09:34			15:07-15:53	15:23-16:24				06:55-07:10		
2	13:38-14:58 12:12-12:50 09:11-09:34			15:06-15:52	15:23-16:24				06:57-07:09		
3	13:39-14:59 12:13-12:50 09:12-09:35			15:07-15:53	15:23-16:24				06:58-07:06		
4	13:39-14:59 12:13-12:49 09:11-09:35			15:07-15:53	15:23-16:24						
5	13:39-15:00 12:15-12:50 09:12-09:35			15:08-15:54	15:24-16:23						
6	13:40-15:01 12:16-12:50 09:13-09:36			15:08-15:53	15:23-16:22						
7	13:40-15:01 12:16-12:49 09:13-09:36			15:08-15:58	15:24-16:21						
8	13:41-15:01 12:18-12:49 09:14-09:37			15:09-16:04	15:25-16:20						
9	13:41-15:01 12:19-12:48 09:14-09:36			15:09-16:07	15:26-16:20						
10	13:43-15:02 12:21-12:48 09:15-09:37			15:10-16:10	15:27-16:19						
11	15:20-15:26 13:43-15:02 12:22-12:47 09:16-09:37			15:10-16:12	15:28-16:18						
12	15:17-15:30 13:43-15:02 12:23-12:46 09:16-09:37			15:12-16:14	15:29-16:17	07:15-07:22					
13	15:16-15:33 13:44-15:04 12:26-12:46 09:18-09:37			15:13-16:16	15:31-16:15	07:13-07:24					
14	15:14-15:35 13:45-15:04 12:28-12:44 09:18-09:37			15:14-16:17	15:32-16:13	07:11-07:25					
15	15:13-15:36 13:46-15:04 12:32-12:40 09:19-09:37			15:15-16:18	15:34-16:11	07:09-07:26					
16	15:12-15:38 13:46-15:04 09:20-09:36			15:16-16:19	15:36-16:09	07:07-07:26					
17	15:11-15:39 13:47-15:04 09:21-09:35			15:18-16:20	15:39-16:06	07:07-07:26					
18	15:10-15:41 13:48-15:04 09:23-09:34			15:22-16:21	15:43-16:02	07:06-07:26					
19	15:10-15:42 13:49-15:04 09:25-09:33			15:26-16:22		07:01-07:25					
20	15:09-15:43 13:50-15:04			15:26-16:23		06:59-07:25					
21	15:09-15:44 13:51-15:04			15:25-16:23		06:57-07:24					
22	15:08-15:46 13:52-15:04			15:24-16:24		06:55-07:22					
23	15:08-15:47 14:28-15:04 13:54-14:27			15:24-16:24		06:55-07:22					
24	15:08-15:48 14:29-15:03 13:56-14:26			15:23-16:24		06:54-07:20					
25	15:07-15:48 14:29-15:02 13:57-14:24			15:23-16:24		06:54-07:14					
26	15:07-15:49 14:31-15:02 13:59-14:23			15:23-16:24		06:53-07:14					
27	15:07-15:50 14:33-15:01 14:02-14:22			15:23-16:24		06:53-07:13					
28	15:06-15:50 14:34-14:59 14:05-14:18			15:23-16:24		06:54-07:13					
29	15:07-15:51 14:36-14:58					06:54-07:12					
30	15:07-15:52 14:39-14:57					06:54-07:11					
31	15:06-15:52 14:42-14:53										

Project: <b>Differdange_NV_fin2</b>						Licensed user: <b>TÜV Rheinland Energy GmbH</b> tre-service@de.tuv.com -  Dr. Kai Born / kai.born@de.tuv.com Calculated: 21.02.2020 16:17/3.3.274					
<b>SHADOW - Flicker curtailment calendar</b> <b>Calculation: N149-125 curtailment WTG: 2 - WEA 2 - N149-125</b> <b>Flicker curtailment by stopping specific turbines</b>											
July		August		September		October		November		December	
1						16:09-16:55	14:39-15:39			15:02-15:09	13:25-14:45 12:04-12:29 08:58-09:19
2						16:07-16:56	14:39-15:36			13:25-14:45	12:03-12:30 08:58-09:20
3						16:05-16:56	14:38-15:32			13:25-14:46	12:03-12:32 08:58-09:21
4						16:04-16:57	14:37-15:26			13:25-14:46	12:02-12:33 08:58-09:21
5						16:02-16:57	14:37-15:23			13:25-14:46	12:01-12:34 08:58-09:21
6						16:01-16:58	14:37-15:23			13:26-14:47	12:02-12:36 08:59-09:22
7						16:00-16:57	14:38-15:24			13:27-14:47	12:02-12:37 08:59-09:23
8						15:59-16:58	14:37-15:23			13:27-14:47	12:01-12:37 09:00-09:23
9	07:10-07:12					15:58-16:57	14:37-15:23			13:27-14:47	12:01-12:38 09:00-09:23
10	07:07-07:17					15:57-16:58	14:38-15:23			13:27-14:48	12:01-12:39 09:00-09:23
11	07:05-07:18					15:57-16:58	14:38-15:24 14:14-14:25			13:28-14:48	12:01-12:40 09:01-09:24
12	07:03-07:19					15:56-16:57	14:38-15:23 14:10-14:28			13:28-14:48	12:01-12:40 09:01-09:24
13	07:03-07:20					15:56-16:58	14:39-15:23 14:08-14:30			13:28-14:49	12:02-12:41 09:02-09:25
14	07:01-07:20					15:55-16:57	14:39-15:23 14:07-14:32 13:38-13:51			13:29-14:49	12:02-12:42 09:02-09:25
15	07:00-07:20					15:55-16:57	14:39-15:22 14:06-14:34 13:35-13:55			13:30-14:50	12:02-12:43 09:03-09:26
16	07:01-07:21					15:55-16:57	14:40-15:22 14:04-14:35 13:32-13:56			13:30-14:50	12:03-12:43 09:03-09:26
17	07:00-07:20					15:55-16:56	14:41-15:22 14:03-14:36 13:31-13:58			13:30-14:50	12:03-12:43 09:04-09:27
18	07:00-07:23					15:55-16:55	14:42-15:22 14:03-14:37 13:30-14:00			13:31-14:51	12:03-12:44 09:04-09:27
19	07:00-07:26					15:55-16:55	14:42-15:21 14:02-14:38 13:28-14:01			13:32-14:51	12:04-12:45 09:05-09:28
20	07:00-07:27					15:55-16:54	14:43-15:21 13:27-14:39			13:31-14:51	12:04-12:45 09:05-09:28
21	07:01-07:28					15:56-16:53	14:45-15:20 13:27-14:40			13:32-14:52	12:05-12:46 09:06-09:28
22	07:02-07:29					15:56-16:53	14:45-15:19 13:26-14:40			13:32-14:52	12:05-12:46 09:06-09:28
23	07:03-07:28					15:54-16:51	14:47-15:19 13:26-14:41 09:02-09:10			13:33-14:53	12:06-12:47 09:07-09:30
24	07:05-07:29					15:51-16:51	14:47-15:18 13:26-14:42 09:01-09:12			13:34-14:53	12:06-12:47 09:07-09:30
25	07:09-07:29	16:28-16:43				14:48-15:50	14:49-15:17 13:25-14:42 08:59-09:13			13:34-14:54	12:06-12:47 09:08-09:31
26	07:10-07:29	16:23-16:48				14:45-15:48	14:51-15:17 13:25-14:43 08:59-09:15			13:35-14:55	12:07-12:48 09:08-09:31
27	07:09-07:28	16:19-16:50				14:44-15:47	14:52-15:16 13:25-14:43 12:11-12:19 08:58-09:13			13:35-14:55	12:08-12:48 09:08-09:31
28	07:10-07:26	16:15-16:51				14:43-15:46	14:54-15:15 13:25-14:44 12:08-12:23 08:58-09:13			13:35-14:56	12:08-12:49 09:09-09:32
29	07:12-07:26	16:13-16:53				14:42-15:45	14:56-15:13 13:25-14:44 12:06-12:26 08:58-09:13			13:36-14:56	12:09-12:49 09:09-09:32
30	07:13-07:24	16:10-16:53				14:40-15:42	14:59-15:12 13:25-14:45 12:05-12:28 08:58-09:13			13:36-14:56	12:09-12:49 09:09-09:33
31	07:15-07:22			14:40-15:41						13:37-14:57	12:10-12:49 09:10-09:33

**Variante 2 – N149 HM 164 m, Calendrier par éolienne: temps de coupure quotidiens**

Project: <b>Differdange_NV_fin2</b>		Licensed user: TÜV Rheinland Energy GmbH tre-service@de.tuv.com -	
		Dr. Kai Born / kai.born@de.tuv.com Calculated: 21.02.2020 16:11/3.3.274	
<b>SHADOW - Flicker curtailment calendar</b>			
<b>Calculation: N149-164 curtailment WTG: 1 - WEA 1 - N149-164</b>			
<b>Flicker curtailment by stopping specific turbines</b>			
<b>January</b>	<b>February</b>	<b>March</b>	<b>April</b> <b>May</b> <b>June</b>
1 09:35-10:22	15:43-16:07 14:55-15:35 09:04-10:11	16:17-16:48	18:11-18:51
2 09:35-10:23	15:41-16:08 14:54-15:35 09:03-10:11	16:17-16:48	18:10-18:51
3 09:34-10:23	15:41-16:09 14:54-15:37 09:03-10:11	17:02-17:11 16:18-16:47	18:10-18:51
4 09:33-10:23	15:40-16:10 14:53-15:37 09:02-10:10	16:58-17:15 16:19-16:46	18:10-18:51
5 09:33-10:23	15:41-16:11 14:53-15:38 09:03-10:10	16:56-17:17 16:20-16:44	18:11-18:51
6 09:33-10:24	15:40-16:11 14:52-15:38 09:02-10:08	16:53-17:17 16:21-16:42	18:11-18:50
7 09:32-10:24	15:39-16:11 14:52-15:38 09:02-10:07	16:52-17:19 16:23-16:39	18:12-18:50
8 09:32-10:25	15:40-16:12 14:52-15:39 09:02-10:06	16:51-17:19 16:27-16:36	18:13-18:49
9 09:32-10:24	15:40-16:12 14:52-15:39 09:02-10:04 09:02-09:41	16:50-17:20	18:13-18:49
10 09:32-10:25	14:52-16:12 09:44-10:01 09:02-09:41	16:49-17:21	18:14-18:48
11 09:31-10:25	14:52-16:12 09:49-09:58 09:03-09:42	16:49-17:21	18:14-18:47
12 09:31-10:25	14:53-16:12 09:03-09:41	16:48-17:21	18:15-18:45
13 09:31-10:26	15:41-16:12 14:53-15:39 09:03-09:40	16:48-17:21	18:16-18:44
14 09:31-10:25	15:41-16:11 14:53-15:39 09:03-09:40	16:47-17:20	18:18-18:42
15 09:31-10:25	16:28-16:38 15:42-16:10 14:53-15:39 09:04-09:39	16:47-17:20	18:19-18:40
16 09:30-10:25	16:25-16:41 15:42-16:09 14:53-15:38 09:04-09:38	16:48-17:19	18:22-18:38
17 09:30-10:24	16:23-16:44 15:44-16:09 14:55-15:38 09:06-09:38	16:48-17:19	18:26-18:33
18 09:30-10:24	16:22-16:46 15:46-16:07 14:56-15:38 09:07-09:36	16:49-17:18	
19 09:30-10:23	16:20-16:47 15:48-16:05 14:56-15:37 09:08-09:34	16:50-17:17	
20 09:30-10:22	16:19-16:48 15:51-16:03 14:57-15:36 09:10-09:32	17:28-17:35 16:50-17:14	
21 09:30-10:21	16:18-16:48 14:59-15:35 09:12-09:30	17:23-17:40 16:52-17:13	
22 15:10-15:14 09:30-10:20	16:18-16:49 15:00-15:33 09:16-09:25	17:21-17:42 16:54-17:10	
23 15:05-15:20 10:11-10:16 09:31-10:10 09:17-09:21	16:17-16:49 15:02-15:31	17:19-17:44 16:57-17:07	
24 15:03-15:23 09:31-10:11 09:13-09:26	16:17-16:49 15:04-15:29	17:17-17:45	
25 15:01-15:24 09:30-10:11 09:10-09:28	16:16-16:49 15:07-15:26	17:16-17:47	
26 14:59-15:26 09:31-10:11 09:09-09:30	16:16-16:49 15:13-15:21	17:14-17:46	
27 14:59-15:29 09:08-10:12	16:16-16:49	17:13-17:48	
28 15:48-15:58 14:57-15:29 09:07-10:12	16:16-16:49	17:12-17:49	
29 15:46-16:01 14:56-15:31 09:05-10:12		18:12-18:50	
30 15:45-16:04 14:56-15:33 09:05-10:12		18:11-18:51	
31 15:43-16:05 14:55-15:33 09:04-10:11		18:11-18:51	

Project: <b>Differdange_NV_fin2</b>		Licensed user: TÜV Rheinland Energy GmbH tre-service@de.tuv.com -	
		Dr. Kai Born / kai.born@de.tuv.com Calculated: 21.02.2020 16:11/3.3.274	
<b>SHADOW - Flicker curtailment calendar</b>			
<b>Calculation: N149-164 curtailment WTG: 1 - WEA 1 - N149-164</b>			
<b>Flicker curtailment by stopping specific turbines</b>			
<b>July</b>	<b>August</b>	<b>September</b>	<b>October</b>
1	18:13-18:46	17:27-18:00	14:21-15:42 09:13-09:31 08:32-09:11
2	18:12-18:46	17:27-18:00	14:22-15:42 08:32-09:34
3	18:11-18:47	17:27-17:59	15:09-15:41 14:21-15:08 08:32-09:36
4	18:10-18:46	17:27-17:58	15:09-15:41 14:22-15:08 08:31-09:37
5	18:09-18:46	17:27-17:57	15:10-15:41 14:22-15:08 08:32-09:38
6	18:07-18:46	17:28-17:56 17:02-17:15	15:10-15:41 14:23-15:08 08:32-09:39
7	18:06-18:46	17:28-17:54 16:58-17:17	15:11-15:40 14:24-15:08 08:33-09:41
8	18:05-18:46	17:30-17:53 16:56-17:19	15:11-15:39 14:23-15:08 08:33-09:41
9	18:04-18:45	17:31-17:50 16:54-17:19	15:12-15:38 14:24-15:06 08:34-09:42
10	18:03-18:44	17:34-17:47 16:53-17:20	15:14-15:38 14:25-15:06 08:35-09:42
11	18:03-18:44	16:52-17:21	15:15-15:37 14:27-15:05 08:36-09:43
12	18:02-18:42	16:50-17:21	15:16-15:35 14:27-15:04 08:36-09:43
13	18:02-18:42	16:50-17:22	15:18-15:33 14:28-15:03 08:37-09:43
14	18:02-18:40	16:48-17:21	15:21-15:31 14:30-15:02 08:39-09:44
15	18:02-18:39	16:48-17:21	14:32-15:01 08:41-09:45
16	18:02-18:37	16:48-17:22 15:42-15:56	14:32-14:59 09:04-09:44 08:42-09:03
17	18:02-18:35	16:48-17:21 15:37-15:59	14:35-14:58 09:04-09:45 08:44-09:02
18	18:03-18:34	16:48-17:21 15:35-16:01	14:37-14:57 09:05-09:45 08:47-09:00
19	18:03-18:32	16:48-17:20 15:33-16:03	14:39-14:54 09:05-09:45 08:51-08:58
20	18:05-18:31 17:45-17:52 16:48-17:19 15:30-16:04 09:45-09:57	16:48-17:19 15:30-16:04 09:45-09:57	14:45-14:49 09:05-09:55
21	18:06-18:28 17:40-17:52 16:49-17:18 16:25-16:29 15:29-16:05 09:42-10:06	16:49-17:18 16:25-16:29 15:29-16:05 09:42-10:06	09:06-09:57
22	18:08-18:26 17:38-17:52 16:50-17:18 16:20-16:34 15:27-16:06 09:40-10:04	16:50-17:18 16:20-16:34 15:27-16:06 09:40-10:04	09:06-09:58
23	18:11-18:22 17:35-17:52 16:50-17:16 16:17-16:36 15:26-16:06 09:37-10:01	16:50-17:16 16:17-16:36 15:26-16:06 09:37-10:01	09:07-10:00
24	17:34-18:00	16:52-17:15 16:15-16:37 15:25-16:07 09:36-10:00	09:08-10:02
25	17:32-18:00	15:53-16:13 15:14-15:39 14:24-15:08 08:35-09:09	09:08-10:02
26	18:28-18:37 17:31-18:01	15:56-16:11 15:13-15:40 14:24-15:09 08:35-09:09	09:09-10:04
27	18:23-18:40 17:29-18:01	15:59-16:06 15:11-15:40 14:22-15:08 08:33-09:09	09:10-10:04
28	18:20-18:41 17:28-18:00	15:11-15:41 14:22-15:09 08:33-09:09	09:11-10:05
29	18:18-18:43 17:29-18:01	15:10-15:41 14:22-15:09 08:33-09:10	09:11-10:06
30	18:16-18:44 17:27-18:00	15:09-15:41 14:21-15:08 08:32-09:11	09:13-10:07
31	18:14-18:44	14:21-15:41 09:16-09:27 08:31-09:10	

Project: <b>Differdange_NV_fin2</b>		Licensed user: <b>TÜV Rheinland Energy GmbH</b> tre-service@de.tuv.com -			
		Dr. Kai Born / kai.born@de.tuv.com Calculated: 21.02.2020 16:11/3.3.274			
<b>SHADOW - Flicker curtailment calendar</b>					
<b>Calculation: N149-164 curtailmenWTG: 2 - WEA 2 - N149-164</b>					
<b>Flicker curtailment by stopping specific turbines</b>					
January	February	March	April	May	June
1 13:07-14:48 12:07-12:54	13:53-15:40	15:18-16:13		06:56-07:16	
2 13:08-14:49 12:08-12:55	14:28-15:40 13:54-14:25	15:17-16:13		06:57-07:16	
3 13:09-14:50 12:09-12:55	14:30-15:41 13:56-14:24	15:17-16:14		06:57-07:14	
4 13:09-14:50 12:08-12:55	14:31-15:41 13:58-14:22	15:16-16:14		06:58-07:14	
5 13:10-14:51 12:09-12:56	14:59-15:42 14:33-14:58 14:02-14:20	15:16-16:15		06:59-07:12	
6 13:11-14:53 12:10-12:56	14:58-15:42 14:35-14:56 14:06-14:16	15:15-16:14		07:00-07:10	
7 13:11-14:53 12:10-12:56	14:58-15:41 14:38-14:52	15:15-16:14		07:04-07:07	
8 13:12-14:54 12:11-12:57	14:59-15:50	15:14-16:14			
9 13:13-14:54 12:11-12:57	14:59-15:54	15:14-16:14			
10 13:14-14:56 12:12-12:57	14:59-15:57	15:15-16:14			
11 13:15-14:56 12:13-12:57	14:59-15:59	15:15-16:14			
12 13:16-14:57 12:13-12:57	15:01-16:01	15:15-16:13			
13 13:18-14:58 12:14-12:58	15:01-16:03	15:16-16:13			
14 13:19-14:58 12:15-12:57	15:02-16:04	15:15-16:11 07:18-07:23			
15 13:20-14:59 12:16-12:57	15:02-16:05	15:16-16:11 07:15-07:26			
16 13:21-14:59 12:16-12:57	15:03-16:06	15:17-16:10 07:13-07:27			
17 13:42-15:00 13:23-13:41 12:17-12:57	15:04-16:06	15:18-16:09 07:11-07:28			
18 13:42-15:00 13:26-13:39 12:18-12:56	15:07-16:08	15:19-16:08 07:10-07:28			
19 15:13-15:18 13:42-15:01 13:30-13:36 12:19-12:56	15:09-16:09	15:20-16:07 07:10-07:28			
20 15:09-15:23 13:43-15:01 12:20-12:55	15:11-16:09	15:21-16:05 07:09-07:28			
21 15:07-15:25 13:43-15:02 12:22-12:55	15:14-16:09	15:23-16:04 07:09-07:28			
22 15:06-15:28 13:44-15:02 12:23-12:54	15:20-16:10	15:25-16:02 07:03-07:27			
23 15:05-15:30 13:45-15:03 12:25-12:53	15:19-16:10	15:27-16:00 07:01-07:28			
24 15:04-15:32 13:45-15:03 12:27-12:52	15:19-16:10	15:30-15:58 07:00-07:27			
25 13:45-15:32 12:29-12:49	15:19-16:10	15:33-15:55 06:58-07:25			
26 13:46-15:34 12:32-12:47	15:19-16:11	15:38-15:48 06:57-07:24			
27 13:47-15:35	15:19-16:11	06:57-07:21			
28 13:48-15:36	15:19-16:12	06:57-07:17			
29 13:49-15:37		06:56-07:17			
30 13:50-15:38		06:56-07:16			
31 13:51-15:38					

Project: <b>Differdange_NV_fin2</b>		Licensed user: <b>TÜV Rheinland Energy GmbH</b> tre-service@de.tuv.com -			
		Dr. Kai Born / kai.born@de.tuv.com Calculated: 21.02.2020 16:11/3.3.274			
<b>SHADOW - Flicker curtailment calendar</b>					
<b>Calculation: N149-164 curtailmenWTG: 2 - WEA 2 - N149-164</b>					
<b>Flicker curtailment by stopping specific turbines</b>					
July	August	September	October	November	December
1			15:54-16:52	14:29-15:26	12:57-14:38 11:55-12:39
2			15:54-16:52	14:29-15:23	12:56-14:38 11:55-12:39
3			15:53-16:52	14:28-15:18 14:13-14:17	12:57-14:39 11:55-12:41
4			15:52-16:52	14:28-15:11 14:07-14:23	12:57-14:38 11:55-12:41
5			15:51-16:51	14:28-15:11 14:05-14:26 13:35-13:46	12:56-14:38 11:55-12:41
6	07:12-07:18		15:51-16:51	14:29-15:12 14:03-14:28 13:31-13:51	12:57-14:39 11:56-12:42
7	07:10-07:21		15:51-16:50	14:01-15:12 13:29-13:53	12:57-14:39 11:56-12:43
8	07:08-07:22		15:51-16:50	13:59-15:11 13:26-13:54	12:57-14:38 11:56-12:43
9	07:07-07:23		15:50-16:48	13:59-15:11 13:25-13:56	12:57-14:38 11:57-12:43
10	07:06-07:24		15:51-16:48	13:24-15:10	12:57-14:38 11:57-12:44
11	07:05-07:24		15:51-16:48	13:23-15:10	12:57-14:38 11:57-12:44
12	07:04-07:24		15:51-16:46	13:21-15:09	12:58-14:38 11:58-12:45
13	07:05-07:25		15:52-16:46	13:21-15:09	12:58-14:39 11:58-12:45
14	07:04-07:24		15:51-16:44	13:20-15:09	12:59-14:39 11:59-12:46
15	07:04-07:25		15:51-16:43	13:20-15:07	14:12-14:39 12:59-14:11 11:59-12:46
16	07:04-07:30		15:51-16:42	13:19-15:07 12:05-12:20	14:13-14:40 13:00-14:12 12:00-12:47
17	07:04-07:31	16:29-16:34	15:50-16:41	13:19-15:06 12:03-12:23	14:13-14:39 12:59-14:11 12:00-12:47
18	07:05-07:32	16:22-16:41	15:51-16:41	14:38-15:06 13:19-14:37 12:01-12:26	14:13-14:40 13:00-14:12 12:00-12:48
19	07:06-07:33	16:17-16:44	15:51-16:41	14:39-15:04 13:19-14:37 11:59-12:27	14:14-14:40 13:01-14:13 12:01-12:48
20	07:06-07:32	16:14-16:46	15:49-16:40	14:41-15:03 13:19-14:37 11:58-12:29	14:14-14:40 13:01-14:13 12:01-12:48
21	07:09-07:33	16:11-16:47	15:44-16:40	14:43-15:01 13:19-14:38 11:58-12:31	14:15-14:41 13:02-14:13 12:02-12:49
22	07:13-07:33	16:09-16:49	15:41-16:39	14:45-14:59 13:19-14:37 11:56-12:31	14:15-14:41 13:02-14:13 12:02-12:49
23	07:13-07:32	16:06-16:49	15:38-16:38	14:49-14:56 13:19-14:38 13:08-13:13 11:56-12:33	14:16-14:42 13:03-14:15 12:03-12:50
24	07:13-07:32	16:04-16:51	15:36-16:37	13:20-14:38 13:04-13:17 11:56-12:34	14:16-14:42 13:03-14:15 12:03-12:50
25	07:13-07:31	16:02-16:51	14:35-15:37	13:20-14:38 13:01-13:19 11:55-12:35	14:16-14:43 13:03-14:15 12:03-12:50
26	07:14-07:31	16:01-16:52	14:33-15:35	13:01-14:38 11:55-12:36	14:18-14:44 13:04-14:16 12:05-12:52
27	07:15-07:29	15:59-16:52	14:32-15:34	12:59-14:38 11:55-12:36	14:18-14:44 13:04-14:17 12:05-12:52
28	07:16-07:26	15:57-16:51	14:31-15:33	12:59-14:39 11:55-12:37	14:18-14:45 13:05-14:17 12:05-12:52
29	07:20-07:23	15:56-16:52	14:30-15:32	12:58-14:38 11:55-12:38	14:18-14:46 13:05-14:17 12:06-12:53
30		15:55-16:52	14:29-15:30	12:58-14:39 11:55-12:39	13:06-14:46 12:06-12:53
31			14:29-15:28		13:06-14:47 12:07-12:53